

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA Y PETRÓLEOS**

**ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO DE LOS TIEMPOS NO  
PRODUCTIVOS (NPT) INCURRIDOS EN LAS OPERACIONES DE  
PERFORACIÓN DEL CAMPO PALO AZUL  
EN EL PERÍODO 2012-2014**

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

**CONSTANTE VACA JORGE VINICIO  
jorgevini23@gmail.com**

**MOREIRA ZAMBRANO KARLA JULIETH  
karli.m.zambrano@gmail.com**

**DIRECTOR: ING. EINSTEIN BARRERA  
einstein\_barrera@arch.gob.ec**

**Quito, Septiembre 2015**

## DECLARACIÓN

Nosotros, Jorge Vinicio Constante Vaca, Karla Julieth Moreira Zambrano, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros 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 normatividad institucional vigente.

---

JORGE CONSTANTE V.

---

KARLA MOREIRA Z.

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Jorge Vinicio Constante Vaca y Karla Julieth Moreira Zambrano, bajo mi supervisión.

---

Ing. Einstein Barrera

DIRECTOR DE PROYECTO

## AGRADECIMIENTOS

Agradecer a Dios por siempre guiar cada uno de mis pasos en este arduo camino, por colmarme de bendiciones y hacer que cada día sea una mejor persona.

De manera especial a las personas que les debo todo lo que soy, mis amados padres Jorge y Marlene, gracias a su apoyo, a su infinito amor han estado presentes en cada uno de los pasos que he dado, por estar a mi lado en cada momento de alegría y de tristeza.

A mis hermanos Christian y Alexis con los cuales he pasado muchos momentos felices, también momentos complicados, los cuales me han enseñado a ser una mejor persona y un mejor hermano.

Gracias Mi princesa (Jessica Armijos) por siempre estar a mi lado, por nunca dejarme caer y siempre ser mi apoyo y la persona que pase lo que pase está a mi lado, gracias por llegar en el momento que más lo necesite a mi vida.

A todas los compañeros y amigos que compartieron sus conocimientos, sus vivencias y en especial me brindaron su amistad gracias; porque cada uno aportó un granito de arena para cumplir esta meta, pero en especial gracias Mabe (Pequeña) por todo el apoyo, por ser mi amiga, mi confidente y la persona que siempre estuvo para apoyarme, pero más por hablarme cuando no estaba haciendo las cosas bien. A mi amigos Cesar, Alex, Wilson, Hernan, Katty, Ruddy por ser siempre un apoyo y las personas que compartieron todo este camino.

A Karlita, por todo por ser una excelente amiga, una excelente compañera, mil gracias Karlita y a la final lo logramos.

A la Escuela Politécnica Nacional mi segundo hogar, a los Ingenieros de la Facultad de Ingeniería en Geología y Petróleos, los cuales con su paciencia y dedicación compartieron sus conocimientos y también por no solo ser maestros sino también amigos que siempre me brindaron su apoyo incondicional.

Al Dr. José Luis Rivera por su ayuda incondicional para el desarrollo de este proyecto.

A los Ingenieros Einstein Barrera y Marcelo Rosero por su paciencia, su guía, todos los conocimientos que nos brindaron y por siempre estar pendientes para el desarrollo del proyecto.

Jorge

## AGRADECIMIENTOS

A Dios, por caminar junto a mí en este camino arduo y no dejarme caer.

A mi Mamá, mi Juaniss, por ir en contra de sus miedos y dejarme aventurar lejos de ella, haciendo hasta lo imposible para que logre mis metas.

A mi Vido lindo, que de una u otra manera siempre me alentó a seguir adelante. Gracias, porque junto a ti recorrí mi etapa universitaria.

A la Escuela Politécnica Nacional, sus maestros, quienes sin objeción alguna me brindaron sus conocimientos para llegar hasta aquí.

A mi compañero de proyecto, Jorge. A pesar de que sabías que iba a ser algo complicado, ni un solo pero me pusiste. No sabes cuánto ha valido eso para mí. Mil gracias George.

A usted Dr. José Luis Rivera, por su ayuda desinteresada en la elaboración de este proyecto.

Y a ustedes Ing. Einstein Barrera e Ing. Marcelo Rosero, por la guía, por la supervisión, por el ánimo, por el estar pendiente en el desarrollo de nuestro proyecto, gracias por su valiosa colaboración.

Karli

## DEDICATORIA

A mis padres por todo el esfuerzo, dedicación y apoyo que siempre me brindaron, cada uno de mis logros es por ustedes y para ustedes porque me enseñaron a ser la persona triunfadora y humilde que soy.

A mi hermano, por estar a mi lado y recuerda que cada uno de mis logros son logros tuyos también.

A Mamita Luz, que es el angelito que nos cuida y nos protege desde el cielo gracias por todo tus consejos por todas tus palabras mamita.

A toda mi familia por su infinito amor, dedicación y ánimos que siempre me brindaron.

A todos mis amigos que formaron parte de esta etapa muy importante en mi vida.

**Jorge**

## DEDICATORIA

A mi nuevo sueño. Ese pequeño ser que cambió mi vida de la mejor manera, ese amor puro que vino de Dios. A ti hijo mío, que de un día para otro te convertiste en mi motor, en esas ganas de realizarme. El que me da fuerzas y aliento sin querer, a ti, Guido Nicolás.

Dedico a tu esfuerzo, madre, a ese sacrificio que ha valido la pena. Te dedico a ti, por apoyarme y consentirme en todo, por ser ese ejemplo de hacer lo que fuese para sacar a sus hijas adelante.

A ti Guido, porque te tengo a mi lado y te siento a cada latido; porque me consientes en todo y me das alas para volar. Mi amor, mi apoyo constante y comprensión, a ti, mi Vido lindo.

A mi regalo de infancia, mi compañera de risas, travesuras, enojos, malcriadeces, a ti flaquita linda.

A mis Descocadores, que sin duda alguna, pandearse sin ustedes no sería lo mismo. Los quiero esta vida y la otra.

A mis mecánicos favoritos. Ustedes también han sido un excelente complemento en esta etapa. Los aprecio muchísimo.

Karli

## TABLA DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN .....	II
CERTIFICACIÓN .....	III
AGRADECIMIENTOS .....	IV
DEDICATORIA.....	VI
TABLA DE CONTENIDOS .....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIII
ÍNDICE DE GRÁFICAS .....	XIV
ÍNDICE DE TABLAS.....	XV
RESUMEN.....	XIX
PRESENTACIÓN .....	XX
CAPÍTULO I.....	1
GENERALIDADES Y CARACTERÍSTICAS ESTRATIGRÁFICAS DEL CAMPO PALO AZUL Y FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LOS TIEMPOS NO PRODUCTIVOS .....	1
1.1    DESCRIPCIÓN DEL CAMPO .....	1
1.1.1    ANTECEDENTES.....	1
1.1.2    UBICACIÓN.....	2
1.1.3    LÍMITES .....	3
1.2    DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DEL CAMPO PALO AZUL.....	3
1.2.1    FORMACIONES DEL CUATERNARIO .....	4
1.2.2    FORMACIONES DEL TERCIARIO .....	4
1.2.3    CARACTERÍSTICAS ESTRATIGRÁFICAS DEL CAMPO PALO AZUL .....	5
1.3    DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA DEL CAMPO PALO AZUL .....	6
1.3.1    FORMACIÓN HOLLÍN .....	7
1.3.2    FORMACIÓN NAPO .....	9
1.3.2.1    Arenisca “T” .....	9
1.3.2.2    Arenisca “U” .....	10
1.3.3    FORMACIÓN TENA.....	10
1.3.3.1    Arena Basal Tena .....	11



1.3.4	FORMACIÓN TIYUYACU .....	11
1.4	TIEMPOS NO PRODUCTIVOS EN LA PERFORACIÓN (NPT) .....	13
1.4.1	CAUSAS DE LOS TIEMPOS NO PRODUCTIVOS EN LAS OPERACIONES DE PERFORACIÓN (NPT).....	13
1.4.1.1	FALLAS EN COMPONENTES DEL EQUIPO DE SUPERFICIE .....	13
1.4.1.2	FALLAS EN EL POZO .....	15
1.4.1.3	FALLAS EN COMPONENTES DEL EQUIPO DE SUBSUELO .....	17
CAPITULO II.....		19
SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE LOS POZOS PERFORADOS.....		19
2.1	INTRODUCCIÓN.....	19
2.2	POZO PALO AZUL F.....	19
2.2.1	RESEÑA HISTÓRICA .....	19
2.2.2	DESCRIPCIÓN DE PERFORACIÓN POR SECCIONES.....	21
2.2.2.1	Sección de 16" .....	21
2.2.2.2	Sección de 12 ¼" .....	23
2.2.2.3	Sección de 8 ½" .....	24
2.3	POZO PALO AZUL G.....	25
2.3.1	RESEÑA HISTÓRICA .....	25
2.3.2	DESCRIPCIÓN DE PERFORACIÓN POR SECCIONES.....	28
2.3.2.1	Sección de 16" .....	28
2.3.2.2	Sección 12 ¼" .....	29
2.3.2.3	Sección 8 ½" .....	30
2.3.2.4	Sección 6 1/8" .....	32
2.4	POZO PALO AZUL H .....	33
2.4.1	RESEÑA HISTÓRICA .....	33
2.4.2	DESCRIPCIÓN DE PERFORACIÓN POR SECCIONES.....	35
2.4.2.1	Sección de 16" .....	35
2.4.2.2	Sección de 12 ¼" .....	37
2.4.2.3	Sección de 8 ½" .....	38
2.5	POZO PALO AZUL I.....	39
2.5.1	RESEÑA HISTÓRICA .....	39
2.5.2	DESCRIPCIÓN DE PERFORACIÓN POR SECCIONES.....	42
2.5.2.1	Sección de 16" .....	42
2.5.2.2	Sección 12 ¼" .....	43
2.5.2.3	Sección de 8 ½" .....	45

2.5.2.4	Sección 8 ½" ST .....	45
2.6	POZO PALO AZUL J .....	46
2.6.1	RESEÑA HISTÓRICA .....	46
2.6.2	DESCRIPCIÓN DE PERFORACIÓN POR SECCIONES.....	48
2.6.2.1	Sección de 16" .....	48
2.6.2.2	Sección de 12 ¼" .....	49
2.6.2.3	Sección de 8 ½" .....	51
2.6.2.4	Sección de 6 1/8" .....	51
2.7	POZO PALO AZUL K.....	51
2.7.1	RESEÑA HISTÓRICA .....	51
2.7.2	DESCRIPCIÓN DE LA PERFORACIÓN POR SECCIONES.....	54
2.7.2.1	Sección de 16" .....	54
2.7.2.2	Sección de 12 ¼" .....	55
2.7.2.3	Sección de 12 ¼" ST .....	56
2.7.2.4	Sección de 8 1/2" .....	58
2.7.2.5	Sección de 6 1/8" .....	58
2.8	POZO PALO AZUL L.....	59
2.8.1	RESEÑA HISTÓRICA .....	59
2.8.2	DESCRIPCIÓN DE LA PERFORACIÓN POR SECCIONES.....	61
2.8.2.1	Sección de 16" .....	61
2.8.2.2	Sección de 12 ¼" .....	62
2.8.2.3	Sección 8 ½" .....	64
2.9	POZO PALO AZUL M.....	65
2.9.1	RESEÑA HISTÓRICA .....	65
2.9.2	DESCRIPCIÓN DE PERFORACIÓN POR SECCIONES.....	68
2.9.2.1	Sección de 16" .....	68
2.9.2.2	Sección de 12 ¼" .....	69
2.9.2.3	Sección de 12 ¼" ST .....	71
2.9.2.4	Sección de 8 ½" .....	73
CAPITULO III.....		75
ANÁLISIS DE LOS TIEMPOS NO PRODUCTIVOS DE LAS OPERACIONES DE PERFORACIÓN .....		75
3.1	INTRODUCCIÓN .....	75

3.2	PRESENTACIÓN DE DATOS PREVIOS AL ANÁLISIS TÉCNICO Y ESTADÍSTICO DE LOS TIEMPOS NO PRODUCTIVOS (NPT) .....	75
3.2.1	SECCIÓN DE 16" .....	76
3.2.2	SECCIÓN DE 12 ¼" .....	79
3.2.3	SECCIÓN DE 8 ½" .....	82
3.3	ANÁLISIS TÉCNICO ESTADÍSTICO DE LOS TIEMPOS NO PRODUCTIVOS (NPT).....	85
3.3.1	POR CADA SECCIÓN DE LOS POZOS DEL CAMPO PALO AZUL.....	85
3.3.2	POR LOGÍSTICA .....	87
CAPITULO IV .....		88
PROPUESTA DE PRÁCTICAS ALTERNATIVAS DE OPERACIONES DE PERFORACIÓN PARA MINIMIZAR LOS TIEMPOS NO PRODUCTIVOS.....		88
4.1	INTRODUCCIÓN .....	88
4.2	PRÁCTICAS ALTERNATIVAS PARA MINIZAR NPT EN LA SECCIÓN DE 16".....	88
4.2.1	SEGÚN ANÁLISIS DATOS PREVIOS .....	88
4.2.2	SEGÚN ANÁLISIS CHI-CUADRADO .....	91
4.3	PRÁCTICAS ALTERNATIVAS PARA MINIMIZAR NPT EN LA SECCIÓN DE 12 ¼" .....	92
4.3.1	SEGÚN ANÁLISIS DATOS PREVIOS .....	92
4.3.2	SEGÚN ANÁLISIS CHI-CUADRADO .....	96
4.4	PRÁCTICAS ALTERNATIVAS PARA MINIMIZAR NPT EN LA SECCIÓN DE 8 ½" .....	97
4.4.1	SEGÚN ANÁLISIS DATOS PREVIOS .....	97
4.4.2	SEGÚN ANÁLISIS CHI-CUADRADO .....	100
CAPITULO V .....		102
ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS TIEMPOS NO PRODUCTIVOS .....		102
5.1	INTRODUCCIÓN .....	102
5.2	ANÁLISIS DE COSTOS EN SUPERFICIE.....	102
5.2.1	PORCENTAJE DE COSTOS EN SUPERFICIE .....	103
5.3	ANÁLISIS DE COSTOS EN EL HOYO.....	104
5.3.1	PORCENTAJE DE COSTOS EN EL HOYO .....	105
5.4	COMPARACIÓN COSTOS SUPERFICIE - HOYO .....	106
CAPÍTULO VI.....		107
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		107
6.1	CONCLUSIONES .....	107

6.1.1	CONCLUSIONES GENERALES.....	107
6.1.2	CONCLUSIONES POR SECCIÓN.....	108
6.2	RECOMENDACIONES .....	109
6.2.1	RECOMENDACIONES GENERALES.....	109
6.2.2	RECOMENDACIONES POR SECCIÓN.....	110
	GLOSARIO .....	112
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	116
	ANEXOS .....	118

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1:</b> Ubicación Geográfica del Campo Palo Azul .....	2
<b>Figura 1-2:</b> Mapa de bloques petroleros de la República del Ecuador .....	3
<b>Figura 1-3:</b> Secuencia Sedimentaria Campo Palo Azul .....	5
<b>Figura 1-4:</b> Columna Estratigráfica de la Cuenca Oriente .....	6
<b>Figura 1-5:</b> Mapa Estructural de la Formación Hollín .....	8

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

<b>Gráfica 3.1:</b> Porcentaje de tiempos no productivos en la sección de 16" .....	76
<b>Gráfica 3.2:</b> Causas de los tiempos no productivos en la sección de 16" .....	76
<b>Gráfica 3.3:</b> Problemas vs. Tiempo.....	77
<b>Gráfica 3.4:</b> Porcentaje de tiempos no productivos en la sección de 12 ¼" .....	79
<b>Gráfica 3.5:</b> Causas de los tiempos no productivos en la sección de 12 ¼" .....	79
<b>Gráfica 3.6:</b> Porcentaje de tiempos no productivos en la sección de 8 ½" .....	82
<b>Gráfica 3.7:</b> Causas de los tiempos no productivos en la sección de 8 ½" .....	83
<b>Gráfica 3.8:</b> Problemas vs. Tiempo.....	83
<b>Gráfica 5.1:</b> Costos en superficie (barras de error, valor máximo y mínimo).....	103
<b>Gráfica 5.2:</b> Porcentaje de costos en superficie .....	104
<b>Gráfica 5.3:</b> Costos en hoyo (barras de error, valor máximo y mínimo) .....	105
<b>Gráfica 5.4:</b> Porcentaje de costos en el hoyo .....	105
<b>Gráfica 5.5:</b> Costos Superficie – Hoyo .....	106

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.1:</b> Datos del Campo Palo Azul .....	1
<b>Tabla 2.1:</b> Conjuntos de fondo utilizados en el pozo Palo Azul F .....	20
<b>Tabla 2.2:</b> Fluido de Perforación utilizado en el pozo Palo Azul F .....	21
<b>Tabla 2.3:</b> Cementación Tubería 13 3/8".....	22
<b>Tabla 2.4:</b> Tiempo no productivo, lecciones aprendidas y recomendaciones sección de 16" .....	22
<b>Tabla 2.5:</b> Cementación Tubería 9 5/8" .....	23
<b>Tabla 2.6:</b> Tiempo no productivo, lecciones aprendidas y recomendaciones sección de 12 1/4" .....	24
<b>Tabla 2.7:</b> Cementación Tubería 9 5/8" .....	25
<b>Tabla 2.8:</b> Tiempo no productivo, lecciones aprendidas y recomendaciones sección 8 1/2" .....	25
<b>Tabla 2.9:</b> Conjuntos de fondo utilizados en el pozo Palo Azul G.....	26
<b>Tabla 2.10:</b> Fluido de Perforación utilizado en el pozo Palo Azul G .....	27
<b>Tabla 2.11:</b> Cementación Tubería 13 3/8" .....	28
<b>Tabla 2.12:</b> Cementación Tubería 9 5/8".....	29
<b>Tabla 2.13:</b> Tiempo no productivo, lecciones aprendidas y recomendaciones sección 12 1/4" .....	30
<b>Tabla 2.14:</b> Cementación Tubería 9 5/8" .....	31
<b>Tabla 2.15:</b> Tiempo no productivo, lecciones aprendidas y recomendaciones sección de 8 1/2" .....	32
<b>Tabla 2.16:</b> Tiempo no productivo, lecciones aprendidas y recomendaciones sección de 6 1/8" .....	33
<b>Tabla 2.17:</b> Conjuntos de fondo utilizados en el pozo Palo Azul H.....	34

<b>Tabla 2.18:</b> Fluido de Perforación utilizado en el pozo Palo Azul H .....	35
<b>Tabla 2.19:</b> Cementación Tubería 13 3/8" .....	36
<b>Tabla 2.20:</b> Tiempo no productivo, lecciones aprendidas y recomendaciones sección de 16 " .....	36
<b>Tabla 2.21:</b> Cementación Tubería 9 5/8" .....	37
<b>Tabla 2.22:</b> Tiempo no productivo, lecciones aprendidas y recomendaciones sección de 12 1/4" .....	38
<b>Tabla 2.23:</b> Cementación Liner de 7" .....	39
<b>Tabla 2.24:</b> Tiempo no productivo, lecciones aprendidas y recomendaciones sección de 8 1/2" .....	39
<b>Tabla 2.25:</b> Conjuntos de fondo utilizados en el pozo Palo Azul I.....	40
<b>Tabla 2.26:</b> Fluido de Perforación utilizado en el pozo Palo Azul I .....	42
<b>Tabla 2.27:</b> Cementación Tubería 13 3/8" .....	43
<b>Tabla 2.28:</b> Cementación Tubería 9 5/8" .....	44
<b>Tabla 2.29:</b> Tiempo no productivo, lecciones aprendidas y recomendaciones sección de 12 1/4" .....	44
<b>Tabla 2.30:</b> Tiempo no productivo, lecciones aprendidas y recomendaciones sección de 8 1/2" .....	46
<b>Tabla 2.31:</b> Conjuntos de fondo utilizados en el pozo Palo azul J .....	47
<b>Tabla 2.32:</b> Fluido de Perforación utilizado en el pozo Palo Azul J .....	48
<b>Tabla 2.33:</b> Cementación Tubería 13 3/8" .....	49
<b>Tabla 2.34:</b> Cementación Tubería 9 5/8" .....	50
<b>Tabla 2.35:</b> Tiempo no productivo, lecciones aprendidas y recomendaciones sección de 12 1/4" .....	50
<b>Tabla 2.36:</b> Cementación Liner de 7" .....	51
<b>Tabla 2.37:</b> Conjuntos de fondo utilizados en el pozo Palo Azul K .....	52



<b>Tabla 2.38:</b> Fluido de Perforación utilizado en el pozo Palo Azul K .....	54
<b>Tabla 2.39:</b> Cementación Tubería 13 3/8" .....	55
<b>Tabla 2.40:</b> Tiempo no productivo sección de 16" .....	55
<b>Tabla 2.41:</b> Cementación Tubería 9 5/8" .....	56
<b>Tabla 2.42:</b> Tiempo no productivo, lecciones aprendidas y recomendaciones sección de 12 1/4" .....	57
<b>Tabla 2.43:</b> Cementación Liner de 7" .....	58
<b>Tabla 2.44:</b> Conjuntos de fondo utilizados en el pozo Palo Azul L .....	59
<b>Tabla 2.45:</b> Fluido de Perforación utilizado en el pozo Palo Azul L .....	60
<b>Tabla 2.46:</b> Cementación Tubería 13 3/8" .....	61
<b>Tabla 2.47:</b> Tiempo no productivo sección 16" .....	62
<b>Tabla 2.48:</b> Cementación Tubería 9 5/8" .....	63
<b>Tabla 2.49:</b> Cementación Liner de 7" .....	64
<b>Tabla 2.50:</b> Tiempo no productivo, lecciones aprendidas y recomendaciones sección de 8 1/2" .....	65
<b>Tabla 2.51 :</b> Conjuntos de fondo utilizados en el pozo Palo Azul M .....	66
<b>Tabla 2.52:</b> Fluido de Perforación utilizado en el pozo Palo Azul M.....	67
<b>Tabla 2.53:</b> Cementación Tubería 13 3/8" .....	68
<b>Tabla 2.54:</b> Tiempo no productivo, lecciones aprendidas y recomendaciones sección de 16" .....	69
<b>Tabla 2.55:</b> Tiempo no productivo, lecciones aprendidas y recomendaciones sección 12 1/4" .....	70
<b>Tabla 2.56:</b> Cementación Tubería 12 1/4" .....	72
<b>Tabla 2.57:</b> Tiempo no productivo, lecciones aprendidas y recomendaciones sección 12 1/4 "ST .....	72
<b>Tabla 2.58:</b> Cementación Liner de 7" .....	74

<b>Tabla 3.1:</b> Tiempos No Productivos (hrs) y Causas de la sección de 16" .....	78
<b>Tabla 3.2:</b> Tiempos No Productivos (hrs) y Causas de la sección de 12 ¼" .....	80
<b>Tabla 3.3:</b> Tiempos No Productivos (hrs) y Causas de la sección 8 ½" .....	84
<b>Tabla 5.1:</b> Problemas presentados en superficie .....	102
<b>Tabla 5.2:</b> Problemas presentados en el hoyo .....	104

## RESUMEN

El presente proyecto se detalla por Capítulos especificando los siguientes puntos:

Iniciamos con la descripción de las generalidades y características estratigráficas del Campo Palo Azul; además de fundamentos teóricos que definen los tiempos no productivos y cómo estos surgen.

Posteriormente se efectuará una sistematización de la información de los pozos, mediante los reportes de la Empresa Operadora, para visualizar de mejor manera lo que en este Campo está ocurriendo en cuanto a problemas de perforación que ocasionan a los tiempos no productivos.

Con el detalle de la sistematización de la información realizaremos un análisis de los tiempos no productivos recurrentes en las operaciones de perforación para después generar propuestas de prácticas alternativas de operación y lograr minimizar la generación de estas pérdidas de tiempo.

Mediante un análisis de costos de los tiempos no productivos en el Campo Palo Azul podemos constatar cuales son los problemas que mayor pérdida de dinero ocasionan.

Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones obtenidas de las respuestas a los análisis para lograr optimizar futuras operaciones.

Por tanto, en nuestro proyecto se presentan seis Capítulos que tienen la finalidad de establecer estrategias que puedan optimizar los tiempos no productivos. Aquí podemos encontrar las fallas que, en las operaciones de perforación se dan a causa de tres razones importantes, las cuales deben ser tomadas muy en cuenta en el plan de perforación para que estas pérdidas de tiempo, que implican a su vez, pérdidas de costos, no surjan en operaciones futuras.

## **PRESENTACIÓN**

Este proyecto pretende analizar las razones técnicas y operativas de los tiempos no productivos ocasionados en el Campo Palo Azul a partir del año 2012; además de proponer prácticas alternativas para lograr optimizar la generación de los tiempos no productivos en las operaciones de perforación.

Para ello, son ocho pozos los analizados con los reportes de perforación emitidos por parte de la Empresa Operadora, con la finalidad de obtener datos técnicos y estadísticos de los resultados que durante las operaciones de perforación se han dado y poder obtener desenlaces que permitan en un futuro que los tiempos no productivos no afecten a dicha actividad.

En base al estudio realizado se estableció propuestas de prácticas alternativas para mejorar pérdidas de tiempos y costos en las operaciones de perforación.

## CAPÍTULO I

### GENERALIDADES Y CARACTERÍSTICAS ESTRATIGRÁFICAS DEL CAMPO PALO AZUL Y FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LOS TIEMPOS NO PRODUCTIVOS

#### 1.1 DESCRIPCIÓN DEL CAMPO

##### 1.1.1 ANTECEDENTES

En el año 1999 el Campo Palo Azul fue descubierto por la perforación del pozo exploratorio Palo Azul-A y en el año 2000 se perforó el pozo Palo Azul-B. Con el ensayo de producción de estos dos pozos y el análisis de los registros eléctricos, se definió el contacto agua petróleo (CAP) a una profundidad de 9045 pies bajo el nivel del mar.

El primer pozo perforado alcanzó una profundidad de 10423 pies. El Campo se ha desarrollado hasta la actualidad a partir de cuatro plataformas (well pads A, B, C y D). Actualmente, este Campo tiene 35 pozos perforados: 32 productores de petróleo y 3 re inyectores de agua.

El principal reservorio del Campo Palo Azul es la arenisca de la Formación Hollín. Los reservorios secundarios que tiene el Campo son las areniscas de Basal Tena y las areniscas “U” y “T” de la Formación Napo.

**Tabla 1.1:** Datos del Campo Palo Azul

Localización:	<b>Cuenca Oriente – Provincia de Orellana</b>
Área:	31.1 Km <sup>2</sup>
Número de Pozos:	32 Productores de Petróleo
	3 Inyectores de Agua
Total Pozos	35

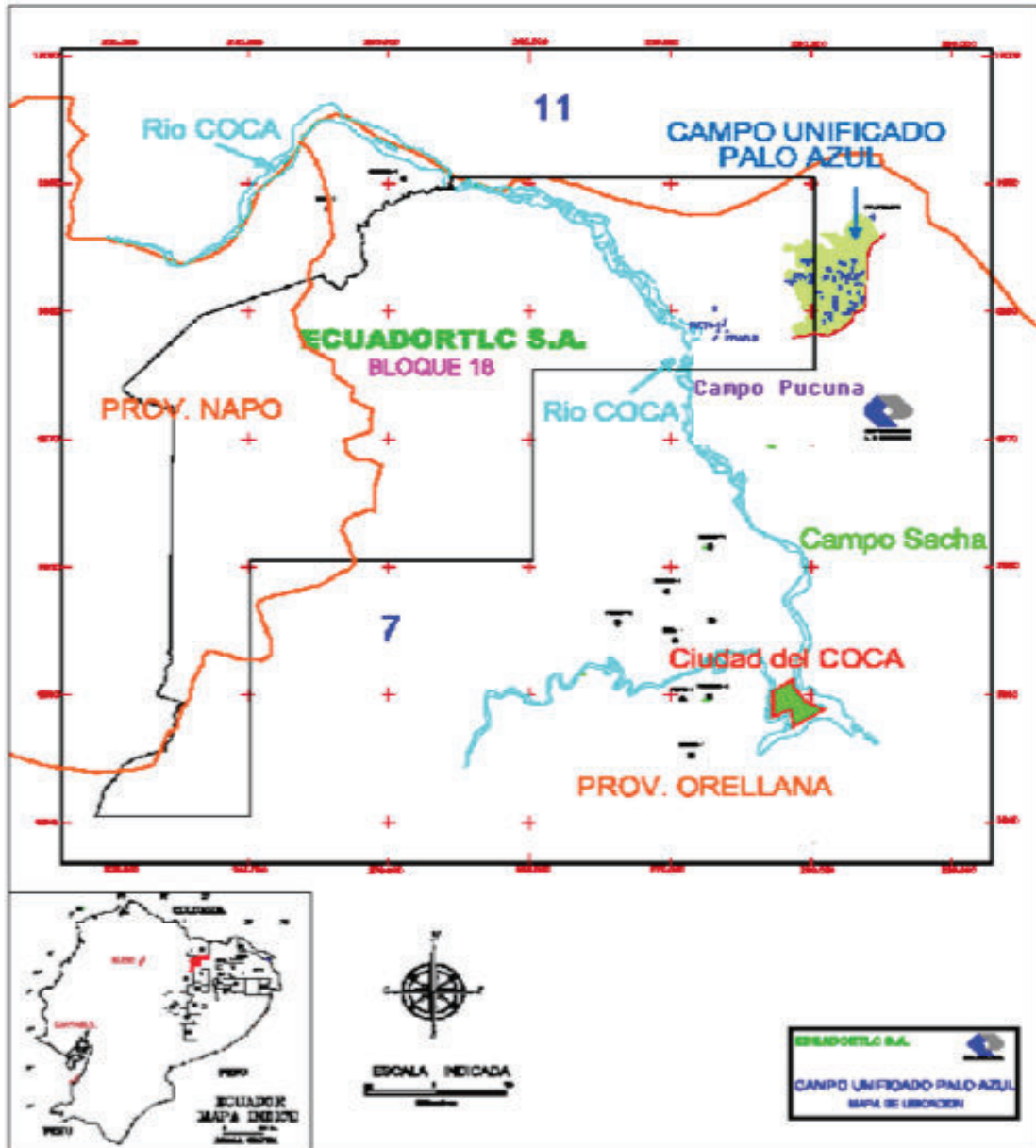
**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira

## 1.1.2 UBICACIÓN

El Campo Palo Azul se encuentra ubicado al noroeste del Campo Sacha, al Este del Río Coca y Noreste del Campo Pacuna, en la provincia de Orellana de la Región Amazónica del Ecuador. Específicamente a 60 Km de la ciudad del Coca, véase la figura 1.1.

**Figura 1-1:** Ubicación Geográfica del Campo Palo Azul



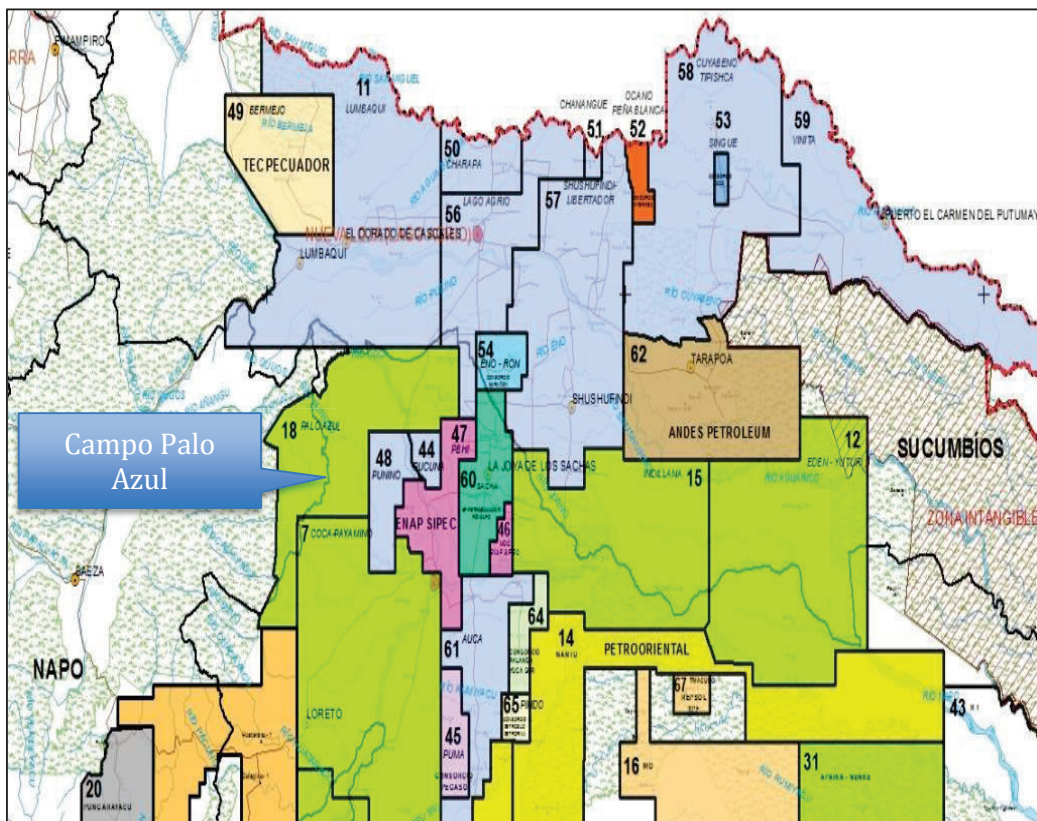
**Fuente:** Reportes de perforación empresa operadora

**Elaborado por:** Departamento de Reservorios

### 1.1.3 LÍMITES

Los límites del bloque 18 de acuerdo al mapa de bloques petroleros de la República del Ecuador son: al Norte el Bloque 11 perteneciente a la Corporación Nacional Petrolera China, al Sur por el Bloque 7 perteneciente a Perenco, al este por los Bloques 44 y 48 Y al Oeste el Parque Nacional Sumaco, véase a la figura 1.2.

**Figura 1-2:** Mapa de bloques petroleros de la República del Ecuador



**Fuente:** Ministerio de Recursos no Renovables

**Elaborado por:** Ministerio de Recursos no Renovables

## 1.2 DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DEL CAMPO PALO AZUL

El Campo Palo Azul está ubicado geológicamente al Oeste del eje axial de la cuenca cretácica Napo. Está limitado al Este por una falla inversa de alto ángulo que se origina en el basamento, de aproximadamente unos 10 km de

largo es su eje principal con dirección Norte-Sur a Noreste-Sureste y un ancho máximo de 5 km en dirección Oeste-Este.

Por los registros eléctricos a hueco abierto realizados, se mostró una columna importante con saturación de petróleo en la Formación Hollín, además de varias pruebas de producción en varios intervalos del pozo Palo Azul-B.

### **1.2.1 FORMACIONES DEL CUATERNARIO**

La litología del Campo Palo Azul está caracterizado por una secuencia estratigráfica compuesta de arcillolita que tiene un color gris verdoso, es suave a moderadamente dura no calcárea, arenisca de grano fino sin manifestaciones de hidrocarburo y conglomerado suelto, de grano grueso, cuarzoso de porosidad no visible con intercalaciones de limolita la cual es suave, de corte irregular y de textura terrosa con esporádicos niveles de anhidrita suave y lentes de carbón moderadamente duros con inclusiones de micro pirita hacia su sección media. (Reportes de perforación del Campo Palo azul, Empresa Operadora, 2012).

### **1.2.2 FORMACIONES DEL Terciario**

Siguiendo con la depositación del Campo, las formaciones del terciario están conformadas de arcillolita moderadamente dura de corte irregular y textura cerosa, ligeramente calcárea, con inclusiones de micro pirita y nódulos de calcio. También consta de niveles finos hacia la parte superior de arenisca de grano muy fino, cuarzosa, de porosidad no visible y sin manifestación de hidrocarburo.

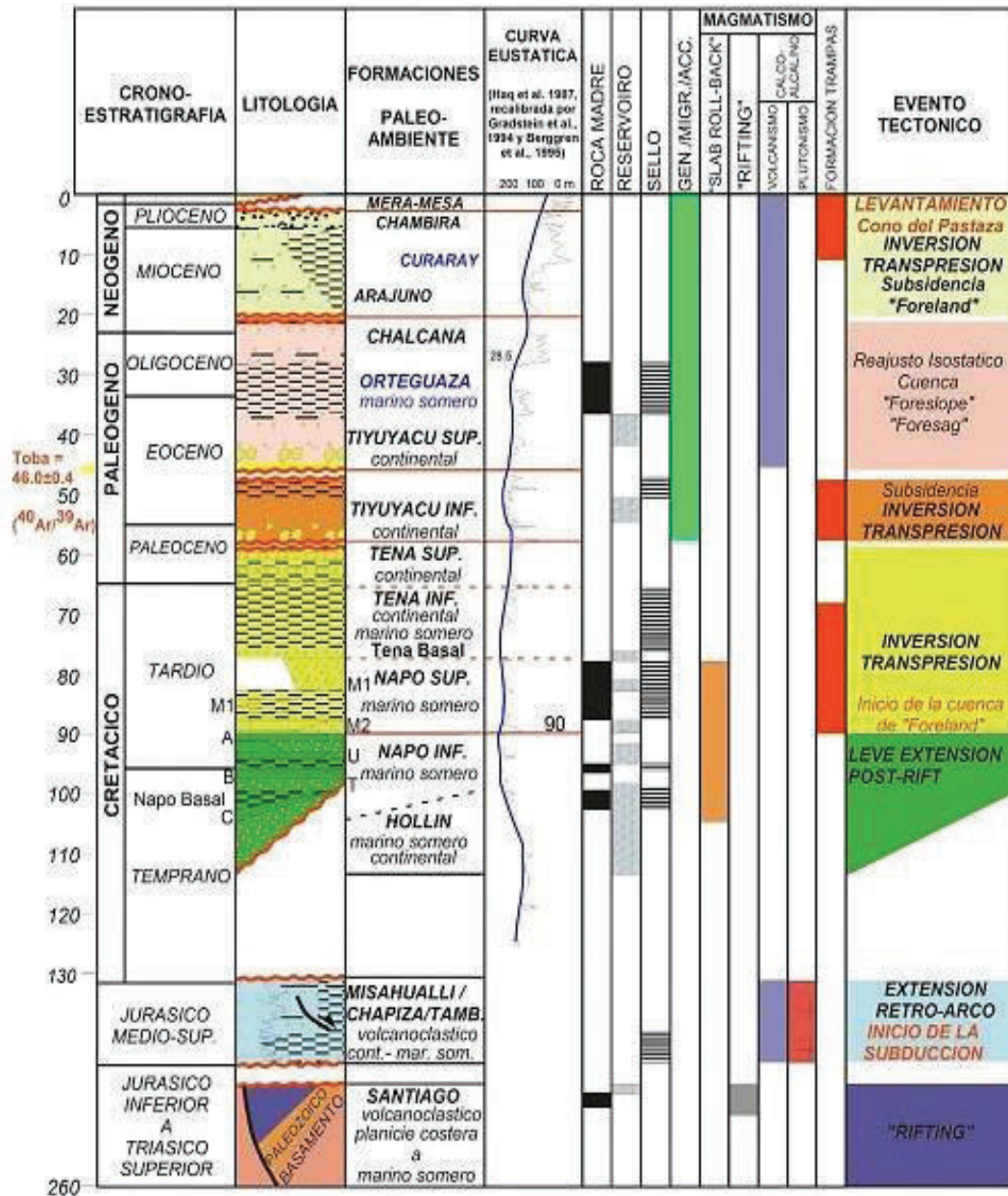
Las formaciones del terciario son las siguientes: Chalcana, Orteguzza, Tiyuyacu y Tena. (Reportes de perforación del Campo Palo azul, Empresa Operadora, 2012).



### 1.2.3 CARACTERÍSTICAS ESTRATIGRÁFICAS DEL CAMPO PALO AZUL

La estructura geológica de la Cuenca Oriente está generalizada en la secuencia sedimentaria (Figura 1.3). La secuencia sedimentaria de la Cuenca Oriente se deposita sobre un basamento cristalino del margen occidental del Escudo Precámbrico Guayanés.

**Figura 1-3:** Secuencia Sedimentaria Campo Palo Azul



Fuente: La Cuenca Oriente: Geología y Petróleo


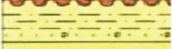














Elaborado por: Patricio Baby-Marco Rivadeneira-Roberto Barragan

### 1.3 DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA DEL CAMPO PALO AZUL

Con los estudios realizados en el Campo Palo Azul y basados en los datos geológicos obtenidos, se ha podido establecer un patrón de depositación y de evolución del ambiente fluvial de la arena hollín, a continuación un ambiente estuario y termina con un depósito de costa y mar abierto donde hay una depositación de la caliza "C" que es el nivel que cierra la secuencia de depósito.

En la figura 1.4 se observa la columna estratigráfica. (Reportes de perforación del Campo Palo azul, Empresa Operadora, 2012).

**Figura 1-4: Columna Estratigráfica de la Cuenca Oriente**

EDAD		FORMACIÓN	DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA		
Q		MESA		Terrazas de arcillas y arenisca tobáceas, Conglomerados	
TERCIARIO	OLIGOCENO – PLIOGENOCENO	CHAMBIRA		Arcillas, areniscas, conglomerados	CONTIN.
		ARANJUNO		Conglomerados, arcillas en partes	
		CHALCANA		Arcillas, poca arenisca	MARINO
		ORTEGUASA		Lutitas pardas, poca arenisca	CONTIN.
		TIYUYACU		Arcillas rojas, verdes, violeta, areniscas gruesas y conglomerado	
CRETÁCICO	MAAS	TENA		Arcilla roja y areniscas	MARINO
		M - 1		Arenisca blanca cuarzosa porosa, permeable	
	APT - SANT	NAPO		"A" - Arenisca "U" - Caliza "B" - Arenisca "T" - Caliza	
		HOLLÍN		Arenisca cuarzosa blanca	
JURÁSICO	M U	Misahulli		Flujos de lava, brechas, "Red Beds", arcillas, y arenisca, poco conglomerado	CONTINENTAL
		CHAPIZA		Calizas y esquistos (bituminosos), escasa arenisca	MARINO
		SANTIAGO		Caliza, lutita, dolomita, arenisca	
PALEOZOICO	MISSDEV - PERMPENS - L	MACUMA		Lutita gris-negro	
		PUMBUIZA		Esquisto, gneis, granito	
P C		BASAMENTO			

**Fuente:** La Cuenca Oriente: Geología y Petróleo

**Elaborado por:** Patricio Baby-Marco Rivadeneira-Roberto Barragan

### 1.3.1 FORMACIÓN HOLLÍN

La Formación Hollín es la principal arena productora del Campo con un espesor promedio de 290 pies, tiene presencia de hidrocarburos con intercalaciones de lutitas, en su parte inicial presenta arenisca cuarzosa, transparente, en partes suelta, de grano fino, subangular a subredondeado, cemento calcáreo, con micro pirita, presenta intercalaciones de lutitas.

La parte inferior es arenisca cuarzosa, translúcida, de grano medio a grueso, de selección moderada matriz no visible. (Baby, 2004)

Esta formación ha sido dividida en 4 Zonas importantes las mismas que fueron interpretadas para realizar el modelo estratigráfico del reservorio:

**Zona 1 (mar abierto):** se caracteriza por la presencia de depósitos calcáreos y asociados a la Caliza C, es de color gris, café claro, transparente a translucido, friable a suelta, grano fino a medio, cuarzosa, subangular a angular, moderada selección, cemento calcáreo, porosidad moderadamente visible, en partes con inclusiones de glauconita.

La lutita presente es de color gris, gris claro, moderadamente dura, textura terrosa a cerosa, no calcárea, con inclusiones de micro pirita. (Baby, 2004)

**Zona 2 (planicie costera):** se caracteriza por la presencia más o menos abundante de glauconita y fauna marina. Esta zona está constituida por areniscas cuarzosas finas a muy finas y finas intensamente, bioturbadas y cementadas con abundante glauconita. (Baby, 2004)

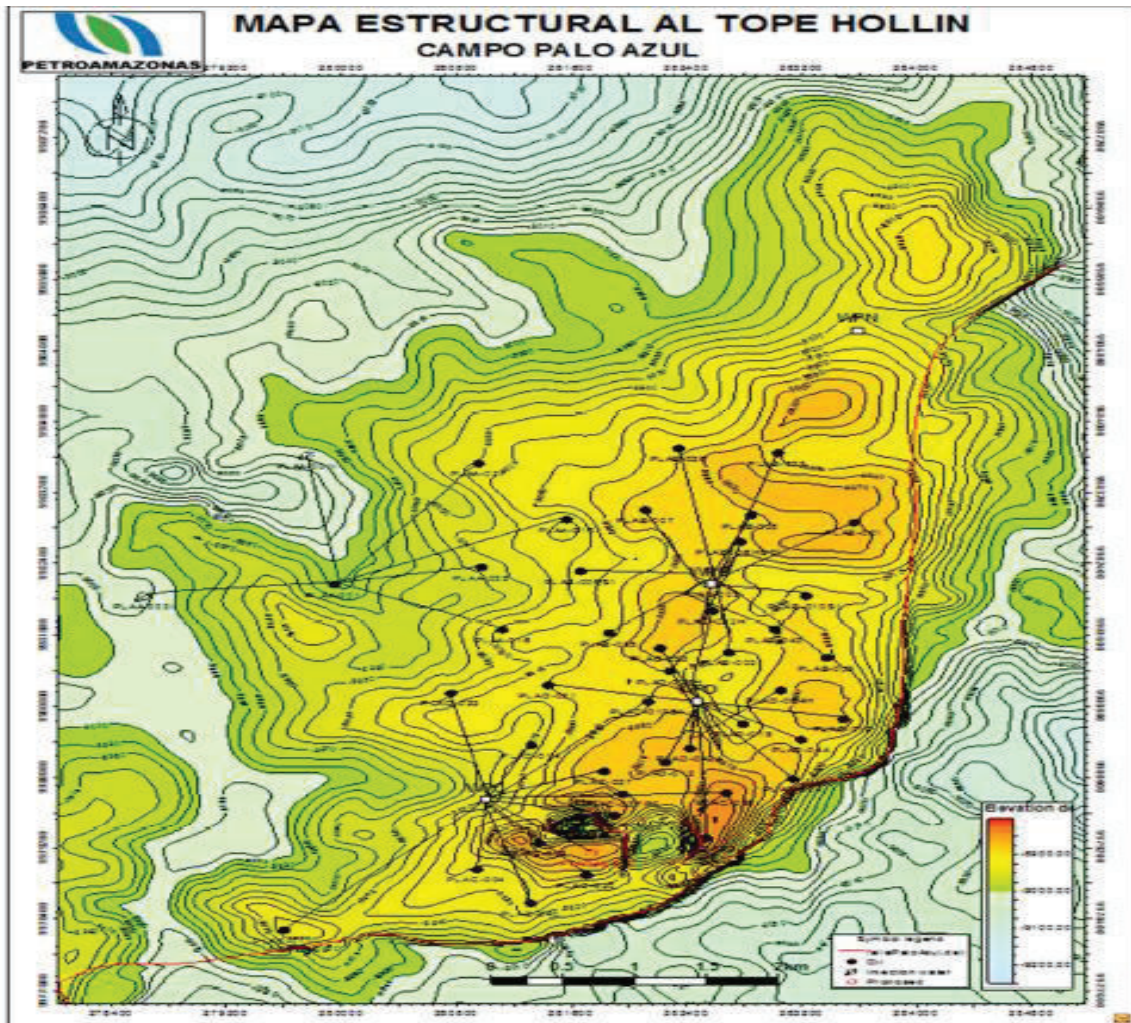
**Zona 3 (Estuario dominado por mareas):** se caracteriza por una sucesión de sedimentos depositados en un ambiente continental a transicional; además por presentar sucesiones constituidas por niveles de areniscas limpias con finas intercalaciones de niveles limolíticos y lutíticos. (Baby, 2004)



**Zona 4 (Fluvial):** constituidas por areniscas limpias y masivas depositadas en un sistema fluvial de tipo meandriforme como secuencias de point bar y relleno de canal, de color café claro, translúcida a transparente friable, grano fino a muy fino, cuarzosa, subredondeada a redondeada, moderada selección, cemento calcáreo, porosidad regular visible.

La lutita presente es gris oscura, moderadamente dura a suave, corte fisil, laminar, planar, textura cerosa a terrosa, no calcárea, con inclusiones de micro pirita. En la Figura 1.5 tenemos el mapa estructural de la formación Hollín. (Baby, 2004)

**Figura 1-5:** Mapa Estructural de la Formación Hollín



**Fuente:** Reporte Final de Geología pozo Palo Azul F  
**Elaborado por:** Empresa Operadora

### 1.3.2 FORMACIÓN NAPO

La formación Napo tiene un espesor alrededor de 1150 pies, está compuesta por una secuencia de lutitas y calizas con intercalaciones de areniscas.

La formación Napo se la considera como un grupo, en la cual se hallan los reservorios correspondientes a los miembros: Arenisca “U” y Arenisca “T”, definidos de acuerdo a características litológicas específicas. (Reportes de perforación del Campo Palo azul, Empresa Operadora, 2012).

#### 1.3.2.1 *Arenisca “T”*

Este estrato está compuesto de arenisca con intercalaciones de lutita y caliza, y tiene un espesor aproximado de 120 pies.

En la parte superior son areniscas calcáreas, de color gris claro, café claro, translúcida, friable, grano fino a muy fino, subredondeada, moderada selección, matriz caolinítica, cemento ligeramente calcáreo, pobre porosidad visible, con inclusiones de glauconita y micro pirita.

En la base aparecen niveles de cuarzo-arenita, normalmente de color café claro, translúcida a transparente, de grano fino a medio, cuarzosa, subredondeada a redondeada, moderada selección, presenta ocasionalmente matriz caolinítica, cemento ligeramente calcáreo, porosidad moderadamente visible. Se observa regular manifestación de hidrocarburos: 10-20% de la muestra.

La caliza presente en la formación, es normalmente de color crema, moderadamente dura a suave, corte irregular, porosidad no visible, con inclusiones de glauconita. Sin manifestación de hidrocarburos, la lutita es de color gris oscuro, moderadamente dura, corte planar, laminar, físil, textura cerosa, no calcárea. (Reportes de perforación del Campo Palo azul, Empresa Operadora, 2012).

### **1.3.2.2** *Arenisca “U”*

Esta formación tiene un espesor aproximado de 100 pies está comprendido de arenisca con intercalaciones finas de lutita.

La arenisca es de color café claro, gris claro, translúcida a transparente, grano muy fino a fino, cuarzosa, subredondeada, moderada selección, matriz caolinítica, cemento calcáreo, pobre porosidad visible, en partes con inclusiones de glauconita. Se observa pobre manifestación de hidrocarburos.

Las intercalaciones de lutita son de color gris oscura, negra, moderadamente dura, blocosa, textura cerosa, calcárea. (Reportes de perforación del Campo Palo azul, Empresa Operadora, 2012).

### **1.3.3 FORMACIÓN TENA**

Esta formación es asociada con un cambio litológico importante, se puede observar en ciertos afloramientos del sistema subandino de la parte occidental de la Cuenca.

Está constituida por niveles de arcillolitas con intercalaciones finas de limolitas y areniscas. Hacia la base se presenta un lente de calizas.

La arcillolita presente tiene un color café rojizo, suave a moderadamente dura, corte irregular, textura terrosa a cerosa no calcárea, hay intercalaciones de limolitas de color café rojizo, mostaza, moderadamente dura a suave, ligeramente calcárea.

Para la formación Tena la arenisca presente tiene una coloración gris claro, translúcida a transparente, grano fino a medio, cuarzosa, subredondeada a subangular, de selección moderada, cemento calcáreo y en partes tienen inclusiones de micro pirita. (Reportes de perforación del Campo Palo azul, Empresa Operadora, 2012).

### 1.3.3.1 *Arena Basal Tena*

Tiene un espesor de 12 pies, presenta un fino estrato de arenisca con intercalaciones de arcillolitas y limolitas.

La arenisca es Gris clara, blanca, hialina, translúcida a transparente, grano fino a muy fino, cuarzosa, subredondeada, moderada selección, matriz argilítica, cemento calcáreo, porosidad no visible. Se observa trazas de hidrocarburos, la arcillolita es de color café rojizo, café claro, moderadamente dura, forma blocosa a irregular, textura terrosa a cerosa, ligeramente calcárea, soluble y la Limolita es café claro, verde claro, moderadamente duro a suave, forma blocosa a irregular, textura terrosa, ligeramente calcárea, gradando a arenisca de grano fino. (Reportes de perforación del Campo Palo Azul, Empresa Operadora, 2012).

### 1.3.4 FORMACIÓN TIYUYACU

La Formación Tiyuyacu está compuesta por una secuencia de arcillolitas intercaladas con limolitas y areniscas.

Además presenta tres cuerpos de conglomerados siendo el superior y medio cuarzoso, en tanto que el inferior está constituido por chert.

Estos tres cuerpos de conglomerados son:

- **CONGLOMERADO SUPERIOR TIYUYACU**

Presenta con intercalaciones de arcillolita, limolita, arenisca y conglomerado.

Esta secuencia está comprendida por un conglomerado cuarzoso y se define así:

Conglomerado gris claro, blanco, transparente a translúcido, suelto, grano medio a grueso, cuarzoso, subangular, moderada selección, matriz no visible, cemento no visible, porosidad no visible.

La Arcillolita Crema, gris verdoso, café rojizo, suave, forma irregular, textura terrosa, no calcárea, soluble.

Limolita Gris, café rojizo, gris claro, suave a moderadamente dura, forma irregular a blocosa, textura terrosa, no calcárea.

Arenisca Blanca, gris claro, translúcida, friable, grano fino, cuarzosa, subangular, buena selección, matriz no visible, cemento ligeramente calcáreo, porosidad no visible. Sin manifestación de hidrocarburos.

- **CONGLOMERADO MEDIO TIYUYACU**

Presenta intercalaciones finas de arcillolita, limolita y arenisca.

Esta secuencia está comprendida por conglomerado cuarzoso que se lo define de la siguiente manera:

Conglomerado Mostaza, amarillo claro, transparente a translúcido, suelto, grano medio a grueso, cuarzoso, angular a subangular, moderada selección, matriz arenosa, cemento no visible, porosidad no visible.

Arcillolita ladrillo, café claro, suave, forma irregular, textura terrosa, no calcárea.  
Limolita Café rojizo, gris claro, café amarillento, suave a moderadamente dura, forma irregular, textura terrosa, no calcárea, en partes gradando a arenisca de grano muy fino.

- **CONGLOMERADO INFERIOR TIYUYACU**

Presenta intercalaciones finas de arcillolita.

Conglomerado Chert es de color café oscuro, muy duro, se presenta en fragmentos angulares de fractura concoideal.



Arcillolita Café, crema, suave, forma irregular, textura terrosa, no calcárea, plástica y soluble. (Reportes de perforación del Campo Palo Azul, Empresa Operadora, 2012).

#### 1.4 TIEMPOS NO PRODUCTIVOS EN LA PERFORACIÓN (NPT)

El tiempo no productivo en las operaciones de perforación es aquel tiempo donde no hay avance por causantes que se presentan en dicha actividad.

Inicia desde que se evidencia una actividad improductiva hasta que se encuentra de nuevo las condiciones operacionales productivas que tenían antes del evento imprevisto. (TESCO, 2010).

##### 1.4.1 CAUSAS DE LOS TIEMPOS NO PRODUCTIVOS EN LAS OPERACIONES DE PERFORACIÓN (NPT)

De acuerdo con los reportes de perforación de las empresas operadoras las causas de los tiempos no productivos (NPT) que se presentaron en las operaciones de perforación se debe a tres factores:

- Fallas en los componentes del equipo de superficie y subsuelo.
- Fallas en el pozo.
- Mala planificación.

##### 1.4.1.1 *FALLAS EN COMPONENTES DEL EQUIPO DE SUPERFICIE*

- **BOMBAS DE LODO**

Recircular el lodo con gas disuelto puede ser peligroso y reducirá la eficiencia de la bomba y disminuirá la presión hidrostática necesaria para balancear la presión de formación.

- **GENERADORES**

En los generadores se pueden presentar fallas de tipo mecánico o por el mal uso de los equipos por parte del personal o por el mismo desgaste del generador este puede presentar fallas lo que genera una pérdida en el tiempo pero esto no es considerable ya que se tiene por lo general generadores de reserva que ayudan cuando el generador principal está fallando.

- **VIBRADORES**

Pueden ocasionar desgaste prematuro y hasta fallas en la tubería y en la broca.

- **TOP DRIVE / KELLY**

Si tenemos pega de tubería durante el viaje se debe circular para sacar el Kelly el cual tendría que sacarse del hueco de ratón y conectarse nuevamente a la sarta de perforación, esto en caso de usar el Top Drive y tener a un lado el Kelly, procedimiento que puede tardar entre 5 a 10 minutos en el mejor de los casos, tiempo en el que puede empeorar la pega.

- **LÍNEA DE PERFORACIÓN**

Esta se desgasta registrándose en términos de la carga movida a una cierta distancia, permitiendo determinar cuando la línea de perforación usada requiere que se la reemplace por línea nueva.

- **PROBLEMAS CABEZAL**

Tiempo consumido en reparar fugas solo durante la instalación de los equipos sobre el pozo.

Dentro del equipo hay un tiempo destinado a reparaciones, el tiempo no productivo para el equipo debe ser el tiempo registrado inactivo adicional al tiempo fijo acordado para las reparaciones.

#### **1.4.1.2 FALLAS EN EL POZO**

Las principales causas de pérdida de tiempo en estas operaciones son las relacionadas con:

#### **PROBLEMAS EN EL HOYO**

Tiempos relacionados a la formación, a las condiciones operacionales y problemas mecánicos que impiden que las operaciones de perforación continúen. Estos problemas pueden ser: derrumbes o inestabilidad del hoyo, pérdidas de circulación parcial o total del fluido de perforación, desviación del hoyo, atascamiento de la sarta de perforación, arremetida y reventona.

- **INESTABILIDAD DEL HOYO**

Cambio del estado inicial de los esfuerzo en la formación, ocasionando la redistribución de los mismos en la vecindad del pozo.

Esta acción puede exceder la fuerza de la roca y ocasionar una falla. Este tipo de problema es muy común en formaciones lutíticas ya que sus propiedades varían de una zona a otra. (Infante, s.f.)

- **PÉRDIDAS DE CIRCULACIÓN**

Tiempo asociado con invasión de los fluidos de perforación y lechadas de cemento dirigidas hacia la formación relacionados con el tipo de formación que se está perforando, condiciones del hoyo y presión ejercida por la columna de fluido de perforación.

- **ATASCAMIENTO DE LA SARTA DE PERFORACIÓN**

Tiempo desde que la sarta de perforación, el revestidor o una herramienta no pueden ser movidos hacia adentro o hacia fuera del hoyo, hasta que se encuentre de nuevo en las condiciones operacionales iniciales. (Rivera, 2010)

### **OPERACIONES DE PESCA**

Tiempo en que se realiza una operación de pesca para liberar una tubería atascada o para sacar del hoyo cualquier objeto caído.

### **SIDETRACK**

Tiempo en que un pozo se perfora en forma mayormente paralela al pozo original, que puede resultar inaccesible debido a la existencia de pescas irre recuperables, detritos en el pozo, o en su defecto un pozo colapsado.

- **ARREMETIDAS**

Tiempo perdido por la entrada no deseada de los fluidos de la formación al pozo cuando la presión hidrostática originada por la columna de perforación es insuficiente para mantener los fluidos de la formación.

- **VIAJES DE RECONOCIMIENTO**

Tiempo asociado a un problema del hoyo que no permite seguir perforando normalmente.

- **FALLA DE TUBERÍA DE PERFORACIÓN**

Proceso de corrosión-fatiga, se forman grietas pequeñísimas que se abren en superficie y se cierran al trabajar la tubería en rotación y los fluidos corrosivos se bombean entrando y saliendo de las grietas, abriéndolas tanto por falla mecánica como por corrosión.

- **MALA SELECCIÓN DE LA TUBERÍA DE REVESTIMIENTO**

Mala selección del tubo para la profundidad y presiones. Daños durante el transporte o manipulación. Exceso de torque para forzar la bajada del tubo al pozo.

- **LOGÍSTICA / MAL TIEMPO**

Condiciones ambientales y sociales como pueden ser los paros cívicos o sindicales.

#### **1.4.1.3 *FALLAS EN COMPONENTES DEL EQUIPO DE SUBSUELO***

- **MWD**

Elementos de Herramientas de fondo.

Equipo de sarta de Perforación: torceduras, roturas por erosiones, derrumbes, sartas desenroscadas, tubería taponada, barrena taponada y falla de la barrena.

- **EQUIPO DE TOMAR REGISTROS**

Herramientas de LWD, herramientas de toma de registros con cable, herramientas de registro atoradas, falla del equipo en superficie incluyendo carreteles de cable, fallas eléctricas.

#### **PROBLEMAS EN LA CEMENTACIÓN**

Condiciones pobre del hoyo es decir la formación de patas de perro, desgastes, llenado del hoyo.

Condiciones pobre del fluido de perforación causa pérdida de circulación o filtración, contenido alto de sólidos, incompatibilidad del fluido de perforación con el cemento.

Centralización pobre debido a mala colocación del cemento alrededor de la tubería de revestimiento

Presiones que causan problemas son: alta, anormal, subnormal.

### **PROBLEMAS DE LOGÍSTICA/MAL TIEMPO**

Tiempo de inactividad del equipo por espera de fenómenos naturales o condiciones ambientales.

### **REPARACIONES**

Tiempo por fallas o reparación de los componentes o equipos de superficie o perforación suministrados por la Contratista.

### **ESPERA**

Tiempo perdido por espera de suministros, por toma de decisiones, y servicios procurados por la compañía.

## **CAPITULO II**

### **SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE LOS POZOS PERFORADOS**

#### **2.1 INTRODUCCIÓN**

En el presente capítulo, recurriremos a la información proporcionada por los reportes de perforación de cada uno de los pozos, con la finalidad de organizar y sintetizar la información más relevante que se va utilizar dentro del presente proyecto, y con esto analizar cada uno de los problemas que generaron tiempos no productivos (NPT) dentro de las operaciones de los pozos analizados.

El análisis que se presentara en el siguiente capítulo se lo realizará por medio de tablas para presentar de una forma sintetizada los datos más importantes que vamos que se va utilizar para el desarrollo del proyecto.

#### **2.2 POZO PALO AZUL F**

##### **2.2.1 RESEÑA HISTÓRICA**

El equipo H&P 121 inició las operaciones de perforación el 20 de Agosto de 2013, culminando con Setting Tool en superficie el 16 de Septiembre de 2013.

El pozo Palo Azul F se presentó como un pozo de desarrollo tipo “J”, cuyo objetivo principal fue Hollín y objetivos secundarios arenisca “U” y “T”. Tuvo una profundidad total de 10754 pies MD / 10164 pies TVD con una inclinación máxima de 29,7 a 9336 pies MD.

En la tabla 2.1 se detalla los conjuntos de fondos utilizados el tipo de arreglo y sus especificaciones.

**Tabla 2.1:** Conjuntos de fondo utilizados en el pozo Palo Azul F

BHA	TIPO DE ARREGLO	ESPECIFICACIONES
1	Convencional	Broca tricónica 16" GTX-CG1 (4x16; TFA: 0.7854), Bit Sub, 8" DC (3), 15 3/4" Estabilizador, X-Over, 8" DC, X-Over, 5" HWDP.
2	Direccional	Broca PDC 16" HCD605 (10x11; TFA: 0.93), 9 1/2" Motor (camisa 15 3/4"), 15" Estabilizador, X-Over, 8" MWD NaviTrak, 8" DC, X-Over, 5" HWDP (21), 6 3/8" Martillo y 5" HWDP
3	Direccional	Broca PDC 16" HCD605 (10x11; TFA: 0.93), 9 1/2" Motor (camisa 15 3/4"), 14 3/4" Estabilizador, X-Over, 8" MWD NaviTrak, X-Over, 5" HWDP, 6 3/8" Martillo y 5" HWDP
4	Direccional	Broca PDC 12 1/4" HCD605X (7x13, TFA: 0.91), 8" Motor (camisa 12 1/8"), 11 3/4" Estabilizador, 8 1/4" MWD NaviTrak, X-Over, 5" HWDP, 6 3/8" Martillo y 5" HWDP.
5	Direccional	Broca tricónica 12 1/4" QD605FX (7x16, TFA: 1.37), 8" Motor (camisa 12 1/8"), 11 1/2" Estabilizador, 8 1/4" NM Sub Stop, 8 1/4" MWD OnTrak, 8 1/4" BCPM, 8 1/4" ORD, 8 1/4" CCN, 8 1/4" NM Sub Stop, X-Over, 5" HWDP, 6 3/8" Martillo y 5" HWDP.
6	Direccional triple combo	Broca tricónica 12 1/4" QD605FX (7x16, TFA: 1.37), 10 1/2" ATK Steerable, 12 1/8" Estabilizador Modular, X-Over, 8 1/4" MWD OnTrak, 8 1/4" BCPM, 8 1/4" ORD, 8 1/4" CCN, 8 1/4" NM Sub Stop, 11 3/4" Estabilizador, 8 1/4" Sub Float, X-Over, 5" HWDP (27), 6 3/8" Martillo y 5" HWDP (6)
7	Direccional triple combo	Broca PDC 12 1/4" QD605 (5x16 2x22, TFA: 1.72), 10 1/2" ATK Steerable, 12 1/8" Estabilizador, 9 1/2" MWD OnTrak, 9 1/2" BCPM, X-Over, 8 1/4" Sub Stop, 8 1/4" Sub Float, 8" DC (3), X-Over, 5" HWDP (27), 6 3/8" Martillo y 5" HWDP (6).
8	Convencional	Broca PDC 8 1/2" QD506FHXX (6x12; TFA: 0.66), 8.03" ATK Steerable, 8 1/4" Estabilizador, 7" MWD OnTrak, 6 3/4" BCPM, 6 3/4" ORD, 6 3/4" CCN, 7" Sub Stop, 7 3/4" Estabilizador, 6 25/32" NM Sub Filter, 6 3/4" Sub Float, X-Over, 6 1/2" DC (6), XOver, 5" HWDP (26), 6 3/8" Martillo y 5" HWDP (3).

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.



Las características del fluido de perforación que se utilizó en las operaciones de perforación del pozo Palo azul F se presentan en la tabla 2.2.

**Tabla 2.2:** Fluido de Perforación utilizado en el pozo Palo Azul F

TIPO DE LODO	PROFUNDIDAD (pies)	PESO (lbs/gal)	VSC. (seg)	VP/YP	FILTRADO (c.c)	SÓLIDOS (%)
Seminativo	5791	8.4 – 10.6	27 – 33	1-4 / 4-10	-	<8
KLA-Sheld	10122	10 – 11.5	33 – 62	4-7 / 12-25	8.8 – 8.5	<9.5
KLA-Sheld NT	10754	9.8 – 10.2	58 – 75	11-20 / 15-36	4.4 – 5.1	<3.7

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

## 2.2.2 DESCRIPCIÓN DE PERFORACIÓN POR SECCIONES

### 2.2.2.1 Sección de 16”

Se armó BHA convencional #1 con broca tricónica 16”. Bajó hasta 44 pies MD y perforó hasta 500 pies MD. Sacó BHA hasta superficie.

Se armó BHA direccional #2 con broca PDC 16”. Perforó direccionalmente, rotando y deslizando desde 500 pies hasta 4714 pies MD. Sacó BHA hasta superficie por presencia de Overpull. Quebró broca y herramientas direccionales.

Se armó BHA direccional #3 con broca PDC 16”. Bajó hasta 4714 pies MD y perforó hasta 4846 pies MD, reparó bombas de lodo, circuló y continuó perforando hasta 5791 pies MD. Sacó BHA direccional hasta superficie, quebró broca y herramientas direccionales.

Las características de la cementación de la tubería de 13 3/8" se presentan en la tabla 2.3.

**Tabla 2.3: Cementación Tubería 13 3/8"**

Método utilizado		Desplazamiento, una lechada con retorno a superficie					
No. LECHADA	DIÁMETRO		INTERVALO CEMENTADO (Pies)	No. DE SACOS A SER UTILIZADOS	CLASE	PESO LECHADA (Lbs/Gin)	ADITIVOS
	Hueco (pulg)	Tub. Rev. (pulg)					
1	16	13 3/8	0-5100	1199	A	13,5	255 bbl agua + 27 gal D047 + 1500 lbs D020 + 1320 lbs M117 + 385 lbs D20
2	16	13 3/8	5100-5791	378	A	15,8	50 bbl agua + 10 gal D047 + 125 lbs D167 + 165 lbs D202 + 125 lbs D201 + 11

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

De acuerdo a los problemas presentados en la sección, mostramos el tiempo de duración, las lecciones aprendidas y las recomendaciones que se da por parte de la compañía a cargo de las operaciones para cada uno de los problemas, en la tabla 2.4.

**Tabla 2.4: Tiempo no productivo, lecciones aprendidas y recomendaciones que se da por parte de la compañía a cargo de las operaciones sección de 16"**

Sección	Problemas	Tiempo No Productivo	Tiempo (hrs)	Lecciones Aprendidas por parte de la compañía	Recomendaciones por parte de la compañía
16"	Asiento de bomba dañado	Reparación Bomba del equipo	0,5	Se necesita llevar un mejor control de los elementos de mayor desgaste y rotación de las bombas	Realizar un chequeo de la condición de los elementos más críticos en el sistema de bombeo, de tal manera que se pueda anticipar problemas que conlleven pérdida de tiempo operativo

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

### 2.2.2.2 Sección de 12 ¼”

Se armó BHA direccional #4 con broca PDC 12 ¼”. Perforó cemento, tapones y CF hasta 5771 pies MD. Perforó 10 pies de nueva formación hasta 5801 pies MD. Se perforó hasta 7422 pies MD con parámetros controlados. Y luego hasta 8260 pies MD.

Se armó BHA direccional #5 con broca tricónica 12 ¼”. Bajó BHA hasta 8260 pies MD y se perforó llegando a una profundidad de 9305 pies MD. A 9125 pies MD se cambió la válvula y el asiento de la bomba de lodo #2. Se realizó un viaje no programado a superficie para cambio de BHA.

Se armó BHA direccional #6 triple combo con broca tricónica de 12 ¼”. El intervalo perforado fue de 215 pies en 23 horas. Se realizó viaje no planificado a superficie para cambio de broca.

Se armó BHA direccional #7 triple combo con broca PDC de 12 ¼”. Se perforó direccionalmente hasta 10122 pies MD (casing de 9 5/8”).

En la tabla 2.5 se presenta las características de la cementación de la tubería de revestimiento de la sección de 12 1/4 “.

**Tabla 2.5: Cementación Tubería 9 5/8”**

Método utilizado		Desplazamiento, una lechada con retorno a superficie					
No. LECHADA	DIAMETRO		INTERVALO CEMENTADO (Pies)	No. DE SACOS A SER UTILIZADOS	CLASE	PESO LECHADA (Lbs/Gln)	ADITIVOS
	Huero (pulgs)	Tub. Rev. (pulgs)					
1	12 ¼	9 5/8	5800-9200	955	G	14,5	D47 .02 g/s,D20 .D80 .058 g/s,D197 .074 g/s,D75 .02 g/s,M117
2	12 ¼	9 5/8	9200-10081	384	G	16,4	D47 .02 g/s,D80 .08 g/s,D197 .08 g/s,D167 ,D75 .045 g/s,D166 35%BWOC,D174

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

De acuerdo a los problemas presentados en la sección mostramos el tiempo de duración, las lecciones aprendidas y las recomendaciones que se da por parte de la compañía a cargo de las operaciones para cada uno de los problemas, en la tabla 2.6:

**Tabla 2.6:** Tiempo no productivo, lecciones aprendidas y recomendaciones que se da por parte de la compañía a cargo de las operaciones sección de 12 1/4”

Sección	Problemas	Tiempo No Productivo	Tiempo (hrs)	Lecciones Aprendidas por parte de la compañía	Recomendaciones por parte de la compañía
12 1/4”	Alejamiento del pozo del target	Viaje a superficie para cambio de BHA	2	Las tendencias formacionales en la zona dificultan el trabajo direccional para corrección en dirección. La zona de lutitas en esta zona tiene una compresibilidad cercana a 30,000 psi, presentando una zona de dureza mayor a la encontrada en la parte sur del campo. Los perfiles internos del BOP deben ser limpiados y revisados minuciosamente antes y durante la instalación del cabezal	Programar perfiles direccionales que sigan las tendencias naturales de la formación, el uso de RSS puede ayudar a optimizar el tiempo de perforación. Uso de brocas con mayor protección y herramientas de fondo que permitan tener un control en el peso aplicado a las mismas, permitirá prolongar la vida de las brocas. Incluir al personal de calidad en la inspección visual de los elementos del cabezal y sus accesorios
	Bajo ROP	Viaje a superficie para cambio de broca	0,5		
	Problemas al instalar pack off en la sección "B"	Restricción en la corrida del pack off del cabezal multibowl	50,5		

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul  
**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

### 2.2.2.3 Sección de 8 ½”

Se armó BHA convencional #8 con broca PDC 8 ½”. Se perforó los tapones, CF y cemento hasta 10060 pies MD además de 10 pies de formación nueva hasta 10085 pies MD. Se perforó direccionalmente rotando y deslizando hasta 10719 pies MD. Se paró la rotaria, por tubería pegada con circulación total, se trabajó en la sarta con éxito. Continuó perforando hasta 10754 pies TD. Se realizó viaje de calibración hasta zapato de 9 5/8” a 10075 pies MD, regresó a fondo lavando la última parada. Sacó BHA direccional hasta superficie sin problemas.

En la tabla 2.7 se presenta las características de la cementación del liner de 7”.

**Tabla 2.7:** Cementación Tubería 9 5/8"

Método utilizado		Desplazamiento, una lechada con retorno a superficie					
No. LECHADA	DIAMETRO		INTRVALO CEMENTADO (Pies)	No. DE SACOS A SER UTILIZADOS	CLASE	PESO LECHADA (Lbs/Gln)	ADITIVOS
	Hueco (pulgs)	Tub. Rev (pulgs)					
1	8 ½	7	9750-10754	481	G	17,4	D47 .02g/s,D75 .08 g/s,D197 .08 g/s,D22A F103.15%,D75 .045 g/s,D166 ,D174

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

De acuerdo a los problemas presentados en la sección en la tabla 2.8 podemos observar el tiempo de duración, las lecciones aprendidas y las recomendaciones que se da por parte de la compañía a cargo de las operaciones para cada uno de los problemas.

**Tabla 2.8:** Tiempo no productivo, lecciones aprendidas y recomendaciones que se da por parte de la compañía a cargo de las operaciones sección 8 1/2"

Sección	Problemas	Tiempo No Productivo	Tiempo (hrs)	Lecciones Aprendidas por parte de la compañía	Recomendaciones por parte de la compañía
8 1/2"	Posible pega diferencial	Pega de tubería	1,5	Mejorar el puenteo del fluido	Mantener movimiento de la tubería cuando el BHA se encuentre frente a zonas permeables

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

## 2.3 POZO PALO AZUL G

### 2.3.1 RESEÑA HISTÓRICA

Las operaciones de perforación las realizó el equipo H&P 121 iniciando el 29 de septiembre de 2013 y finalizando el 06 de noviembre de 2013.

El pozo Palo Azul G, es un pozo de desarrollo, direccional tipo "Horizontal" con una profundidad total de 12000 pies MD / 9988,26 pies TVD. Su

desplazamiento horizontal fue de 3370,93 pies con una inclinación máxima de 93,1 @ 11258,2 pies MD.

Este pozo se diseñó con 4 secciones: 16", 12 ¼", 8 ½" y 6 1/8", y con cuatro revestidores: Superficial de 13 3/8", revestidor intermedio de producción 9 5/8", un Liner de producción de 7" y un Liner ranurado de producción de 5". El objetivo principal fue "Hollín Principal".

En la tabla 2.9 se detalla los conjuntos de fondos utilizados el tipo de arreglo y sus especificaciones.

**Tabla 2.9:** Conjuntos de fondo utilizados en el pozo Palo Azul G

BHA	TIPO DE ARREGLO	ESPECIFICACIONES
1	Convencional	Broca Tricónica de 16"
2	Direccional	Broca PDC de 16" + Motor A962M3460XP con 15 ¾" Estabilizador, BH: 1.5° + Float sub + 8" Pony Monel + 15 ¾" Estabilizador + Gyro While Drilling + MWD Telescope 825 HF + UBHO + 8" Monel + 2 x 8" DC + 15 x 5" HWDP + 6 ½" Martillo Hidráulico + 5 x 5" HWDP.
3	Direccional	Broca PDC de 16" + Motor A962M5640XP con 15 3/4" Estabilizador, BH: 1.5° + Float sub + 8" Pony Monel + 15 3/4" Estabilizador + 8" Monel + MWD Telescope + 8" Monel + 2 x 8" DC + 15 x 5" HWDP + 6 ½" Martillo Hidráulico + 5 x 5" HWDP.
4	Direccional	Broca PDC de 12 ¼" + Motor A800M7840XP con 12 1/8" Estabilizador, BH: 1.5° + Float sub + 11 ¾" Estabilizador + 8" Pony Monel + MWD Telescope + 8" Monel + X-Over + 25 x 5" HWDP + 6 ½" Martillo hidráulico + 3 x 5" HWDP.
5	Direccional	Broca PDC de 12 ¼" + Motor A800M7840XP con 12 1/8" Estabilizador, BH: 1.5° + Float sub + 8" Pony Monel + MWD Telescope + 8" Monel + X-Over + 25 x 5" HWDP + 6 ½" Martillo hidráulico + 3 x 5" HWDP.
6	Direccional	Broca PDC de 8 ½" + Xceed 675 con 8 3/8" Estabilizador + Periscope 675 con 8 ¼" Estabilizador + MWD Telescope + ADN-6 con 8 ¼" Estabilizador + 6 ½" Monel + 6 x 5" HWDP + 45 x 5" DP + 27 x 5" HWDP + 6 ½" Martillo hidráulico + 2 x 5" HWDP
7	Direccional	Broca PDC de 8 ½" + Xceed 675 con 8 3/8" Estabilizador + Periscope 675 con 8 ¼" Estabilizador + MWD Telescope + 6 ½" Monel + 6 x 5" HWDP + 45 x 5" DP + 27 x 5" HWDP + 6 ½" Martillo hidráulico + 2 x 5" HWDP.
8	Limpieza	Broca tricónica de 8 ½" y roller reamer

Continuación de la tabla 2.9

BHA	TIPO DE ARREGLO	ESPECIFICACIONES
9	Limpieza	Broca PDC de 8 ½" y roller reamer.
10	Acondicionamiento	Broca tricónica de 8 ½" + Motor A675M7850XP con 8 3/8" Estabilizador, BH: 1.5° + Float Sub + MWD SlimPulse 675 + 8 ½" Roller Reamer-3 Point + 6 x 5" HWDP + 41 x 5" DP + 26 x 5" HWDP + 6 ½" Martillo hidráulico + 2 x 5" HWDP.
11	Acondicionamiento	Broca tricónica de 8 ½" + Motor A675M7850XP con 8 3/8" Estabilizador, BH: 1.5° + Float Sub + MWD SlimPulse 675 + 6 x 5" HWDP + 41 x 5" DP + 26 x 5" HWDP + 6 ½" Martillo hidráulico + 2 x 5" HWDP
12	Direccional	Broca tricónica de 6 1/8" + Motor A475M7838XP con 5 7/8" Estabilizador, BH: 1.5° + Float sub + MWD Impulse + 4 ¾" Monel + 12 x 3 ½" HWDP + 27 x 3 ½" DP + 42 x 3 ½" HWDP + 4 ¾" Martillo hidráulico + 6 x 3 ½" HWDP + X-Over + 24 x 5" HWDP.
13	Direccional	Broca tricónica de 6 1/8" + Motor A475M7838XP con 5 7/8" Estabilizador, BH: 1.5° + Float sub + MWD Impulse + 4 ¾" Monel + 12 x 3 ½" HWDP + 27 x 3 ½" DP + 42 x 3 ½" HWDP + 4 ¾" Martillo hidráulico + 6 x 3 ½" HWDP + X-Over + 24 x 5" HWDP.
14	Direccional	Broca PDC de 6 1/8" + Power Drive + PD Receiver con 5 7/8" Estabilizador + Periscope + MWD Shortpulse + ADN-4 + 4 ¾" Monel + 12 x 3 ½" HWDP + 45 x 3 ½" DP + 42 x 3 ½" HWDP + 4 ¾" Martillo hidráulico + 6 x 3 ½" HWDP + X-Over + 24 x 5" HWDP.

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul  
**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

La tabla 2.10 nos indica las especificaciones del fluido de perforación que se utilizó dentro de las operaciones de perforación.

Tabla 2.10: Fluido de Perforación utilizado en el pozo Palo Azul G

TIPO DE LODO	PROFUNDIDAD (pies)	PESO (lbs/gal)	VSC. (seg)	VP/YP	FILTRADO (c.c)	SÓLIDOS (%)
Nitrato de Calcio y Aguagel	5600	8.4 – 10.5	27 – 32	2-6 / 8-21	-	2 – 12
Maxdrill G	9260	9.2 – 10.8	45 – 52	12-22 / 20-30	6.0 – 7.1	4.0 - 11.0
Maxdrill G	11143	9.8 – 11.5	46 – 70	19-26 / 30-41	3.4 – 5.6	9.0 – 15
Drill in	12000	9.0 – 9.2	63 – 91	16-26 / 40-65	4.8 – 5.5	5.0 – 6.0

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul  
**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

## 2.3.2 DESCRIPCIÓN DE PERFORACIÓN POR SECCIONES

### 2.3.2.1 Sección de 16”

Inicialmente se armó BHA convencional #1. Se perforó con broca tricónica hasta 495 pies. Sus parámetros fueron controlados por presencia de bolders superficiales. Una vez alcanzada la profundidad, circuló y sacó para armar BHA direccional.

Se armó BHA direccional #2 más GWD y broca PDC. El pozo estuvo siempre cercano al plan sin necesidad de hacer correcciones. Llegó a 4991 pies, donde se sacó por hs de perforación, se aprovechó el viaje para retirar el UBHO y el GWD por no tener interferencia magnética el MWD.

Se bajó BHA #3 anterior sin el UBHO y el GWD. Perforó normalmente hasta 5600 pies TD. Realizó viaje de control sin problemas y sacó para bajar casing.

En la tabla 2.11 se presentan las especificaciones de la cementación para la tubería de 13 3/8”.

**Tabla 2.11: Cementación Tubería 13 3/8”**

No. LECHADA	DIÁMETRO		INTERVALO CEMENTADO (pies)	No. SACOS A SER UTILIZADOS	CLASE	PESO LECHADA (lbs/gln)	ADITIVOS
	Hueco (pulg)	Tub. Rev. (pulg)					
Lead	16	13 3/8	0 – 4586	1310	A	13.5	Dispersante, retardador, antiespumante
Tail	16	13 3/8	4586 – 5600	410	A	15	Dispersante, retardador, antiespumante, antipérdida

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.



### 2.3.2.2 Sección 12 ¼”

Se armó BHA #4 y se perforó hasta 7787 pies donde se debió sacar ya que el BHA en modo slide, no levantaba ángulo. Este BHA atravesó toda la formación Tiyuyacu donde pasó los Conglomerados superiores, medios e inferiores. El BHA respondió aceptablemente manteniendo el ángulo, con leve tendencia a caer en el conglomerado inferior. Se decide, de acuerdo con el cliente, sacar para chequear BHA.

Se armó nuevo BHA #5 con motor y broca nueva. Se perforó corrigiendo trayectoria, pues el pozo había quedado con 3 grados menos de inclinación y con una tendencia fuerte de giro a la izquierda. Corrigió sacrificando un poco de tangente. A profundidad de 9260 pies y ya dentro de caliza B de Napo, se calibró el pozo con dificultad debiendo levantar el peso.

Las especificaciones de la cementación de la tubería de 9 5/8” se encuentran en la tabla 2.12.

**Tabla 2.12: Cementación Tubería 9 5/8”**

Método Utilizado:		Al vuelo					
No. LECHADA	DIÁMETRO		INTERVALO CEMENTADO (pies)	No. SACOS A SER UTILIZADOS	CLASE	PESO LECHADA (lbs/gln)	ADITIVOS
	Hueco (pulg)	Tub. Rev. (pulg)					
Lead	12 ¼	9 5/8	5668.4 - 8253	709	G	14.5	Dispersante, retardador, antiespumante
Tail	12 ¼	9 5/8	8253.6 - 9260	438	G	16.4	Dispersante, extendedor, antiespumante, antipérdida

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

De acuerdo a los problemas presentados en la sección en la tabla 2.13 podemos observar el tiempo de duración, las lecciones aprendidas y las recomendaciones que se da por parte de la compañía a cargo de las operaciones para cada uno de los problemas.

**Tabla 2.13:** Tiempo no productivo, lecciones aprendidas y recomendaciones que se da por parte de la compañía a cargo de las operaciones sección 12 1/4”

Sección	Problemas	Tiempo No Productivo	Tiempo (hrs)	Lecciones Aprendidas por parte de la compañía	Recomendaciones por parte de la compañía
12 1/4”	Problema con Sistema de rotación de CDS	Reparaciones del taladro	2,5	Los fluidos de perforación, dio muchas señales de mejora en comparación con la compañía de fluidos anterior, donde todos los viajes de la sección de 12 1/4” fueron en buenas condiciones normales. Esto se produce a pesar de que este pozo fue un pozo horizontal, mientras que en los anteriores se presentaron muchos problemas inclusive cuando la sección era vertical. Problemas durante la baja del casing de 9 5/8”, por problemas de las herramientas.	Al no ser un evento de inspección de herramientas, sino más bien un evento de manejo en la mesa, es muy importante poner énfasis en las reuniones pre-operativas en el taladro.

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

### 2.3.2.3 Sección 8 ½”

Se armó BHA #6 con Xceed más LWD (ADN más Periscope). Se comenzó perforando con setting 12-30%, luego 12-60% sin quebrar la tendencia a caer en inclinación, con el 100% responde bien debiendo hacer dogleg más altos que el programa para tratar de llegar a la misma inclinación del plan. Se perforó hasta 10300 pies donde se cambió el programa direccional porque los topes de formación atravesados se elevan más de 10 pies en TVD. Continuó perforando hasta 10566 pies donde en la repasada del stad el pozo se empaqueta, se decide calibrar nuevamente el hoyo, se sacó normalmente de 10566 a 10120 pies, en adelante no logra sacar por overpull, se conectó Top Drive e intentó circular sin éxito, el pozo se empaquetó y no tuvo rotación, maniobró logrando bajar hasta 10271 pies donde logró rotación y circulación. Se observó buena

ganancia angular en zonas arenosas con pérdidas de rendimiento en calizas y lutitas.

Se armó BHA #7 con Xceed más periscope, debido a los problemas del pozo, el cliente decidió sacar el AND. Al llegar a la arena de producción se observó que la inclinación del BHA empezó a bajar y el Geólogo del pozo paró la fase de 11143 pies. Al intentar sacar el BHA a superficie se detectaron puntos apretados y overpull por lo cual fue necesario circular y sacar con back reaming. Una vez que el BHA estuvo dentro de casing el BHA salió sin inconvenientes, en superficie no se observó ningún tipo de desgaste excesivo de ninguno de los componentes de BHA.

En la tabla 2.14 se puede observar las especificaciones de la cementación del liner de 7”.

**Tabla 2.14:** Cementación Tubería 9 5/8”

Método Utilizado:		Al vuelo					
No. LECHADA	DIÁMETRO		INTERVALO CEMENTADO (pies)	No. SACOS A SER UTILIZADOS	CLASE	PESO LECHADA (lbs/gln)	ADITIVOS
	Hueco (pulg)	Tub. Rev. (pulg)					
Lead	8 ½	7	8998 – 9720	137	G	15.8	Dispersante, retardador, antiespumante
Tail DensCRETE	8 ½	7	9720 – 10664	307	G	17.4	Dispersante, extendedor, antiespumante, retardador

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul  
**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

De acuerdo a los problemas presentados en la sección en la tabla 2.15 podemos observar el tiempo de duración, las lecciones aprendidas y las recomendaciones que se da por parte de la compañía a cargo de las operaciones para cada uno de los problemas.

**Tabla 2.15:** Tiempo no productivo, lecciones aprendidas y recomendaciones que se da por parte de la compañía a cargo de las operaciones sección de 8 1/2"

Sección	Problemas	Tiempo No Productivo	Tiempo (hrs)	Lecciones Aprendidas por parte de la compañía	Recomendaciones por parte de la compañía
8 1/2"	Problemas con el Hoyo	Obstrucción al bajar Liner	123,5	Uso de Xceed para la sección de construcción en 8 1/2". Reducción de los galonaje debido a la formación de gradas entre las formaciones intercaladas entre duras y suaves. Selección adecuada de los puntos para circular y realizar los viajes intermedios. Realizar el cálculo del peso disponible sobre el Colgador durante la bajada, con el fin de tener al menos 100 klbs por sobre. Esto con el fin de que en cualquier evento de obstrucción se le pueda aplicar este peso al colgador y poder pasar la obstrucción.	El Liner se bajó debido a problemas de formación de escalones entre formaciones duras y suaves. Optimizar los galonaje de perforación. Optimizar El peso disponible para la bajada del Liner. Incrementar las reologías del lodo para lavar menos El hoyo.
	Problema con el Hoyo Cementación	Cemento dentro del Casing de 7"	7		

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

#### 2.3.2.4 Sección 6 1/8"

El BHA #13 se bajó para repasar la zona de hoyo cerrado. El departamento de geología reportó recortes de hoyo nuevo a partir de 10700 pies con lo que se observó incremento de inclinación del pozo. Se observó una caída de presión de 900 psi al levantar el BHA para liberar peso colgado en la tubería. A profundidad de 2652 pies se observó que la junta entre HWDP 3 1/2" se desconectó un HWDP sobre el martillo, se decidió pescar con punta libre y se consiguió empalmar tubería al primer intento. Al intentar sacar el BHA se observó overpull, como no hubo rotación se trató como pega diferencial. Se trabajó sarta tensionando sin éxito. Al tensionar sarta se consiguió liberar BHA y se sacó a superficie para cambio de éste.

Se perforó con motor de fondo, generando el DLS necesario para obtener 92.5 grados sin problema. Sacó para bajar BHA #14 con LWD y PD475. Logró perforar normalmente cumpliendo con la navegación requerida.

De acuerdo a los problemas presentados en la sección en la tabla 2.16 podemos observar el tiempo de duración, las lecciones aprendidas y las recomendaciones que se da por parte de la compañía a cargo de las operaciones para cada uno de los problemas.

**Tabla 2.16:** Tiempo no productivo, lecciones aprendidas y recomendaciones que se da por parte de la compañía a cargo de las operaciones para cada uno de los problemas sección de 6 1/8"

Sección	Problemas	Tiempo No Productivo	Tiempo (hrs)	Lecciones Aprendidas por parte de la compañía	Recomendaciones por parte de la compañía
6 1/8"	Problemas con el Hoyo Pega de Tubería Taladro	Desconexión accidental de tubería por mal torque en roscas	30,5	Iniciar el pozo con sarta con motor de fondo, con el fin de aterrizar el pozo. En caso de pega diferencial en la arena de Hollín, la medida más efectiva para despegar el BHA es bajar el peso del lodo.	Instruir al personal sobre el correcto apriete de las roscas. Toda sarta direccional con tubería combinada tiene que ser calculada para no tener torques mayores a los que soportan las roscas.
	Problema con el Taladro	Servicio al taladro no programado	5		

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

## 2.4 POZO PALO AZUL H

### 2.4.1 RESEÑA HISTÓRICA

El pozo Palo Azul H es un pozo de desarrollo direccional tipo "J" con una profundidad de 11100 pies MD / 10225 pies TVD y desplazamiento horizontal de 3974,65 pies, cuya inclinación máxima es de 32,27 @ 9417 pies MD.

Este pozo fue diseñado con 3 secciones: 16", 12 ¼" y 8 ½", y 3 revestidores: Superficial de 13 3/8", revestidor Intermedio de Producción 9 5/8" y un Liner de 7". El objetivo principal fue la Arenisca "Hollín Principal".

Las operaciones de perforación iniciaron el 11 de Abril de 2012 y dieron fin el 13 de Mayo de 2012.

En la tabla 2.17 se detalla los conjuntos de fondos utilizados el tipo de arreglo y sus especificaciones.

**Tabla 2.17:** Conjuntos de fondo utilizados en el pozo Palo Azul H

BHA	TIPO DE ARREGLO	ESPECIFICACIONES
1	Convencional	Broca Tricónica de 16"
2	Direccional	Broca PDC de 16" + Motor A962M7848GT + Float sub + 8" Pony Collar + 14 5/8" Estabilizador + 8" Pony Collar + MWD + UBHO + 8" Monel + 2 x 8 ¼" DC + X- Over + 25 x 5" HWDP + 6 ½" Martillo Hidráulico + 5 x 5" HWDP
3	Direccional	Broca PDC de 16" + Motor A962M7848GT + Float sub + 8" Pony Collar + 15 ¾" Estabilizador + 8" Pony Collar + MWD + 8" Monel + 2 x 8 ¼" DC + X-Over + 25 x 5" HWDP + 6 ½" Martillo Hidráulico + 5 x 5" HWDP
4	Limpieza	Broca PDC de 16"
5	Direccional	Broca PDC de 12 ¼" + Motor A800M7840XP + Float sub + 11 ¾" Estabilizador + 8" Pony Collar + MWD + 8" Monel + X-Over + 35 x 5" HWDP + 6 ½" Martillo hidráulico + 5 x 5" HWDP
6	Direccional	Broca PDC de 12 ¼" + Motor A800M7840XP + Float sub + 8" Pony Collar + 11 ¾" Estabilizador + 8" Pony Collar + MWD + 8" Monel + X-Over + 35 x 5" HWDP + 6 ½" Martillo hidráulico + 5 x 5" HWDP
7	Direccional	Broca PDC de 12 ¼" + Power Drive + 12" Estabilizador + Float sub + 8" Pony Collar + MWD + 8" Monel + X-Over + 35 x 5" HWDP + 6 ½" Martillo hidráulico + 5 x 5" HWDP
8	Direccional	Broca PDC de 12 ¼" + Motor A800M7840XP + Float sub + 8" Pony Collar + 12" Estabilizador + 8" Collar + MWD + 8" Monel + X-Over + 35 x 5" HWDP + 6 ½" Martillo hidráulico + 5 x 5" HWDP
9	Limpieza	Broca tricónica de 12 ¼"
10	Direccional	Broca PDC de 8 ½" + Motor A675M7850XP + Float sub + 8 3/8" Estabilizador + 6 ¾" Pony Monel + MWD + Monel + 26 x 5" HWDP + 6 ½" Martillo hidráulico + 3 x 5" HWDP

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

En la tabla 2.18 se observa las especificaciones del fluido de perforación utilizado durante la perforación del pozo Palo Azul H.

**Tabla 2.18:** Fluido de Perforación utilizado en el pozo Palo Azul H

TIPO DE LODO	PROFUNDIDAD (pies)	PESO (lbs/gal)	VSC. (seg)	VP/YP	FILTRADO (c.c)	SÓLIDOS (%)
Nativo AquaGel	6054	8.6 – 10.8	27 – 48	5-12 / 1-18	-	1 - 12
EZ Mud Clay Seal	10598	9.5 – 10.5	30 – 54	5-20/10-25	4.7 – 8.0	5 - 10
Baradil N	11910	9.8 – 10.2	53 – 61	18-26/25-26	4.8 – 5	11 - 13

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul  
**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

## 2.4.2 DESCRIPCIÓN DE PERFORACIÓN POR SECCIONES

### 2.4.2.1 Sección de 16”

Se armó BHA rotario #1 con broca tricónica XT1GSC. La operación inició perforando la litología perteneciente al Terciario con parámetros controlados para evitar fracturar formaciones superficiales. El WOB utilizado fue bajo para controlar y mantener la verticalidad del pozo. Debido a problemas eléctricos con el Plug del Malacate, a la profundidad de 372 pies MD, se detuvo la perforación. Se continuó perforando con bajo peso. A 507 pies MD circuló previo a toma de registro de verticalidad mediante Gyro y posteriormente se realizó viaje a superficie para realizar cambio de BHA.

Se armó BHA direccional #2 con broca PDC. La perforación inició con la construcción de la curva donde la broca no mostró deterioro. A profundida de 3313 pies MD circuló previo al viaje de calibración al cumplirse las 40 horas de exposición del hoyo.

Se armó BHA direccional #3 con broca PDC. A 5959 pies MD se perforó formación Ortegaza. Se tuvieron inconvenientes con las bombas, lo que ocasionó variaciones en la presión. A 6054 pies MD se determinó punto de

casing, se circuló previo a viaje de calibración y posteriormente se realizó viaje a superficie.

En la tabla 2.19 se presenta las características para la cementación de la sección de 13 3/8” .

**Tabla 2.19:** Cementación Tubería 13 3/8”

Método Utilizado:		Al vuelo					
No. LECHADA	DIAMETRO		INTERVALO CEMENTADO (pies)	No. SACOS A SER UTILIZADOS	CLASE	PESO LECHADA (lbs/gln)	ADITIVOS
	Hueco (pulg)	Tub. Rev. (pulg)					
Lead	16	13 3/8	0 – 5104	1411	A	13.5	Dispersante, retardador, antiespumante
Tail	16	13 3/8	5104 - 6054	389	A	15	Dispersante, retardador, antiespumante, antipérdida

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

De acuerdo a los problemas presentados en la sección en la tabla 2.20 podemos observar el tiempo de duración, las lecciones aprendidas y las recomendaciones que se da por parte de la compañía a cargo de las operaciones para cada uno de los problemas.

**Tabla 2.20:** Tiempo no productivo, lecciones aprendidas y recomendaciones que se da por parte de la compañía a cargo de las operaciones para cada uno de los problemas sección de 16 “

Sección	Problemas	Tiempo No Productivo	Tiempo (hrs)	Lecciones Aprendidas por parte de la compañía	Recomendaciones por parte de la compañía
16”	Reparaciones del Taladro	Falla del Sistema Eléctrico del Malacate	23	Problemas al tratar de liberar el tapón de prueba de BOP debido a mala maniobra al ajustar los prisioneros que no permitieron el asentamiento correcto del tapón	Se recomienda continuar con el uso del estabilizador de 15 3/4”. Es importante que durante la circulación del hoyo al perforar hasta el TD de la sección se acondicione el lodo.
	Problemas del Cabezal	Mala maniobra al apretar prisioneros	3,5		

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.



### 2.4.2.2 Sección de 12 ¼”

Se inició la perforación de la Formación Orteguaza y Tiyuyacu a 6675 pies MD, con BHA direccional #5.

La perforación se inició con dificultad, se trabajó en la sarta de perforación y variaron los parámetros con lo que se consiguió mejorar el avance. Posteriormente se inició trabajo direccional para corregir inclinación con dificultad debido a problemas del motor. A 8701 pies MD se realizó viaje a superficie para cambiar BHA.

Se armó BHA direccional #7 con Power Drive y broca PDC iniciando perforación de la Formación Tena predominantemente arcillosa. Se controlaron parámetros previos al ingreso a Basal Tena a 9537 pies MD. Se observó decremento de ROP al ingresar a formación Napo a 9548 pies MD. Se realizó cambio de broca.

Se armó BHA #8 con broca PDC. Al iniciar la perforación, la sarta se tracejó y variaron parámetros con buenos resultados. El BHA #8 bajo hasta 9680 pies. Se realizó trabajo para tumbar ángulo de acuerdo al plan. A 10598 pies MD se determinó punto de casing, circuló previo a viaje de calibración y posteriormente se realizó viaje a superficie.

Las especificaciones de la cementación para la tubería de 9 5/8” se presentan en la tabla 2.21.

**Tabla 2.21: Cementación Tubería 9 5/8”**

Método Utilizado:		Convencional en 2 lechadas					
No. LECHADA	DIÁMETRO		INTERVALO CEMENTADO (pies)	No. SACOS A SER UTILIZADOS	CLASE	PESO LECHADA (lbs/gln)	ADITIVOS
	Hueco (pulg)	Tub. Rev. (pulg)					
Lead	12 ¼	9 5/8	6353 – 9738	1260	G	14.5	Dispersante, retardador, antiespumante
Tail ISOBLOCK	12 ¼	9 5/8	9738 - 10594	434	G	16.4	Dispersante, retardador, antiespumante, antipérdida

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul  
**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

Los problemas presentados en la sección, en la tabla 2.22 podemos observar el tiempo de duración, las lecciones aprendidas y las recomendaciones que se da por parte de la compañía a cargo de las operaciones para cada uno de los problemas.

**Tabla 2.22:** Tiempo no productivo, lecciones aprendidas y recomendaciones que se da por parte de la compañía a cargo de las operaciones para cada uno de los problemas sección de 12 1/4”

Sección	Problemas	Tiempo No Productivo	Tiempo (hrs)	Lecciones Aprendidas por parte de la compañía	Recomendaciones por parte de la compañía
12 1/4"	Problemas del Taladro	Viaje no planificado/cambio motor	20	Problema con la sección "A" del cabezal. Cambio de motor por Power Drive	Es recomendable que al llegar al fondo se circule al menos un fondo arriba. El uso de Power Drive ayuda a la limpieza del agujero
	Problemas de Cementación	-	0,5		
	Problemas del Cabezal	Problemas en unidad de cementación	2,5		
	Pega de Herramienta Direccional	Pega de Herramienta de registros eléctricos	1		

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul  
**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

#### 2.4.2.3 Sección de 8 ½”

Se armó BHA direccional #10 con broca PDC. Se realizó Drill Out con parámetros controlados. Al ingresar en formación Hollín decreció la ROP y el torque presentó valores altos llegando en ocasiones a detener la rotaria. A 11100 pies MD hubo problemas con el avance por lo que decide punto de casing a esta profundidad.

Las especificaciones para la cementación del liner de 7” se presentan en la tabla 2.23.

**Tabla 2.23: Cementación Liner de 7"**

Método Utilizado:		Convencional en 2 lechadas					
No. LECHADA ETAPAS	DIÁMETRO		INTERVALO CEMENTADO (pies)	No. SACOS A SER UTILIZADOS	CLASE	PESO LECHADA (lbs/gln)	ADITIVOS
	Hueco (pulg)	Tub. Rev. (pulg)					
Tail FLEXSTON ISOBLOCK	8 ½	7	10514 - 11098	137	G	15.6	Dispersante, retardador, antiespumante, extendedor

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

Los problemas presentados en la sección, en la tabla 2.24 podemos observar el tiempo de duración, las lecciones aprendidas y las recomendaciones que se da por parte de la compañía a cargo de las operaciones para cada uno de los problemas.

**Tabla 2.24:** Tiempo no productivo, lecciones aprendidas y recomendaciones que se da por parte de la compañía a cargo de las operaciones para cada uno de los problemas sección de 8 1/2"

Sección	Problemas	Tiempo No Productivo	Tiempo (hrs)	Lecciones Aprendidas por parte de la compañía	Recomendaciones por parte de la compañía
8 1/2"	Pega de Tubería		75	Baja ROP al terminar la sección	Analizar la posibilidad de correr una broca con protección externa para evitar desgaste de cortadores externos

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

## 2.5 POZO PALO AZUL I

### 2.5.1 RESEÑA HISTÓRICA

Las operaciones de perforación las realizó el equipo H&P 121 iniciando el 2 de julio de 2012, finalizando el 19 de agosto de 2012.

El pozo Palo Azul I, es un pozo de desarrollo, direccional tipo “J” cuya profundidad final fue de 10895 pies MD / 10010,07 pies TVD. Tuvo un desplazamiento horizontal de 1664, 93 pies con una inclinación máxima de 80,40 @ 10895 pies MD. Este pozo fue diseñado con 3 secciones: 16”, 12 ¼” y 8 ½”, además de 3 revestidores: Superficial de 13 3/8”, revestidor intermedio de producción 9 5/8” y un Liner de producción de 7”. Tuvo que ser re planificado debido a una pérdida de un pescado, a tener una sección de 6 1/8” con un Liner de producción de 5”. Su objetivo principal fue la Arenisca Hollín Principal.

En la tabla 2.25 se detalla los conjuntos de fondos utilizados el tipo de arreglo y sus especificaciones.

**Tabla 2.25:** Conjuntos de fondo utilizados en el pozo Palo Azul I

BHA	TIPO DE ARREGLO	ESPECIFICACIONES
1	Convencional	Broca tricónica de 16” + bit sub + 3 x 8” Drill Collar + X-Over + 5” HWDP
2	Direccional	Broca PDC de 16” + Motor A962M5640XP con 15 3/4” Estabilizador, BH: 1.5° + Float sub + 15 3/4” Estabilizador + Pony Monel + MWD Telescope + UBHO + 8” Monel + 2 x 8” DC + X-Over + 18 x 5” HWDP + 6 1/2” Martillo Hidráulico + 5 x 5” HWDP
3	Direccional	Broca PDC de 16” + Motor A962M5640XP con 14 5/8” Estabilizador, BH: 1.5° + Float sub + 15 3/4” Estabilizador + 8” Monel + MWD Telescope + Non Magnetic Drill Collar + 2 x 8” DC + X-Over + 18 x 5” HWDP + 4 3/4” Martillo Hidráulico + 5 x 5” HWDP
4	Direccional	Broca PDC de 12 1/4” + Motor A800M7840XP, BH: 1.5° + 12 1/8” Estabilizador + Float sub + 8 1/4” Pony Monel + MWD Telescope + 8” Monel + X-Over + 28 x 5” HWDP + 6 1/2” Martillo Hidráulico + 3 x 5” HWDP
5	Direccional	Broca PDC de 12 1/4” + Power Drive 900 AA + 12 1/8” Estabilizador + Flex Drill Collar + Flex Drill Collar + MWD Telescope 825 HF w/GR + 8” Monel + X-Over + 39 x 5” HWDP + 6 1/2” Martillo Hidráulico + 4 x 5” HWDP
6	Direccional	Broca PDC de 12 1/4” + Motor A800M7840XP, BH: 1.5° + 12 1/8” Estabilizador + Float sub + 8” Pony Monel + ARC 8 + MWD Telescope + DC+ 8” Monel + X-Over + 28 x 5” HWDP + 6 1/2” Martillo hidráulico + 3 x 5” HWDP

Continuación Tabla 2.25

BHA	TIPO DE ARREGLO	ESPECIFICACIONES
7	Direccional	Broca PDC de 8 1/2" + Xceed 675 con 8 1/4" Estabilizadores + EcoScope con 8 1/4" Estabilizador + MWD Telescope + 6 5/8" Monel + 6 x 5" HWDP + 45 x 5" DP + 28 x 5" HWDP + 6 1/2" Martillo Hidráulico + 3 x 5" HWDP
8	Limpieza	Broca tricónica de 8 1/2" + Power Drive 900 – X5 + Float Sub + MWD Telescope + 6 1/2" Non Magnetic Drill Collar + 32 x 5" HWDP + 6 1/2" Martillo Hidráulico + 3 x 6 1/2" HWDP
9	Limpieza	Broca tricónica de 8 1/2" + Bit Sub + 6 1/2" Drill Collar + 6 1/4" Cross over + Water Mellon + X-Over + 6 1/2" DC + X-Over + 6" DC + 32 x 5" HWDP + 6 1/2" Martillo Hidráulico + 3 x 6 1/2" HWDP
10	Limpieza	Broca tricónica de 8 1/2" + 8 3/8" Motor A675M7850XP w/ camisa 8 1/4", BH 1.5 + Float Sub + MWD + Monel + 32 x 5" HWDP + 6 1/2" Martillo Hidráulico + 3 x 6 1/2" HWDP
11	Limpieza	Broca PDC de 8 1/2" + 8 3/8" Motor A675M7850XP w/ camisa 8 1/4", BH 1.5 + Float Sub + MWD + Telescope + Monel + 35 x 5" HWDP + 4 3/4" Martillo Hidráulico + 3 x 6 1/2" HWDP
12	Limpieza	Broca PDC de 8 1/2" + 8 1/8" Near Bit + X-Over + 6 1/2" Drill Collar + X-Over + 8 1/2" Water Mellon + X-Over + X-Over + 6.5/8" HWDP + 4 3/4" Martillo Hidráulico + 6 5/8" HWDP
13	Limpieza	Broca PDC de 8 1/2" + 8 1/8" Bit Sub+ X-Over + 6 1/4" HWDP + 4 3/4" Martillo Hidráulico + 6 5/8" HWDP
1	Sidetrack	Whipstock mecánico multicatch, 3 grados de perno de corte + 8 1/2" Quickcut Lead Mill + 8 1/2" Quickcut Flex Mill + 1 x 5" HWDP + Float Sub + MWD + UBHO + 36 x 5" HWDP
2	Sidetrack	8 1/2" Lead Mill + 8 1/2" Flex Mill + 1 x 5" HWDP + Float Sub + 36 x 5" HWDP
3	Sidetrack	Broca Tricónica de 8 1/2" + Motor A675M7850XP w/ 8 3/8" camisa + Float Sub + Pony Monel + MWD Telescope + UBHO + 32 x 5" HWDP + Martillo + 3 x 5" HWDP
4	Sidetrack	Broca PDC de 8 1/2" + Motor A675M7850XP w/ 8 3/8" camisa + Float Sub + Pony Monel + MWD Telescope + UBHO + Non Magnetic Drill Collar + 32 x 6 1/2" HWDP + 6 1/2" Martillo Hidráulico + 3 x 5" HWDP
1	Pesca	Screw in Sub + 2 x 5" HWDP + Martillo + 18 x 5" HWDP

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

En la tabla 2.26 se puede ver el fluido de perforación que se utilizó para la perforación del pozo Palo Azul I.

**Tabla 2.26:** Fluido de Perforación utilizado en el pozo Palo Azul I

TIPO DE LODO	PROFUNDIDAD (pies)	PESO (lbs/gal)	VSC. (seg)	VP/YP	FILTRADO (c.c)	SÓLIDOS (%)
Nitrato de Calcio Aguagel	5610	8.4 – 10.6	32 – 35	3-6 / 10-19	-	5 – 15
Maxdrill G +	10140	9.2 – 10.6	43 – 59	15-24 / 22-37	5.4 – 6.8	4 - 10
Maxdrill G +	10785	9.6 – 9.8	48 – 57	14-21 / 25-38	4.5 – 5.2	10

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

## 2.5.2 DESCRIPCIÓN DE PERFORACIÓN POR SECCIONES

### 2.5.2.1 Sección de 16”

Se armó BHA convencional #1 con broca XR más CPS. Desde profundidad de 495 pies, observó pozo estático y sacó BHA hasta superficie, quebró broca y evaluó. En superficie cambió BHA convencional por direccional e igualmente cambió broca por una PDC según lo programado.

Se armó BHA #2 con broca SDi519MHPX. Perforó direccionalmente desde 495 pies hasta 804 pies. La sarta fue sacada desde 3725 pies hasta superficie, donde se observó broca en buenas condiciones. Sacó a superficie para cambiar BHA.

Se armó BHA #3 conectado a broca #2R. Perforó direccionalmente desde 3725 pies hasta 5610 pies. Con esta broca se perforó 1885 pies desde el indiferenciado hasta el tope de la formación Orteguzza. Al salir a superficie la broca se encontraba con desgaste por esfuerzo en todas las áreas. Sacó a superficie por llegar al punto de revestidor de 13 3/8”.

En la tabla 2.27 se puede observar las especificaciones de la cementación de las tubería de 13 3/8”.

**Tabla 2.27:** Cementación Tubería 13 3/8”

Método Utilizado:		Al vuelo					
No. LECHADA	DIAMETRO		INTERVALO CEMENTADO (pies)	No. SACOS A SER UTILIZADOS	CLASE	PESO LECHADA (lbs/gln)	ADITIVOS
	Hueco (pulg)	Tub. Rev. (pulg)					
Lead	16	13 3/8	0 – 5583	1500	A	13.5	Dispersante, retardador, antiespumante, extendedor, KCl
Tail	16	13 3/8	5583 – 5600	434	A	15.6	Dispersante, retardador, antiespumante, antipérdida, extendedor

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

### 2.5.2.2 Sección 12 ¼”

Se bajó BHA direccional #4 con broca #3 de 12 ¼”. Perforó con sarta direccional desde 5620 pies hasta 6124 pies. Con parámetros controlados por CGL se perforó Tiyuyacu Superior desde 6124 pies hasta 6390 pies; Tiyuyacu Intermedio desde 6490 pies hasta 6822 pies y Tiyuyacu Inferior desde 7200 pies hasta 7560 pies.

Se armó y bajó BHA #5 con broca #4 MDi519MHSPX desde 275 pies hasta 7560 pies. Perforó direccionalmente desde 7560 pies hasta 9047 pies. Observó que la inclinación cayó 2/100 y decidió sacar a superficie para cambiar BHA. Se perforó un total de 1487 pies en Tena con una excelente tasa de perforación de 107, 75 pies/hrs.

Se armó BHA direccional #6 con motor de fondo y broca #5 MSi519HSPXX. Perforó direccionalmente rotando y circulando desde 9047 pies hasta 9855 pies y luego desde 9855 pies hasta 10130 pies. Sacó BHA direccional desde 10140 pies hasta superficie donde al sacar la bomba y rotaria perdió circulación y rotación. Se trabajó la sarta logrando recuperar rotación y circulación. Conectó y bajó broca #5 MSi519HSPXX para perforar en formación Napo y atravesar Calizas M1, Zonas Calizas M2, Calizas M2 SS, Zona Areniscas M2, Calizas A,

Areniscas U, Napo Medio y Calizas B desde 9047 pies hasta 10140 pies, alcanzando el punto del revestidor 9 5/8”.

A continuación en el ataba 2.28 se dan las características de la cementación de la tubería de 9 5/8”.

**Tabla 2.28: Cementación Tubería 9 5/8”**

Método Utilizado:		Al vuelo					
No. LECHADA A	DIÁMETRO		INTERVALO CEMENTADO (pies)	No. SACOS A SER UTILIZADOS	CLASE	PESO LECHADA (lbs/gln)	ADITIVOS
	Hueco (pulg)	Tub. Rev. (pulg)					
Lead	12 ¼	9 5/8	5838 – 9313	512	G	14.5	Antiespumante, antipérdida, KCl, Surfactante, pesante
Tail	12 ¼	9 5/8	9313 – 10140	170	G	16.4	Antiespumante, antipérdida, KCl, Surfactante, pesante

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

De acuerdo a los problemas presentados en la sección en la tabla 2.29 podemos observar el tiempo de duración, las lecciones aprendidas y las recomendaciones que se da por parte de la compañía a cargo de las operaciones para cada uno de los problemas.

**Tabla 2.29:** Tiempo no productivo, lecciones aprendidas y recomendaciones que se da por parte de la compañía a cargo de las operaciones para cada uno de los problemas sección de 12 1/4”

Sección	Problemas	Tiempo No Productivo	Tiempo (hrs)	Lecciones Aprendidas por parte de la compañía	Recomendaciones por parte de la compañía
12 1/4"	Problemas D&M	Espera de herramienta MWD	2	La construcción durante la sección de 12 1/4” debe realizarse con DLS menores a 1.5 grados/100ft en Napo	Es recomendable perforar la sección con un BHA sin LWD Realizar un wash down durante el viaje de calibración

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.



### 2.5.2.3 *Sección de 8 ½”*

Se armó BHA direccional #7 con broca de 8 ½” tipo MDi616LEBPX con Xceed. Perforó direccionalmente desde 10150 pies hasta 10626 pies. Terminó parada y observó sarta empacada al momento de repasar para conexión. Perdió circulación y rotación. Trabajó la sarta y recuperó parámetros normales. Sacó sarta direccional desde 10895 pies hasta 10140 pies. Al momento de desconectar la broca hubo problemas con el cuadrante de Xceed, se deformó y la llave se cortó. La broca bajó pegada al Xceed y fue cargada a la plataforma para desconectar en base SLB. Conectó broca #6 tipo MDi616LEBPC y bajó con BHA direccional rotatorio para perforar la sección de 8 ½” hasta la TD levantando la inclinación desde 51 hasta 78.

Se armó y bajó BHA #11 de limpieza con broca PDC 8 ½”. Se trabajó la sarta y sacó hasta encontrar parámetros de circulación y rotación a 10370 pies. Profundidad final 10785 pies.

### 2.5.2.4 *Sección 8 ½” ST*

Se armó y bajó BHA direccional #3st con broca #1ST de conos insertos. Comenzó la perforación rotando y deslizando hasta 9587 pies. Sacó hasta superficie para cambiar broca de conos por broca PDC.

Se armó BHA direccional #4ST con broca #2ST PDC. Inició perforación rotando y deslizando desde 9586 pies hasta 9679 pies. Al repasar la parada a 10110 pies se empaquetó y perdió circulación realizando maniobras para tratar de recuperar la circulación del pozo. Sacó sarta hasta 9400 pies liberada y regresa al fondo para continuar perforando rotando y deslizando desde 10149 pies hasta 10891 pies. Chequeó pozo estático, sacó en back reaming desde 10891 pies hasta 10411 pies donde perdió circulación y rotación 100%. Intentó continuar sin éxito. Trabajó tubería pegada arriba y abajo con martillo.

De acuerdo a los problemas presentados en la sección en la tabla 2.30 podemos observar el tiempo de duración, las lecciones aprendidas y las

recomendaciones que se da por parte de la compañía a cargo de las operaciones para cada uno de los problemas.

**Tabla 2.30:** Tiempo no productivo, lecciones aprendidas y recomendaciones que se da por parte de la compañía a cargo de las operaciones para cada uno de los problemas sección de 8 1/2"

Sección	Problemas	Tiempo No Productivo	Tiempo (hrs)	Lecciones Aprendidas por parte de la compañía	Recomendaciones por parte de la compañía
8 1/2"	Espera de llegada del personal	Retraso del personal	303	Mantener en continua rotación al BHA para una adecuada limpieza del hoyo. Realizar viajes de calibración. Realizar una adecuada limpieza del hoyo al terminar la perforación	Planificar viajes intermedios en la sección, que nos permitan evaluar las condiciones reales del agujero. Completar al menos 4 ciclos completos de circulación con los mayores RPMs posibles.
	Paredes del pozo inestables	Viajes de calibre			
		Re perforación del hoyo de 8 1/2"			
	Viajes adicionales para realizar cambios	Cambio de herramienta			
	Trabajar sarta pegada	Sarta pegada			

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

## 2.6 POZO PALO AZUL J

### 2.6.1 RESEÑA HISTÓRICA

Las operaciones de perforación fueron realizadas por el equipo H&P 121 con inicio el 25 de septiembre de 2012, finalizando el 22 de octubre de 2012.

El pozo Palo Azul J es un pozo de desarrollo, direccional con profundidad total de 10714 pies MD / 10008, 08 pies TVD y desplazamiento horizontal de 1707,46 pies, cuya inclinación máxima fue de 66,49 a 10714 pies MD. Fue diseñado con 4 secciones: 16", 12 ¼", 8 ½" y 6 1/8" y 4 revestidores: Superficial de 13 3/8", revestidor intermedio de producción de 9 5/8", un Liner de

producción de 7" y Liner ranurado de producción de 5". Objetivo principal fue la Arenisca Hollín Principal.

En la tabla 2.31 se detalla los conjuntos de fondos utilizados el tipo de arreglo y que se utilizó en la perforación de cada una de las secciones con sus respectivas especificaciones.

**Tabla 2.31:** Conjuntos de fondo utilizados en el pozo Palo azul J

BHA	TIPO DE ARREGLO	ESPECIFICACIONES
1	Convencional	Broca Tricónica 16" + Bit Sub + 3x8" Drill Collar + X-Over + 14x5" HWDP
2	Direccional	Broca PDC de 16" + motor de fondo con BH: 1.5" con 15 3/4" Estabilizador + Pony Monel + 15 3/4" Estabilizador + X-Over + Gyro while drilling + X-Over + MWD (Telescope) + X-Over + UBHO + Monel (no magnético) + 2x8" DC + X-Over + 17x5" HWDP + Martillo Hidráulico + 6x5" HWDP
3	Direccional	Broca PDC de 12 1/4" + Motor de fondo BH: 1.5" con 11 3/4" Estabilizador + Float Sub + 12 1/8" Estabilizador + Pony Monel + MWD (Telescope) + Monel (no magnético) + X-Over + 28x5" HWDP + Martillo Hidráulico + 3x5" HWDP
4	Direccional	Broca PDC de 12 1/4" + Motor de fondo con BH: 1.5" con 12" Estabilizador + Float Sub + 8 1/4" DC (no magnético) + MWD (Telescope) + 8" DC (no magnético) + X-Over + 28x5" HWDP + Martillo Hidráulico + 3x5" HWDP
5	Direccional	Broca PDC de 8 1/2" + Motor de fondo con 8 3/8" Estabilizador MWD (Telescope) + GR + DC (no magnético) + 32x5" HWDP + Martillo Hidráulico + 3x5" HWDP
6	Direccional	Broca PDC de 6 1/8" + Motor de fondo con BH: 1.5" con 5 7/8" Estabilizador + Float Sub + Pony Monel + IM Pulse + Monel + 22x 3 1/2" HWDP + Martillo Hidráulico + 10x 3 1/2" HWDP + X-Over
7	Limpieza	Broca Tricónica de 6 1/8" + Bit Sub + 7x 3 1/2" HWDP + Rotary Sub + Boot Basket + Bit Sub + Scraper + Magneto + Brush + 12 x 3 1/2" HWDP + Martillo + 6x 3 1/2" HWDP + Rotary Sub + Boot Basket + Bit Sub + Scraper + Magneto + Brust + X-Over

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

El fluido que se utilizó durante la perforación en las distintas secciones del pozo Palo Azul J se especifica en la tabla 2.32.

**Tabla 2.32:** Fluido de Perforación utilizado en el pozo Palo Azul J

TIPO DE LODO	PROFUNDIDAD (pies)	PESO (lbs/gal)	VSC. (seg)	VP/YP	FILTRADO (c.c)	SÓLIDOS (%)
Nitrato de Calcio Aguagel	5610	8.4 – 10.6	28 – 39	3-9 / 11-20	-	4 – 17
Maxdrill G +	10075	9.2 – 11.2	43 – 61	12-26 / 20-44	5.4 – 6.3	2 – 12
Maxdrill G +	10515	10.0 – 10.4	48 – 60	14-25 / 26-41	5.6 – 5.8	11
Drill In	10714	8.8 – 9.0	68 – 70	16-20 / 45-46	5.0	3 – 5

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

## 2.6.2 DESCRIPCIÓN DE PERFORACIÓN POR SECCIONES

### 2.6.2.1 Sección de 16”

Se armó BHA convencional #1 con broca tricónica de dientes para perforar zona superficial compuesta básicamente por boulders, micro conglomerados superficiales. Inició a perforar con peso sobre la broca, rotaria y galonaje controlados para evitar la posible desviación del pozo y fractura de formación. Se perforó hasta la profundidad de 450 pies donde tiene en la última muestra 60% Arcilla y 40% Arenisca. Se sacó broca a superficie.

Se armó BHA direccional #2 y se conectó broca PDC, a la sarta direccional, se perforó la formación T indiferenciado y 40 pies dentro de formación Ortegua. El perfil del pozo fue construir hasta 5”, posteriormente tumbar a 0, mantener verticalidad del pozo.

Esta sección fue perforada en una sola corrida de broca PDC a partir de 450 pies. Excelente ROP, marcando buen desempeño y excelente performance. Razón de salida: Punto de casing.

En la tabla 2.33 se puede visualizar las características de las operaciones de cementación para la tubería de 13 3/8”.

**Tabla 2.33:** Cementación Tubería 13 3/8”

Método Utilizado:		Al vuelo					
No. LECHADA	DIÁMETRO		INTERVALO CEMENTADO (pies)	No. SACOS A SER UTILIZADOS	CLASE	PESO LECHADA (lbs/gln)	ADITIVOS
	Hueco (pulg)	Tub. Rev (pulg)					
Lead	16	13 3/8	0 – 5100	1661	A	13.5	Antiespumante, extendedor, dispersante, retardador
Tail	16	13 3/8	5100 – 5600	190	A	15.6	Antiespumante, controlador de pérdida, dispersante, retardador, extendedor

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

#### 2.6.2.2 Sección de 12 ¼”

Se armó BHA direccional # 3 se conectó la broca, se perforó collar flotador, cemento, zapato, Orteguzza, Tiyuyacu, Conglomerado Superior, Conglomerado Medio, Conglomerado Inferior y Tena. Se presumió posible embolamiento de la broca por lo cual envió píldoras dispersas con Wall Nut y trabajó en la sarta sin lograr mejorar el rendimiento. Al evaluar la broca, se observó inicio de anillamiento, cortadores delaminados como principal característica de desgaste, además cortadores quebrados y astillados. Se realizó cambio de BHA según el programa de perforación.

Se armó BHA direccional # 4. Se bajó broca con tfa modificado de 1,052 con motor de fondo. Se perforó formación Tena y Napo donde se realizó construcción de ángulo de 0,50 hasta 54 a razón de 2,1/100 pies, se observó

leve problema de colgamiento de sarta y stoll del motor de fondo. Se perforó hasta 10075 pies según programa para bajar revestimiento.

En la tabla 2.34 se presenta las características de la operaciones de cementación de la tubería de 9 5/8”.

**Tabla 2.34: Cementación Tubería 9 5/8”**

Método Utilizado:		Al vuelo					
No. LECHADA	DIÁMETRO		INTERVALO CEMENTADO (pies)	No. SACOS A SER UTILIZADOS	CLASE	PESO LECHADA (lbs/gln)	ADITIVOS
	Hueco (pulg)	Tub. Rev. (pulg)					
Lead	12 ¼	9 5/8	6038 – 9275	972	G	14.5	Antiespumante, extendedor, dispersante, retardador
Tail	12 ¼	9 5/8	9275 - 10075	347	G	16.4	Antiespumante, controlador de pérdida, dispersante, retardador, extendedor

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul  
**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

De acuerdo a los problemas presentados en la sección en la tabla 2.35 podemos observar el tiempo de duración, las lecciones aprendidas y las recomendaciones que se da por parte de la compañía a cargo de las operaciones para cada uno de los problemas.

**Tabla 2.35: Tiempo no productivo, lecciones aprendidas y recomendaciones que se da por parte de la compañía a cargo de las operaciones para cada uno de los problemas sección de 12 1/4”**

Sección	Problemas	Tiempo No Productivo	Tiempo (hrs)	Lecciones Aprendidas por parte de la compañía	Recomendaciones por parte de la compañía
12 1/4"	Reparaciones del taladro	Fuga en líneas Hidráulicas de Top Drive	20,5	Observa arrastre de hasta 40 klbs con BHA # 4 desde 7800 a 9700 pies, perforando la sección de construcción hasta 44 grados de inclinación.	Bombear píldoras de limpieza cada “n” paradas, para mejorar limpieza del hoyo.
				Gran variación del DLS, excesiva tortuosidad corrida con el BHA #4.	Aumentar rotaria de 40 a 80 rpm.
				El BHA necesitó excesivos y continuos deslizamientos para mantener la construcción del ángulo en la sección desde 7800 a 9600 pies.	Bajar a construir con una diferente configuración del BHA. La alta variación del DLS, puede deberse a la variación del azimuth realizada en las secciones anteriores.

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul  
**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

### 2.6.2.3 Sección de 8 ½”

Se armó BHA direccional # 5, se bajó broca MDI616LEBPX. Se perforó tapones, collar flotador, cemento, zapato, más formación Napo direccionando de Xceed construyendo ángulo desde 54” hasta 65,50 según el plan direccional. Perforó hasta la profundidad de 10515 pies donde bajó Liner de 7”.

Las características de las operaciones de cementación que se realizó en el liner de 7” se presenta en la tabla 2.36.

**Tabla 2.36:** Cementación Liner de 7”

Método Utilizado:		Al vuelo					
No. LECHADA	DIÁMETRO		INTERVALO CEMENTADO (pies)	No. SACOS A SER UTILIZADOS	CLASE	PESO LECHADA (lbs/gln)	ADITIVOS
	Hueco (pulg)	Tub. Rev. (pulg)					
DensCRETE	8 ½	7	10075 – 10514	142	G	17.4	Antiespumante , extendedor, dispersante, retardador, surfactante

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

### 2.6.2.4 Sección de 6 1/8”

Armó broca PDC MDI516WBPX. Toda la sección 6 1/8” se perforó con presión diferencial limitada de máximo (150 – 180) psi, peso máximo sobre la broca de (5 – 10) klbs, rotaria de (40 – 60) rpm máximo. Se perforó hasta 10714 pies .

## 2.7 POZO PALO AZUL K

### 2.7.1 RESEÑA HISTÓRICA

El equipo H&P 121 realizó las operaciones de operación iniciando el 13 de Noviembre de 2012 y finalizó el 07 de Febrero de 2013.

El pozo Palo azul K es un pozo de desarrollo, direccional tipo “S” con profundidad final de 10990’ MD / 10193, 65 pies TVD. Su desplazamiento horizontal fue de 2752 pies con una inclinación máxima de 42,30 a 4360 pies, 70 pies MD. Se diseñó con 3 secciones: 16”, 12 ¼” y 8 ½” y con 3 revestidores: Superficial de 13 3/8”, revestidor Intermedio de producción 9 5/8” y un Liner de producción de 7”. El objetivo principal fue la Arenisca Hollín Principal.

En la tabla 2.37 se detalla los conjuntos de fondos utilizados el tipo de arreglo y que se utilizó en la perforación de cada una de las secciones con sus respectivas especificaciones.

**Tabla 2.37:** Conjuntos de fondo utilizados en el pozo Palo Azul K

BHA	TIPO DE ARREGLO	ESPECIFICACIONES
1	Convencional	Broca Tricónica de 16” + bit sub + 3 x 8” DC + X-Over + 5” HWDP
2	Direccional	Broca PDC de 16” + Motor de fondo con BH: 1.5° con 15 3/4” Estabilizador + Float sub con Float Valve + Pony Monel + 14 5/8” Estabilizador + Pony Monel + MWD + UBHO + NMDC + 2 x 8” DC + X-Over + 18 x 5” HWDP + Martillo Hidráulico + 5 x 5” HWDP
3	Direccional	Broca PDC de 16” + Motor de fondo con BH: 1.5°, con 14 5/8” Estabilizador + Float valve con Float Sub + 15 3/4” Estabilizador + Pony Monel + MWD + NMDC + 2x8”DC+X-Over+18x5”HWDP+MartilloHidráulico+5x5”HWDP
4	Direccional	Broca PDC de 16” + Motor de fondo con BH: 1.50°, con 15 3/4” Estabilizador + Float Valve con Float Sub + Pony Monel + 15” Estabilizador + Pony Monel + MWD + NMDC + 2 x 8” DC + X-Over + 18 x 5” HWDP + Martillo Hidráulico + 5 x 5” HWDP
5	Direccional	broca PDC de 16” + Motor de fondo con BH: 1.50°, con 14 5/8” Estabilizador + Float Sub con Float Valve + 15 3/4” Estabilizador + MWD + NMDC + 2 x 8” DC + X-Over + 18 x 5” HWDP + Martillo Hidráulico + 5 x 5” HWDP
6	Reacondicionamiento	Broca PDC de 16” + Bit Sub + 2 x 8” DC + X-Over + 5” HWDP
1	Pesca	Overshot + Spialr Grapple + Bumper Sub + Fishing Jar + 2 x 8” DC + Martillo + 5” HWDP
7	Limpieza	Broca tricónica de 16” + Bit Sub + 2 x 8” DC + X-Over + 5” HWDP
8	Limpieza	Broca PDC de 12 1/4” + Bit Sub + 2 x 8” DC + X-Over + 5” HWDP
9	Convencional	Broca PDC de 12 1/4” + Bit Sub + 2x8” DC + 18x5” HWDP + Martillo + 8x5” HWD
10	Convencional	Broca PDC de 12 1/4” + Bit Sub + 2x8” DC + X-Over + 18x5” HWDP + Martillo + 5x5” HWDP
11	Direccional	Broca PDC de 12 1/4” + Motor de fondo con BH: 1.50°, con 11 3/4” Estabilizador + Float Sub con Float Valve + Pony Monel + 12” Estabilizador + MWD + Monel + X-Over + 28 x 5” HWDP + Martillo Hidráulico + 3 x 5” HWDP



Continuación tabla 2.37

BHA	TIPO DE ARREGLO	ESPECIFICACIONES
12	Direccional	Broca PDC de 12 1/4" + Motor de fondo con BH: 1.50°, con 11 3/4" Estabilizador + Float Sub con Float valve + Pony Monel + 12" Estabilizador + ARC-8 + MWD + ADN-8 + X-Over + 28 x 5" HWDP + Martillo Hidráulico + 3 x 5" HWDP
13	Limpieza	Broca PDC de 12 1/4" + Bit Sub con Float Valve + 8" DC + 12" Estabilizador + X-Over + 28 x 5" HWDP + Martillo Hidráulico + 3 x 5" HWDP
14	Direccional de limpieza	Broca PDC de 12 1/4" + Motor de fondo con BH: 1.50°, con 12" Estabilizador + Float Sub con Float Valve + 12" Estabilizador + Pony Monel + MWD + Monel + X-Over + 28 x 5" HWDP + Martillo Hidráulico + 3 x 5" HWDP
15	Direccional	Broca PDC de 12 1/4" + Motor de fondo con BH: 1.50°, con 11 3/4" Estabilizador + Float Sub con Float Valve + 12" Estabilizador + Pony Monel + MWD + Monel + X-Over + 28 x 5" HWDP + Martillo Hidráulico + 3 x 5" HWDP
16	Convencional	Broca tricónica de 8 1/2" + Bit Sub con Float Valve + 6 1/2" DC + X-Over + 8 1/4" Estabilizador + X-Over + 2 x 6 1/2" DC + X-Over + 22 x 5" HWDP + Martillo Hidráulico + 3 x 5" HWDP
17	Pesca	Pack off para casing de 7" + Reelising Spear con grapa + 2 x 3 1/2"
18	Pesca	Difusor + Reelising Spear con grapa + 2 x 3 1/2" HWDP + X-Over + Stop Sub + Triple conection bushing + Bumper Sub + Martillo + X-Over + 9 x 6 1/2" DC + X-Over + Acelerador + 6 x 5" HWDP + X-Over + Stop Sub + Triple conection bushing + Bumper Sub + Martillo + X-Over + 9 x 6 1/2" DC + X-Over + Acelerador + 6 x 5" HWDP
19	Limpieza	Broca tricónica de 8 1/2" + Bit Sub + 2 x 6 3/4" DC + Watermellon
20	Limpieza	Broca tricónica de 8 1/2" + Bit Sub + 6 3/4" DC + X-Over + 8 1/4" Estabilizador + X-Over + 5 x 6 3/4" DC + X-Over + Watermellon + X-Over + 22 x 5" HWDP + Martillo + 6 x 5" HWDP + X-Over + 22 x 5" HWDP + Martillo + 6 x 5" HWDP
21	Direccional	Broca PDC de 6 1/8" + Motor de fondo con BH: 1.15°, con 5 7/8" Estabilizador + 5 7/8" Estabilizador + Pony Monel + SHORT Pulse + GR + Monel + 35 x 3 1/2" HWDP + Martillo Hidráulico + 3 x 3 1/2" HWDP + 18 x 3 1/2" DPX + X-Over.
22	Limpieza	Broca PDC 6 1/8" + Near Bit + 2 x 4 3/4" Monel + 3 x 3 1/2" HWDP + X-Over + Watermellon + X-Over + 30 x 3 1/2" HWDP + Martillo + 3 x 3 1/2" HWDP + 18 x 3 1/2" DP + X-over.
23	Limpieza	Broca PDC 6 1/8" + Bit Sub + Float Sub + Impulse (GR + Resistividad) + 5 7/8" Estabilizador + 2 x 4 3/4" Monel + 33 x 3 1/2" HWDP + Martillo + 3 x 3 1/2" HWDP + 18 x 3 1/2" DP + X-over.
1	Pesca	Realising Spear + X-Over + 2 x 2 3/8" DP + X-Over + Stop Sub + Bumper Sub + 3 x 3 1/2" HWDP + Martillo + 24 x 3 1/2" HWPDP.
24	Calibración	Broca PDC 6 1/8" + Neat Bit + Estabilizador + Rhino Reamer + 4 3/4" DC + 24 x 3 1/2" HWDP + Martillo + 12 x 3 1/2" HWDP + 18x 3 1/2" DP.
2	Pesca	Spear + X-Over + 2 x 2 3/8" DP + X-Over + Stop Sub + Bumper + 3 x 3 1/2" HWDP + Martillo + 24 x 3 1/2" HWDP + X-Over.
3	Pesca	Over Shot + Basket Grapple + Mill Control + Stop Ring + Bumper Sub + Martillo + 6 x 4 3/4" DC + Acelerador.

Fuente: Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul  
Elaborado por: Jorge Constante / Karla Moreira Z.

En la tabla 2.38 se puede observar las características de fluido de perforación que se utilizó en las operaciones de perforación del pozo Palo Azul K.

**Tabla 2.38:** Fluido de Perforación utilizado en el pozo Palo Azul K

TIPO DE LODO	PROFUNDIDAD (pies)	PESO (lbs/gal)	VSC. (seg)	VP/YP	FILTRADO (c.c)	SOLIDOS (%)
Nitrato de Calcio Aguagel	6423	8.4 – 10.8	27 – 39	2-10 / 11-26	-	1 – 16
Maxdrill G +	10515	9.2 – 11.4	34 – 68	6-26 / 19-36	5.7 – 9.0	4 – 16
Maxdrill G +	10990	9.6 – 9.8	37 – 62	12-21 / 20-42	5.0 – 10.0	9 – 11

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

## 2.7.2 DESCRIPCIÓN DE LA PERFORACIÓN POR SECCIONES

### 2.7.2.1 Sección de 16”

Se armó BHA convencional #1 más broca Tricónica para perforar desde 45 pies hasta 288 pies. Luego perforó desde 288 pies hasta 466 pies. Una vez en superficie, se observó que broca y motor se quedaron en el hoyo. Se realizó pesca sin resultado. Las dos herramientas se quedaron en el hoyo. Baja casing 13 3/8”.

Se armó nuevo BHA #2 más motor y broca PDC. Se perforó rotando y deslizando desde 466 pies hasta 940 pies, de 940 pies hasta 2540 pies incrementó ángulo. Se perforó rotando y deslizando desde 2540 pies hasta 3199 pies. La broca no presentó desgaste en ninguna de sus áreas. Se encontró calibrada. Fue sacada por cambio de BHA.

Se perforó de acuerdo a los requerimientos direccionales. Mientras se deslizó, trató de hacerlo con bajo peso en la broca, redujo galonaje, bajo diferencial y bajo ROP para obtener mejores resultados.

Las características de las operaciones de cementación para la tubería de 13 3/8” se presenta en la tabla 2.39.

**Tabla 2.39:** Cementación Tubería 13 3/8"

Método Utilizado:		Al vuelo					
No. LECHADA	DIÁMETRO		INTERVALO CEMENTADO (pies)	No. SACOS A SER UTILIZADOS	CLASE	PESO LECHADA (lbs/gln)	ADITIVOS
	Hueco (pulg)	Tub. Rev. (pulg)					
Lead	16	13 3/8	0 – 5020	1430	A	13.5	Antiespumante, extendedor, dispersante, retardador
Tail	16	13 3/8	5020 - 5520	275	A	15.6	Antiespumante, controlador de pérdida, dispersante, retardador, extendedor

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

De acuerdo a los problemas presentados en la sección en la tabla 2.40 podemos observar el tiempo de duración de cada uno de los problemas.

**Tabla 2.40:** Tiempo no productivo sección de 16"

Sección	Problemas	Tiempo No Productivo	Tiempo (hrs)
16"	Viaje adicional reconfiguración de BHA	Cambio de BHA	13
	Pesca	Ruptura de BHA	71
	Operaciones de sidetrack	Ruptura del pin del floatsub.	128

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

#### 2.7.2.2 Sección de 12 ¼"

Se armó BHA de limpieza con broca PDC. Bajó BHA hasta 5465 pies; tocó tope del float collar. Limpió float collar más cemento desde 5465 hasta 5485 pies. Se bajó desde 5590 hasta 5890 pies

Se armó y bajo Diverter Tool 3 ½" más X-Over más 5" TP hasta 5890 pies.

Bombeó tapón de desvío. Se probó líneas de cementación con 3000 psi.

### 2.7.2.3 Sección de 12 ¼” ST

Se armó BHA más motor y broca. A 5606 pies inició trabajo direccional para el “sidetrack” con “timedrilling”. Se perforó deslizando desde 5606 pies hasta 5636 pies. Se perforó deslizando con “Timedrilling” desde 5636 pies hasta 5650 pies. Controló parámetros CGL superior de Tiyuyacu desde 6980 pies hasta 7112 pies. Se perforó normalmente desde 7112 pies hasta 7271 pies. Se perforó normalmente desde 7550 pies hasta 8080 pies. La broca presentó dos cortadores astillados en el área de la nariz. Se encontró calibrada. Fue sacada por cambio de BHA.

Se armó nuevo BHA más broca. Se perforó desde 8334 pies hasta 8813 pies, luego se perforó rotando y deslizado desde 9780 pies hasta 10000 pies. Se perforó con el peso sobre la broca adecuado de acuerdo a las circunstancias presentes. Se perforó desde 10445 pies hasta 10515 pies (TD).

Las características de la cementación para la sección de 9 5/8” se presenta en la tabla 2.41.

**Tabla 2.41: Cementación Tubería 9 5/8”**

Método Utilizado:		Al vuelo					
No. LECHADA	DIÁMETRO		INTERVALO CEMENTADO (pies)	No. SACOS A SER UTILIZADOS	CLASE	PESO LECHADA (lbs/gln)	ADITIVOS
	Hueco (pulg)	Tub. Rev. (pulg)					
Lead	12 ¼	9 5/8	6080 – 8854	645	G	14.5	Antiespumante, extendedor, dispersante, retardador
Tail	12 ¼	9 5/8	8854 – 9654	325	G	16.4	Antiespumante, controlador de pérdida, dispersante, retardador, extendedor

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

De acuerdo a los problemas presentados en la sección en la tabla 2.42 podemos observar el tiempo de duración, las lecciones aprendidas y las recomendaciones que se da por parte de la compañía a cargo de las operaciones para cada uno de los problemas.

**Tabla 2.42: Tiempo no productivo, lecciones aprendidas y recomendaciones que se da por parte de la compañía a cargo de las operaciones para cada uno de los problemas sección de 12 1/4”**

Sección	Problemas	Tiempo No Productivo	Tiempo (hrs)	Lecciones Aprendidas por parte de la compañía	Recomendaciones por parte de la compañía
12 1/4"	Reparaciones de taladro	Repara falla eléctrica del conector del TDS.	18	<p>Rompimiento de floatsub que tiene como resultado Sidetrack Durante la perforación de la sección no se observa torques anormales</p> <p>BHA perforo 1419 ft en 35.2 hs @ 40.2 ft/hr</p> <p>Valores de Von Mises stress no exceden el 60%</p> <p>Valores de Von Mises stress no exceden 60 % durante back reaming en 700 ft (punto de rotura)</p> <p>la evidencia de la fatiga acumulada podría ser la causa raíz de la falla del float sub</p> <p>Falla del material debido a fatiga acumulada (ILPM)</p> <p>Inspección después del refrenteo no fue completo.</p>	<p>Aplicar estudio de Geo mecánica</p> <p>En zona de volcánico asentar revestidor de 9 5/8" en Caliza "A".</p> <p>Como viaje de calibración de contingencia en caso de presentarse hueco cerrado utilizar ampliador.</p> <p>Asegurar contar con back up de herramientas críticas.</p> <p>Nunca reutilizar elementos que presenten sobre torque sin inspección.</p> <p>Contar con un Pool de personal direccional fijo en los campos que se Operan en Petroamazonas.</p>
	Espera por decisión y herramientas para viaje de calibre.	Espera de herramientas	22,5	<p>Problemas de construcción direccional</p> <p>Se realizaron 2 cambios de BHA adicionales por complicaciones para realizar slide.</p> <p>Se observa diferencia de Herramienta MWD, dificultad para orientar.</p> <p>No se contó con Pony monels de back up, lo que afecto a tendencia de la sarta.</p> <p>Ambos DD en pozo experimentaban primer trabajo para Petroamazonas.</p>	
	Washout en tubería	Washout	2	Bajada de revestidor fallida	
	Halliburton, liberación prematura de setting tool	Pesca	180	Se realizan 4 viajes de calibración aplicando parámetros de perforación	
	Empaquetamiento de liner en fondo	Sarta pegada	3	se observa que el torque En la sarta incrementa En cada viaje de calibración	
				No se observan síntomas de empaquetamiento o incremento de recortes En superficie.	
				Se queda 861 ft de hoyo abierto de 12 1/4"	

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul  
**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

#### 2.7.2.4 Sección de 8 1/2"

Se armó BHA convencional con broca tricónica de 8 1/2". Se bajó BHA direccional desde superficie hasta 9593 pies, donde tocó tope del cemento. Rotó cemento hasta 9635 pies.

Se acondicionó desde 9658 hasta 9746 pies. Circuló parada por problemas de arrastre a 9746 pies, observó caída de presión de circulación.

Se sacó BHA desde 9746 hasta 9303 pies, observó junta lavada. Se cambió tubo lavado y realizó prueba de circulación, continuó acondicionando desde 9746 hasta 10515 pies, observó puntos apretados de hasta 25 klbs de overpull en 10301 pies; de hasta 30 klbs en 10380 pies; de hasta 35 klbs en 10393, 10087 pies.

#### 2.7.2.5 Sección de 6 1/8"

Se armó BHA más motor y broca PDC, perforó rotando desde 10525 pies hasta 10990 pies TD. Se perforó con alto torque. La broca presentó cortadores rotos sobre toro en los postes de los mismos en las áreas del cono y la nariz, se encontró calibrada. Presentó también degastes por formación. Fue sacada por profundidad total.

En la tabla 2.43 se presenta las características de las operaciones de cementación para el liner de 7".

**Tabla 2.43: Cementación Liner de 7"**

Método Utilizado:		Al vuelo					
No. LECHADA	DIÁMETRO		INTERVALO CEMENTADO (pies)	No. SACOS A SER UTILIZADOS	CLASE	PESO LECHADA (lbs/gln)	ADITIVOS
	Hueco (pulg)	Tub. Rev. (pulg)					
Tail	8 1/2	7	9491 – 10513	363	G	15.8	Antiespumante, dispersante, retardador, extendedor, surfactante

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

## 2.8 POZO PALO AZUL L

### 2.8.1 RESEÑA HISTÓRICA

Este pozo fue operado por el equipo H&P 121 iniciando las operaciones el 08 de Febrero de 2013. Finalizó el 05 de Marzo de 2013.

El pozo Palo Azul F fue diseñado como pozo de desarrollo, direccional tipo "S". Tuvo una profundidad total de 10845 pies MD / 10210,75 pies TVD, con desplazamiento horizontal e inclinación máxima de 3063,31 pies y 26,20 a 2812, 24 pies MD respectivamente. Diseñado además, con 3 secciones: 16", 12 ¼" y 8 ½" y con 3 revestidores: Superficial de 13 3/8", revestidor Intermedio de producción 9 5/8" y un Liner de producción de 7". El objetivo principal fue la Arenisca Hollín Principal.

En la tabla 2.44 se detalla los conjuntos de fondos utilizados el tipo de arreglo y que se utilizó en la perforación de cada una de las secciones con sus respectivas especificaciones.

**Tabla 2.44:** Conjuntos de fondo utilizados en el pozo Palo Azul L

BHA	TIPO DE ARREGLO	ESPECIFICACIONES
1	Convencional	Broca Tricónica de 16" + bit sub + 3 x 8" DC + 15 3/4" Stabilizer + 3x8" DC + X-Over + 3x5" HWDP + 6 1/2" Martillo Hidráulico + 3x5" HWDP
2	Direccional	Broca PDC de 16" (SDi519MHPX) + Motor A962M con 15 3/4" estabilizador, 1.500 BH + Float Sub + 8" Pony Monel + 14 5/8" Estabilizador + 8" Pony Monel + MWD Telescope 825 HF + UBHO + 8" NMDC + 2 x 8" Drill Collar + X-Over + 18 x 5" HWDP + 6 1/2" Martillo Hidráulico + 5 x 5" HWDP
3	Direccional	Broca PDC de 16" (SDi519MHPX) + Motor A962M, con. 15 3/4", estabilizador, 1.500 BH + Float Sub + 8" Pony Monel + 15 3/4" Estabilizador + 8" Pony Monel + MWD Telescope 825 HF + 8" NMDC + 2 x 8" Drill Collar + X-Over + 18 x 5" HWDP + 6 1/2" Martillo Hidráulico + 5 x 5" HWDP
4	Convencional	Broca PDC de 12 ¼" (MSi519HSPXX) + Bit Sub + 2x8" DC + X-Over + 37x5" HWDP + 6 ½" Martillo Hidráulico + 4x5" HWDP.

Continuación tabla 2.44

BHA	TIPO DE ARREGLO	ESPECIFICACIONES
5	Direccional	Broca PDC 12 1/4" (MSi519LMHSBPXX) + Motor A800M7840XP; 1.50 BH; 12 1/8" Estabilizador + 11 3/4" Estabilizador + Non-Mag Pony Collar + Telescope 825 HF + 8" Monel + X-Over + 37 x 5" HWDP + 6 1/2" Martillo Hidráulico + 4 x 5" HWDP.
6	Direccional	Broca 12 1/4 " PDC (SDi419HBPX) + PD 900 X5 AA Slick CC + 12 1/8" PD900 Receiver + Telescope 825 HF + 8" Monel + X-Over + 37x5" HWDP + 6 3/8" Martillo Hidráulico + 4x5" HWDP.
7	Direccional	Broca PDC de 12 1/4" (MSi519HSPXX) + Motor A800M7840XP 1.50 BH + Non-Mag Pony Collar + 12 1/8" Estabilizador + ARC-8 + MWD Telescope + 8" Monel + X-Over + 37 x 5" HWDP + 6 3/8" Martillo Hidráulico + 4 x 5" HWDP.
8	Direccional	Broca Tricónica de 12 1/4" (F05BODCPX) + Motor A800M7840XP 1.50 BH + Non-Mag Pony Collar + 12 1/8" Estabilizador + ARC-8 + MWD Telescope + 8" Monel + X-Over + 37 x 5" HWDP + 6 3/8" Martillo Hidráulico + 4x5" HWDP.
9	Direccional	Broca PDC MDi616LBPX + A675M w Slick Sleeve Estabilizador- 0.28 v/g - 1.50 BH + Float Sub + EcoScope 8 1/4" Estabilizador + Telescope + Monel + 26 x 5" HWDP + 6 1/2" Martillo Hidráulico + 3 x 5" HWDP
10	Limpieza	Broca tricónica de 8 1/2"

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

En la tabla 2.45 se presentan las características del fluido de perforación que se utilizó en el pozo H.

Tabla 2.45: Fluido de Perforación utilizado en el pozo Palo Azul L

TIPO DE LODO	PROFUNDIDAD (pies)	PESO (lbs/gal)	VSC. (seg)	VP/YP	FILTRADO (c.c)	SÓLIDOS (%)
Nitrato de Calcio Aguagel	6132	8.4 – 10.8	30 – 38	4-6 / 11-17	-	2 – 16
Maxdrill G +	10106	9.2 – 10.6	35 – 66	7-23 / 17-34	5.4 – 8	4 – 16
Maxdrill G +	10845	9.8 – 10.2	37 – 62	12-21 / 20-42	5.0 – 10.0	9 – 11

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaboración:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.



## 2.8.2 DESCRIPCIÓN DE LA PERFORACIÓN POR SECCIONES

### 2.8.2.1 Sección de 16”

Se armó BHA #1 con sarta convencional y broca 16”. Inició perforando rotando desde 40’ hasta 440 pies y luego hasta 534 pies. La perforación se suspendió por giro del BHA hacia pozos cercanos y alto riesgo de colisión. En total se perforaron 494 pies en 9,75 hrs para un ROP efectivo de 50,7 ft/hr.

Se armó BHA direccional #2 con broca SDi519MHPX. Inició perforación rotando desde 1014 pies hasta 3207 pies. La perforación finalizó por cambio TFA, sacó UBHO y viaje de limpieza según lo estipulado en el plan.

Se armó BHA direccional #3 con broca 2R. inició perforación rotando desde 3207 pies hasta 4520 pies. Se suspendió perforación por llegar a punto de casing de 13 3/8” en la formación Orteguaza. En total se perforaron 2918 pies en 23,8 hr con una ROP efectiva de 122,6 ft/hr.

En la tabla 2.46 se presenta las características de la cementación de la tubería de 13 3/8”.

**Tabla 2.46: Cementación Tubería 13 3/8”**

Método Utilizado:		Al vuelo					
No. LECHADA	DIÁMETRO		INTERVALO CEMENTADO (pies)	No. SACOS A SER UTILIZADOS	CLASE	PESO LECHADA (lbs/gln)	ADITIVOS
	Hueco (pulg)	Tub. Rev. (pulg)					
Lead	16.239	13 3/8	0 – 5535	1445	A	13.5	Antiespumante, extendedor, dispersante, retardador
Tail	16.239	13 3/8	5535 - 6125	237	A	15.6	Antiespumante (D047), controlador de pérdida (D167), dispersante (D202), retardador (D201), extendedor (D075)

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

De acuerdo a los problemas presentados en la sección en la tabla 2.47 podemos observar el tiempo de duración, para cada uno de los problemas.

**Tabla 2.47:** Tiempo no productivo sección 16"

Sección	Problemas	Tiempo No Productivo	Tiempo (hrs)
16"	Esperar por elevador para reparar manguera	Daño de la manguera hidráulica del elevador	1,5
	Inspección de tubería de perforación	Daños en la tubería	27,5
	Reparar manguera del top drive	Daños en la manguera	0,5

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul  
**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

#### 2.8.2.2 Sección de 12 ¼"

Se armó BHA convencional #4 con broca PDC de 12 ¼" y bajó desde superficie hasta 6043 pies. Continuó perforando cemento, zapata y formación hasta 6132,5 pies y desde esa profundidad sacó a superficie.

Se armó BHA direccional #5. A profundidad de 140 pies la herramienta se probó y luego perforó hasta 1394 pies. Bajó DP 5" desde 1394 pies hasta 2800 pies con un total de 45 juntas. Luego bajó hasta 6085 pies donde se realizó Rig Service. La perforación inició a 6132 pies rotando, deslizando y controlando parámetros hasta 8130 pies, por llegar a la formación Tena como lo indicó el plan de perforación para cambio de BHA.

Se armó y bajó BHA direccional #6 hasta 7745 pies (hoyo abierto) y repasando llegó hasta 8130 pies donde inició la perforación hasta 8875 pies para luego llegar a la profundidad de 9336 pies.

Se armó BHA direccional #7 y bajó hasta 9336 pies. La perforación inició a esa profundidad hasta 9380 pies. Al iniciar la perforación presentó poco avance.

Aumentó a partir de 9352 pies. A 9415 pies bajó peso sobre la broca para evitar aumentar la inclinación, por lo cual la ROP efectiva disminuyó. A 9530 pies la ROP promedio mejoró con instantáneas. A profundidad de 9612 pies la ROP instantánea baja repentinamente y sigue disminuyendo hasta la profundidad actual de 9630 pies. La perforación fue suspendida por bajo ROP.

Se armó BHA #8 para iniciar perforación rotando y deslizando desde 9635 pies hasta 9700 pies. Continuó perforando rotando y deslizando hasta 10040 pies donde presentó freno de ROP por litología que mostró caliza pudiendo ocasionar el bajo rendimiento. Se suspendió la perforación por llegada a punto de casing de 9 5/8" a profundidad de 10106 pies.

Las características de la cementación de la tubería de 9 5/8" se presenta en la tabla 2.48.

**Tabla 2.48: Cementación Tubería 9 5/8"**

Método Utilizado:		Al vuelo					
No. LECHADA	DIÁMETRO		INTERVALO CEMENTADO (pies)	No. SACOS A SER UTILIZADOS	CLASE	PESO LECHADA (lbs/gln)	ADITIVOS
	Hueco (pulg)	Tub. Rev. (pulg)					
Lead	12 ¼	9 5/8	6214 – 9529	472	G	14.5	Antiespumante (047), extendedor (D020), dispersante (D080), retardador Acc (D197), KCI Sat (M117)
Tail	12 ¼	9 5/8	9529 – 10088	333	G	16.4	Antiespumante (D047), controlador de pérdida (D167), dispersante (D080), retardador (D197), extendedor (D075), Gasblok (D600G)

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

### 2.8.2.3 Sección 8 ½”

Se armó BHA direccional #9 y bajó hasta 10106 pies iniciando la perforación a esa profundidad. A partir de la lutita Napo, bajó galanoje con el fin de prevenir derrumbes en la formación. El peso de la broca se mantuvo controlado a partir del contacto con basal Napo con el fin de conservar inclinación según el plan direccional. Continuó perforando desde 10705 pies hasta 10845 pies punto destinado como punto de Liner de 7”.

La descripción de la cementación del liner de 7” se presenta en la tabla 2.49.

**Tabla 2.49: Cementación Liner de 7”**

Método Utilizado:		Al vuelo					
No. LECHADA	DIÁMETRO		INTERVALO CEMENTADO (pies)	No. SACOS A SER UTILIZADOS	CLASE	PESO LECHADA (lbs/gln)	ADITIVOS
	Hueco (pulg)	Tub. Rev. (pulg)					
Tail	8 ½	7	10022 - 10845	363	G	17.4	Antiespumante (D206), surfactante (F103), dispersante (D080), retardador Acc (D197), extendedor (D075), Gasblok (D600G), Expanding ce (D174)

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

De acuerdo a los problemas presentados en la sección en la tabla 2.50 podemos observar el tiempo de duración, las lecciones aprendidas y las recomendaciones que se da por parte de la compañía a cargo de las operaciones para cada uno de los problemas.

**Tabla 2.50:** Tiempo no productivo, lecciones aprendidas y recomendaciones que se da por parte de la compañía a cargo de las operaciones para cada uno de los problemas sección de 8 1/2"

Sección	Problemas	Tiempo No Productivo	Tiempo (hrs)	Lecciones Aprendidas por parte de la compañía	Recomendaciones por parte de la compañía
8 1/2"	Espera por herramientas de la Cía. Tesco para corrida de liner de 7"	Espera de herramientas	2	Falla en el liner hanger	Se recomienda una auditoría al taller de Baker para inspeccionar ensamblaje de colgadores debido al alto índice de fallas.
					Prever la llegada de las compañías, considerando el tiempo que les toma llegar a la locación.
					Asegurar la presencia de las herramientas necesarias en locación.
	Daños en el colgador	Falla del liner hanger	50		Realizar la inspección durante el ensamblaje del colgador del liner.
					Realizar auditoria al taller de ensamblaje de colgadores de la Cía. Baker.
	Repara líneas hidráulicas de CDS	Cía. Tesco repara líneas hidráulicas de CDS	1		Realizar mantenimiento de los equipos previo a la utilización de los mismos durante las operaciones.

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul  
**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

## 2.9 POZO PALO AZUL M

### 2.9.1 RESEÑA HISTÓRICA

El taladro H&P 121 inició las operaciones de perforación el 05 de Junio de 2013 y culminó con Setting Tool en superficie el 25 de Julio de 2013.

EL pozo Palo Azul M se presentó como un pozo de desarrollo tipo "J", cuyo objetivo principal fue Hollín (Caliza C) y objetivos secundarios arenisca "U" y

Basal Tena. Su profundidad total fue de 10709 pies MD / 10144 pies TVD con una inclinación máxima de 32,75 a 5389 pies MD.

En la tabla 2.51 se detalla los conjuntos de fondos utilizados el tipo de arreglo y que se utilizó en la perforación de cada una de las secciones con sus respectivas especificaciones.

**Tabla 2.51 : Conjuntos de fondo utilizados en el pozo Palo Azul M**

BHA	TIPO DE ARREGLO	ESPECIFICACIONES
1	Convencional	Broca tricónica 16" GTX-CG1 (4x16; TFA: 0.7854), Bit Sub, 8 1/4" DC, Estabilizador, X-Over, 5" HWDP
2	Direccional	Broca PDC 16" HCD605S (5x10 5x11; TFA: 0.848), 9 1/2" Motor (camisa 15 3/4"), 15" Estabilizador, 9 1/2" MWD NaviTrak, X-Over, 8 1/16" Sub Orienting, 8" DC, X-Over, 5" HWDP, 6 1/2" Martillo y 5" HWDP
3	Direccional	Broca PDC 16" HCD605S (10x12; TFA: 1.04), 9 1/2" Motor (camisa 15 3/4"), 15" Estabilizador, 9 1/2" MWD NaviTrak, X-Over, 8" DC, X-Over, 5" HWDP, 6 1/2" Martillo y 5" HWDP
4	Direccional	Broca PDC 12 1/4" DP605SX (7x14, TFA: 1.052), 11.86" ATK Steerable, 12 1/8" Estabilizador, X-Over, 8 1/4" MWD OnTrak, 8 1/4" BCPM, 11 3/4" Estabilizador, 8.24" Sub Stop, 8" NM Sub Filter, 8" Sub Float, 8" DC, X-Over, 5" HWDP, 6 1/2" Martillo y 5" HWDP.
5	Direccional	Broca PDC 12 1/4" DP605SX (7x14, TFA: 1.052), 11.86" ATK Steerable, 12 1/8" Estabilizador, X-Over, 8 1/4" MWD OnTrak, 8 1/4" BCPM, 11 3/4" Estabilizador, 8.24" Sub Stop, 8" NM Sub Filter, 8" Sub Float, 8" DC, X-Over, 5" HWDP, 6 1/2" Martillo y 5" HWDP
1	Pesca	Scfrew in Sub, 5" HWDP, X-Over, Bumper Sub, 8" DC, 8" Martillo, 8" DC, 8" Slinger, 8" DC, X-Over, 6 1/2" DC, X-Over
2	Pesca	5" HWDP, X-Over, 8" DC, 7 5/8" Martillo, 8" DC, 8" Slinger, 8" DC, X-Over, 6 1/2" DC, X-Ove
3	Pesca	Screw in SUB, 5" HWDP, X-Over, 8" DC, 8" Martillo, 8" DC, 8" DC, X-Over, 6 1/2" DC, X-Over, 6 1/2" ACC, X-Over, 6 1/2" HWDP, 6 1/4" DC, X-Over, 5" HWDP
6	Convencional	Broca tricónica 12 1/4" GT-1 (3x12, TFA: 1.113), Bit Sub, 8" DC, 12" Estabilizador, 8" DC, 5" HWDP (30), 6 1/2" Martillo y 5" HWDP
7	Direccional	Broca tricónica 12 1/4" GT-1 (3x22, TFA: 1.114), 8" Motor Steerable (camisa 12 1/8"), 8 1/4" MWD NaviTrak, 8" NM Sub Filter, X-Over, 5" HWDP, 6 1/2" Martillo y 5" HWDP.
8	Direccional	Broca PDC 12 1/4" HCD605ZX (4x13 3x14, TFA: 0.969), 10 1/2" ATK Steerable, 12 1/8" Estabilizador, X-Over, 8 3/8" MWD OnTrak, 8 3/8" BCPM, 11 3/4" Estabilizador, 8 1/4" Sub Stop, 8" NM Sub Filter, 8 1/4" Sub Float, 8" DC, X-Over, 5" HWDP, 6 1/2" Martillo y 5" HWDP.

Continuación Tabla 2.51

BHA	TIPO DE ARREGLO	ESPECIFICACIONES
9	Direccional	Broca PDC 12 1/4" QD605X (7x15, TFA: 1.208), 10 1/2" ATK Steerable, 12 1/8" Estabilizador, X-Over, 8 3/8" MWD OnTrak, 8 3/8" BCPM, 11 3/4" Estabilizador, 8 1/4" Sub Stop, 8" NM Sub Filter, 8 1/4" Sub Float, 8" DC, X-Over, 5" HWDP, 6 1/2" Martillo y 5" HWDP.
10	Direccional	Broca PDC 12 1/4" QD605X (5x16 2x18, TFA: 1.479), 10 1/2" ATK Steerable, 12 1/8" Estabilizador, X-Over, 8 3/8" MWD OnTrak, 8 3/8" BCPM, 11 3/4" Estabilizador, 8 1/4" Sub Stop, 8" NM Sub Filter, 8 1/4" Sub Float, 8" DC, X-Over, 5" HWDP, 6 1/2" Martillo y 5" HWDP.
11	Direccional	Broca tricónica 12 1/4" VM20DX (3x24, TFA: 1.325), 8" Motor Steerable (camisa 12"), 11 3/4" Estabilizador, 8 1/4" MWD NaviTrak, 8" NM Sub Filter, 8 1/4" DC, X-Over, 5" HWDP, 6 1/2" Martillo y 5" HWDP.
12	Direccional	Broca PDC 8 1/2" HC506ZX (6x11; TFA: 0.557), 8.03" ATK Steerable, 8 3/8" Estabilizador, 7" MWD OnTrak, 6 3/4" BCPM, 8 3/8" Estabilizador, 6 3/4" ORD, 6 3/4" CCN, 7" Sub Stop, 6 3/4" Sub Float, 6 3/4" NM Sub Filter, 8 3/8" Estabilizador, 9 1/2" GaugePro XPR, X-Over, 6 1/2" DC, X-Over, 8 1/2" Estabilizador, X-Over, 6 1/2" DC, X-Over, 5" HWDP, 6 1/2" Martillo y 5" HWDP.

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul  
**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

Las características del fluido de perforación que se utilizó para el pozo Palo Azul M se presentan en la tabla 2.52.

Tabla 2.52: Fluido de Perforación utilizado en el pozo Palo Azul M

TIPO DE LODO	PROFUNDIDAD (pies)	PESO (lbs/gal)	VSC. (seg)	VP/YP	FILTRADO (c.c)	SÓLIDOS (%)
Seminativo	5980	8.4 – 10.6	27 – 36	2-6 / 4-10	-	<9
KLA-Sheld	9436	9.6 – 10.9	33 – 45	11-18 / 14-19	8.5 – 16	<10
<b>Sidetrack</b>						
KLA-Sheld	10044	9.6 – 11.5	47 – 72	7-27 / 9-33	15 – 4.6	<10
KLA-Sheld NT	10709	9.8 – 10.3	58 – 75	24-32 / 30-43	4.5 – 5.1	9<3.7

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul  
**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

## 2.9.2 DESCRIPCIÓN DE PERFORACIÓN POR SECCIONES

### 2.9.2.1 Sección de 16”

Se armó BHA convencional #1 con broca tricónica 16”. Bajó hasta 42 pies MD y perforó hasta 445 pies MD. El intervalo perforado fue de 413 pies en 10 horas obteniéndose un ROP promedio de 41.2 pph.

Se armó BHA direccional #2 con broca PDC 16”. Bajó BHA hasta 455 pies MD lavando la última parada y tomando Gyro a 448 pies MD. Perforó hasta 3418 pies MD registrando Gyro a 1200 pies MD. Sacó BHA hasta superficie con puntos apretados a 3086 pies y 3050 pies MD.

Se armó BHA direccional #3 con broca PDC 16”. Bajó hasta 3418 pies y perforó hasta 5980 pies MD. Sacó BHA hasta superficie encontrando puntos apretados a 5044 pies, 5010 pies, 4650 pies, 4585 pies, 4500 pies y 3750 pies MD.

En la tabla 2.53 se presenta las características de la cementación de la tubería de 13 3/8”.

**Tabla 2.53:** Cementación Tubería 13 3/8”

Método Utilizado:		Desplazamiento, una lechada con retorno a superficie					
No. LECHADA	DIÁMETRO		INTERVALO CEMENTADO (pies)	No. SACOS A SER UTILIZADOS	CLASE	PESO LECHADA (lbs/gln)	ADITIVOS
	Hueco (pulg)	Tub. Rev. (pulg)					
1	16	13 3/8	0 – 5300	1621	A	13.5	270 bbl agua + 27 gal D047 + 1500 lbs D020 + 1320 lbs M117 + 385 lbs D20
2	16	13 3/8	5300 - 5980	247	A	15.6	55 bbl de agua + 10 gal D047 + 125 lbs D167 + 165 lbs D202 + 125 lbs D201 + 11

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.



De acuerdo a los problemas presentados en la sección, mostramos el tiempo de duración, las lecciones aprendidas y las recomendaciones que se da por parte de la compañía a cargo de las operaciones para cada uno de los problemas, en la tabla 2.54:

**Tabla 2.54:** Tiempo no productivo, lecciones aprendidas y recomendaciones que se da por parte de la compañía a cargo de las operaciones para cada uno de los problemas sección de 16”

Sección	Problemas	Tiempo No Productivo	Tiempo (hrs)	Lecciones Aprendidas por parte de la compañía	Recomendaciones por parte de la compañía
16”	Intentó liberar Fill Up Tool, goma pegada	Atascamiento de los sellos en el interior del casing	1	Al exceder la presión de activación de la herramienta, resulta más difícil liberarla.	Llevar un control de la presión de accionamiento de la herramienta.
	Demora el armado de BOP	Cambio de camisas de las bombas, acondicionamiento de fluido.	4,5	Considerar un tiempo adicional para armado de BOP y cambio de camisas en las bombas	Optimizar el recurso humano disponible en el rig, priorizando el armado de BOP y cambio de camisas de 2 bombas.

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

### 2.9.2.2 Sección de 12 ¼”

Se armó BHA direccional #4 con broca PDC 12 ¼”. Bajó BHA hasta 5908 pies MD y perforó hasta 7813 pies MD. Levantó BHA hasta zapato de 13 3/8” con Back Reaming en 7242 pies – 6868 pies MD. Observó caída de presión, sacó BHA hasta 3933 pies MD y detectó Wash Out en la parada 29 tubería #86, cambió DP y bajó hasta 5980 pies MD. Regresó a fondo rimando la última parada por seguridad. Continuó perforando hasta 7907 pies MD.

Se armó BHA direccional #5 con broca PDC 12 ¼”. Bajó hasta 7907 pies MD rimando la última parada por seguridad. Perforó hasta 9435 pies MD controlando parámetros. Observó pérdida de presión, realizó prueba de presión en equipos de superficie sin problemas. Decidió sacar BHA por posible Wash Out hasta 8170 pies MD. Tubería empaquetada a 8170 pies MD, circuló y trabajó sarta martillando

hacia abajo para tratar de liberar, sin éxito. Realizó operaciones de Side Track en casing de 12 ¼”.

De acuerdo a los problemas presentados en la sección, mostramos el tiempo de duración, las lecciones aprendidas y las recomendaciones que se da por parte de la compañía a cargo de las operaciones para cada uno de los problemas, en la tabla 2.55.

**Tabla 2.55:** Tiempo no productivo, lecciones aprendidas y recomendaciones que se da por parte de la compañía a cargo de las operaciones para cada uno de los problemas sección 12 1/4”

Sección	Problemas	Tiempo No Productivo	Tiempo (hrs)	Lecciones Aprendidas por parte de la compañía	Recomendaciones por parte de la compañía
12 1/4"	Wash Out en la parada 29	Mala condición del recubrimiento interno de la tubería de perforación	6,5	Se determinó que la condición interna de la tubería está en mal estado. Se inicia con la planificación del cambio de la tubería de perforación	Establecer un sistema de tracking de la tubería y todos los componentes del BHA para anticipar reparaciones
	Caída de presión	Atascamiento mecánico en la base del conglomerado inferior, el cual deriva en trabajos de pesca.	26	Debido a la mala condición de la tubería no es posible realizar una limpieza adecuada del pozo, adicionalmente las practicas operativas efectuadas en las maniobras de sacar el BHA no fueron adecuadas, lo cual ocasiona el atrapamiento mecánico de la sarta de perforación,	Se determina límites más conservadores para los viajes, poniendo el límite de 30 Klbs de over pull para los viajes de sacada y 20 Klbs para los viajes de retorno, antes de colocar bomba y posteriormente rotaria, manteniendo los mismos límites de tensión y peso respectivamente.
	Empaquetamiento de tubería	Pérdida de herramientas direccionales, drill collars y HWDP en el pozo.	332,5	El washout de tubería es la causa raíz y el maniobrar la sarta martillando hacia arriba es la causa secundaria del problema presentado.	Circular el pozo de manera adecuada y un ajuste en las propiedades reológicas del fluido serán implementadas para los siguientes pozos.
	Back Off	No se aplica los correctos procedimientos para la determinación del punto neutro de la sarta.	7,5	Si el punto neutro no es determinado de forma apropiada, el back off no se realiza en el punto deseado o no genera el desenrosque en ningún sitio	Es necesaria la revisión de los procedimientos a seguir para determinar el punto neutro y el procedimiento para transmitir el torque izquierdo hasta el mismo.

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

### **2.9.2.3 Sección de 12 1/4" ST**

Se armó BHA convencional # 6 con broca tricónica. Bajó hasta 5792 pies MD donde topa cemento rimando desde 5576 pies MD. Perforó cemento blando hasta 5925 pies MD con 900 GPM, 2800 PSI y 40 RPM. Regresó a fondo y continuó perforando cemento hasta 6025 pies MD con 900 GPM, 2700 PSI y 70 RPM.

Se armó BHA direccional # 7 con broca tricónica. Probó herramientas direccionales con 700 GPM y 1100 PSI a 1123 pies MD. Inició Side Track, realizó Time Drilling hasta 6150 pies MD con 750-835 GPM, 2700-3200 PSI y 50 RPM (KOP a 6030 pies MD).

Se armó BHA direccional # 8 con broca PDC. Perforó direccionalmente hasta 8150 pies MD con 850-900 GPM, 2900-3850 PSI y 60-130 RPM controlando parámetros en (6550-6700) pies MD (Conglomerado Superior), (6860- 7185) pies MD (Conglomerado Medio) y (7672-8150) pies MD (Conglomerado Inferior). Sacó BHA hasta superficie con Backreaming en (8025-6070) pies MD por presencia de Overpull de 30 KLBS.

Se armó BHA direccional # 9 con broca PDC. Observó caída de presión en 500 PSI, y realizó prueba de presión del Stand Pipe hasta el Choke Manifold de la mesa. Soltó muestra de carburo para determinar profundidad de posible Wash Out. Se determinó que la muestra salió a través de la broca por lo cual se realizó nueva prueba al Stand Pipe con 4000 PSI. No se observó Wash Out, probó herramientas direccionales en superficie sin problema.

Se armó BHA direccional # 10 con broca PDC. Bajó hasta 9094 pies MD rimando en (6948-6986) pies y (7549- 9094) pies MD con 800-900 GPM, 2000-2850 PSI y 60 RPM. Observó que el peso de la broca no descarga y el torque se mantiene en 10 Kft.lb.

En la tabla 2.56 se presenta las características de la cementación de la tubería de 12 1/4".

**Tabla 2.56: Cementación Tubería 12 1/4"**

Método Utilizado:		Desplazamiento directo, dos lechadas					
No. LECHADA	DIAMETRO		INTERVALO CEMENTADO (pies)	No. SACOS A SER UTILIZADOS	CLASE	PESO LECHADA (lbs/gln)	ADITIVOS
	Hueco (pulg)	Tub. Rev. (pulg)					
1	12 ¼	9 5/8	6200-9000	739	G	14.5	D47 .02 g/s, D20 1,2%BWOC, D80 .058 g/s, D197 .074 g/s, D75 .02 g/s, M117 1 %BWOC
2	12 ¼	9 5/8	9000-10044	472	G	17.4	D47 .02 g/s, D80 .08 g/s, D197 .08 g/s, D167 .15%BWOC, D75 .045 g/s, D166 35%BWOC, D174 5%BWOC

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

De acuerdo a los problemas presentados en la sección, mostramos el tiempo de duración, las lecciones aprendidas y las recomendaciones que se da por parte de la compañía a cargo de las operaciones para cada uno de los problemas, en la tabla 2.57.

**Tabla 2.57:** Tiempo no productivo, lecciones aprendidas y recomendaciones que se da por parte de la compañía a cargo de las operaciones para cada uno de los problemas sección 12 ¼ "ST

Sección	Problemas	Tiempo No Productivo	Tiempo (hrs)	Lecciones Aprendidas por parte de la compañía	Recomendaciones por parte de la compañía
12 1/4" ST	Backreaming 8025'-6070	Falta de limpieza del hoyo	21	Es necesario realizar un ajuste en peso y propiedades reológicas del fluido	Modificar las características reológicas del fluido, subiendo el punto cedente para mejorar el acarreo de los recortes de perforación
	Bajo ROP - broca embolada,	Embolamiento de broca en el viaje de retorno	8		
	Prueba equipos por caída de presión	No determinada	3,5	Se requiere realizar una circulación antes de retomar la perforación del intervalo	Circular una píldora dispersa y esperar su retorno a superficie. Retomar los parámetros de perforación con poco peso para evitar embolamiento de la broca

Continuación Tabla 2.57

Sección	Problemas	Tiempo No Productivo	Tiempo (hrs)	Lecciones Aprendidas por parte de la compañía	Recomendaciones por parte de la compañía
12 1/4" ST	Desarma RAMS para colocar wear bushing	Deformación de las gomas del Hydrill del BOP	1	Se debe hacer un procedimiento para determinar la causa de las caídas de presión	Un parámetro adicional para revisión son las revoluciones de la turbina de las herramientas direccionales
	POOH a superficie	Se presume washout en tubería	21,5	El mantenimiento de los elementos del BOP es necesario para asegurar el paso de herramientas a través de él.	Realizar un chequeo continuo del estado de los cauchos del BOP
	Prueba BHA en superficie, descarga data & arma BHA	Se presume washout en tubería	6	Es necesario establecer un procedimiento para determinar la causa de las caídas de presión	Un parámetro adicional para revisión son las revoluciones de la turbina de las herramientas direccionales
	RIH BHA hasta 9094'	Se presume washout en tubería	13		

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

#### 2.9.2.4 Sección de 8 ½”

Se armó BHA convencional #12 con broca PDC 8 ½”. Bajó hasta 156 pies MD y probó herramientas direccionales. Continuó bajando hasta 9987 pies MD, perforó tapones, CF y cemento hasta 10034 pies MD. Realizó prueba de integridad del Casing. Continuó perforando cemento, zapato y 10 pies de formación nueva hasta 1065 pies MD. Perforó direccionalmente rotando y deslizando hasta 10709 pies TD. Sacó BHA direccional hasta superficie sin problemas y descargó información de herramienta Ontrak.

La descripción de la cementación del liner de 7" se presenta en la tabla 2.58.

**Tabla 2.58: Cementación Liner de 7"**

Método Utilizado:		Premezclado, dos lechadas: Lead cubre hasta el tope del liner, Tail cubre arenas productoras.					
No. LECHADA	DIÁMETRO		INTERVALO CEMENTADO (pies)	No. SACOS A SER UTILIZADOS	CLASE	PESO LECHADA (lbs/gln)	ADITIVOS
	Hueco (pulg)	Tub. Rev. (pulg)					
1	8 ½	7	9501-10709	412	G	17.4	D47 .02g/s,D75 .08 g/s,D197 .08 g/s,D22A F103.15%,D75 .045 g/s,D166 35%BWOC,D174 5%BWOC

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

## **CAPITULO III**

### **ANÁLISIS DE LOS TIEMPOS NO PRODUCTIVOS DE LAS OPERACIONES DE PERFORACIÓN**

#### **3.1 INTRODUCCIÓN**

En este capítulo, hemos recurrido a la información presentada en los reportes finales de perforación de cada uno de los pozos ya antes mencionados; (ver anexo 1) con la finalidad de realizar el respectivo análisis técnico y estadístico de los problemas que se dieron en la perforación y originaron a que se presenten tiempos no productivos (NPT).

El análisis presentado en ese capítulo está realizado según los problemas que se obtuvieron en cada sección de los pozos, tomando como secciones analizadas, a las siguientes: 16", 12 ¼", 8 ½, 6 1/8". Para esto hemos utilizado el método del chi cuadrado la cual consiste en comparar proporciones independientes en diseños de estudio con variables cualitativas (ver anexo 2). (Posada, 2011)

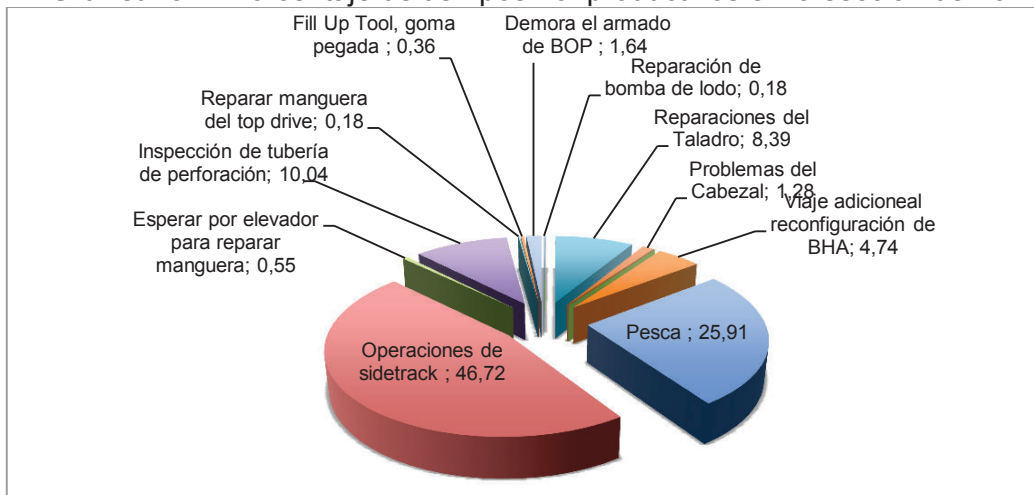
#### **3.2 PRESENTACIÓN DE DATOS PREVIOS AL ANÁLISIS TÉCNICO Y ESTADÍSTICO DE LOS TIEMPOS NO PRODUCTIVOS (NPT)**

En cada perforación estamos tan expuestos a que sucedan problemas que nos ocasionen pérdidas de tiempo e incrementen los costos de dicha actividad; problemas que van desde lo más simple como retraso del personal, a lo más complicado como realizar una desviación del pozo (SideTrack), y en sí, por una mala planificación de perforación.

A continuación indicamos los problemas que en general se dieron en cada una de las secciones de los pozos del Campo Palo Azul.

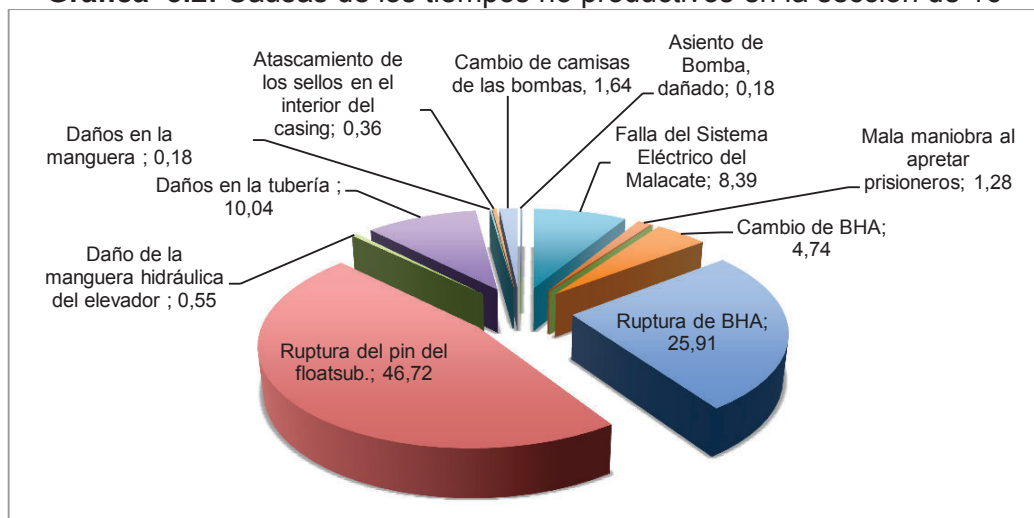
### 3.2.1 SECCIÓN DE 16”

**Gráfica 3.1:** Porcentaje de tiempos no productivos en la sección de 16”



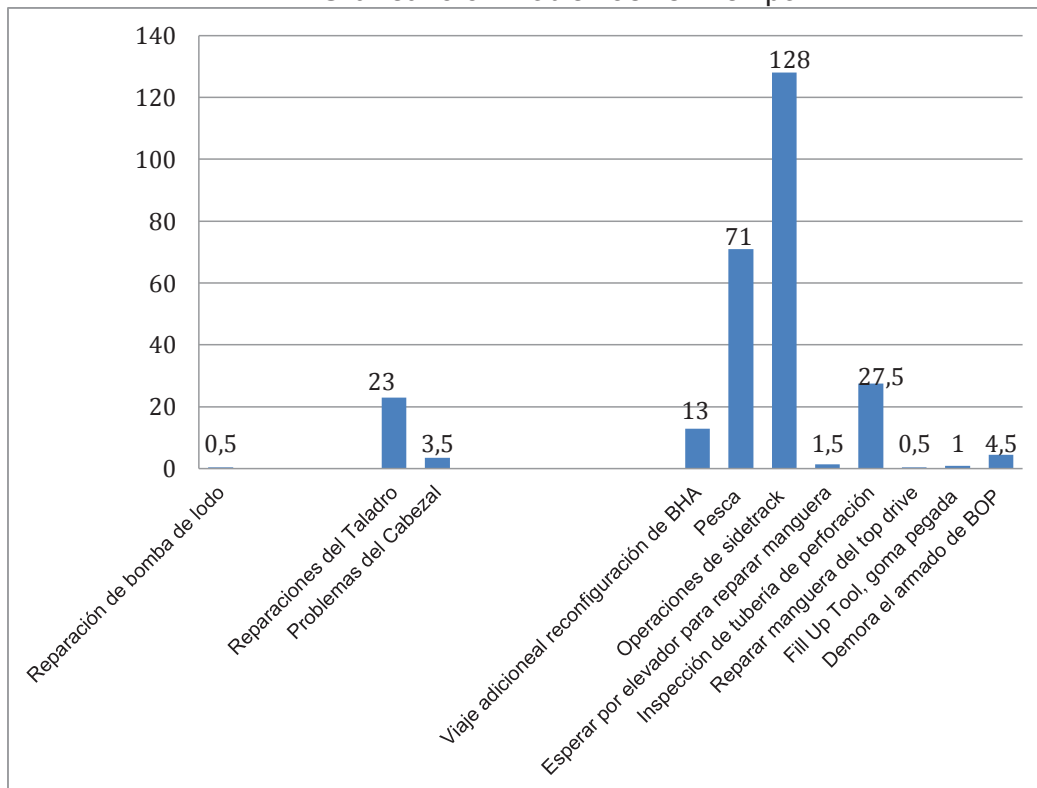
**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul  
**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

**Gráfica 3.2:** Causas de los tiempos no productivos en la sección de 16”



**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul  
**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.



**Gráfica 3.3: Problemas vs. Tiempo**

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

En esta sección cuya profundidad promedio es de 0–5899 pies, MD, en el Campo Palo Azul, podemos notar claramente que el mayor tiempo no productivo se dio a causa de las operaciones de Sidetrack, las cuales derivan de la realización de una pesca insatisfactoria. El tiempo que esta actividad no programada necesitó fue de 128 horas que representa el 46,72% de los tiempos no productivos dentro de la sección.

El segundo valor más representativo de los tiempos no productivos se debe a operaciones de pesca con un tiempo de duración de 71 horas que representa el 25,91%. Las razones por las cuales se dieron las operaciones de pesca fue por la ruptura del pin del flot sub, quedando en el pozo motor de fondo más broca PDC de 16".

Además de un listado de problemas evidenciados que detallamos a continuación en la tabla 3.1.

**Tabla 3.1:** Tiempos No Productivos (hrs) y Causas de la sección de 16”

PROBLEMA	CAUSA	NPT	%
Reparación bomba de lodo	Asientos dañados	0,5	0,18
Reparaciones del Taladro	Falla en sistema eléctrico del malacate	23	8,39
Problemas del Cabezal	Mal ajuste de prisioneros	3,5	1,28
Reparar manguera del Top Drive	Daños en la manguera	0,5	0,18
Fill up tool; goma pegada	Atascamiento de sellos en el casing	1	0,36
Demora de armado del BOP	Cambio de camisas de la bomba, acondicionamiento del lodo	4,5	1,64
Viaje adicional	Cambio BHA	13	4,74
Reparar manguera	Daño de la manguera hidráulica del elevador	1,5	0,55
Inspección de tubería de perforación	Daños en la tubería	27,5	10,04
Pesca	Ruptura BHA	71	25,91
Operaciones SideTrack	Ruptura del pin floatsub	128	46,72

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul  
**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

Para evitar todo tipo de inconvenientes mencionados en la tabla 3.1 se debe contar con el back up de las herramientas más importantes durante las operaciones de perforación.

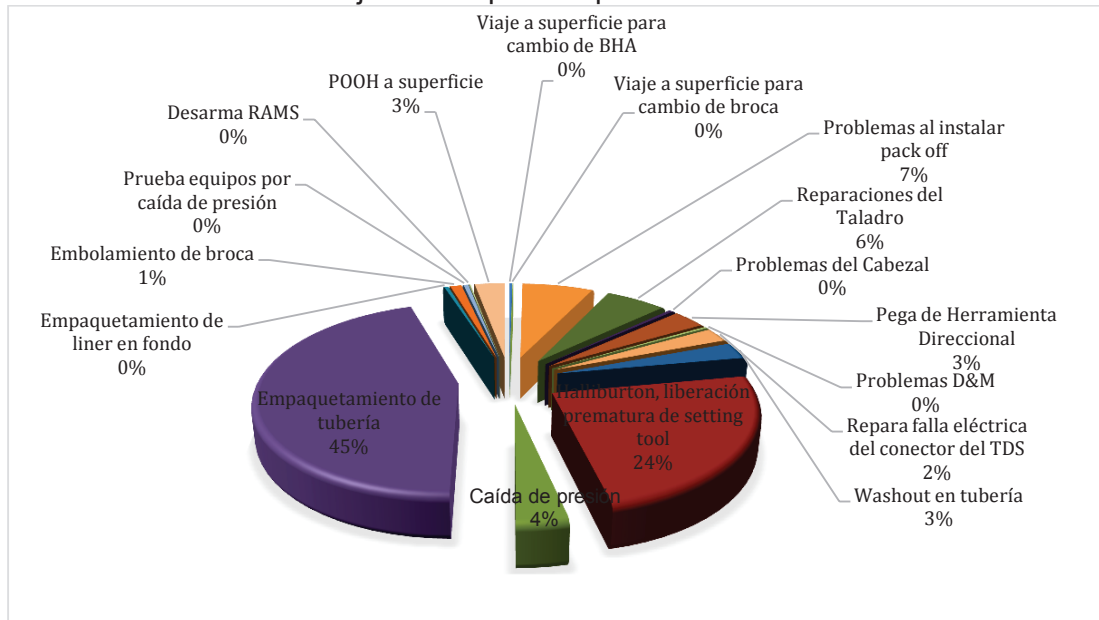
Hay que tener en cuenta que no se debe reutilizar herramientas sobre-torqueadas sin previa inspección.

Realizar un mantenimiento continuo del Top Drive, nos ayudaría a evitar problemas como daño en la manguera, en los brazos del elevador y en los motores del top drive durante las operaciones de perforación, además de un chequeo de los elementos críticos en el sistema de bombeo.

Llevar un control de la presión de accionamiento de las herramientas optimizando el recurso humano disponible en el rig, priorizando el armado de BOP y cambio de camisas de las bombas, son otras de las consideraciones a ser tomadas en cuentas para evitar la demora en el plan de perforación.

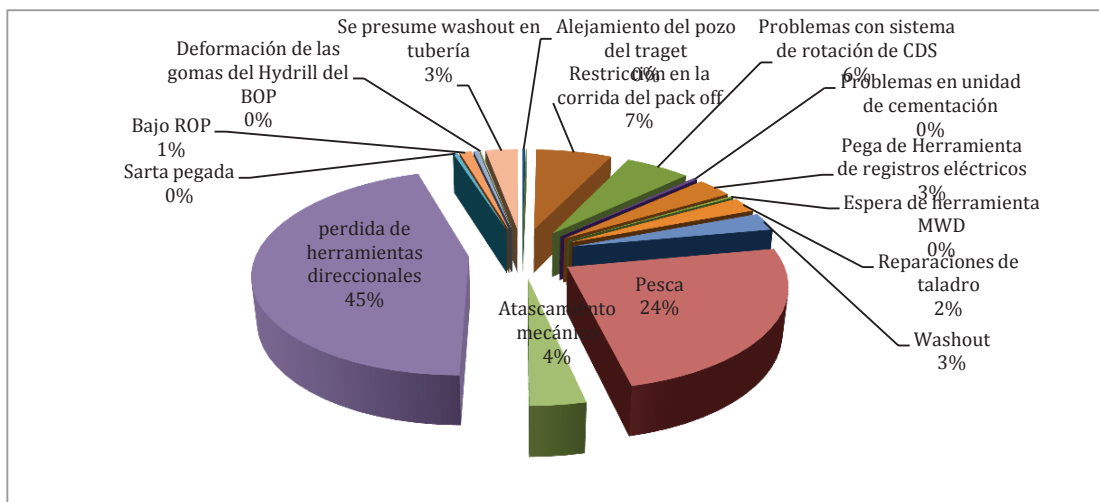
### 3.2.2 SECCIÓN DE 12 ¼”

**Gráfica 3.4:** Porcentaje de tiempos no productivos en la sección de 12 ¼”



**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul  
**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

**Gráfica 3.5:** Causas de los tiempos no productivos en la sección de 12 ¼”



**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul  
**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

En base al gráfico de barras del Anexo 2 se detalla lo siguiente:

La profundidad promedio de esta sección determinada en el Campo va desde 0 - 5764 pies, MD, en donde podemos evidenciar claramente que el mayor tiempo no productivo que se dio en esta sección fue en el empaquetamiento de la tubería por pérdida de herramientas direccionales con un tiempo no productivo de 332,5 horas lo cual representa el 55,6 %.

El segundo problema más representativo en esta sección fue a causa de la restricción que se tuvo en la corrida del pack off ocasionando problemas en su instalación. Esto conllevó a que se origine un tiempo no productivo de 50,5 hrs lo cual representa 49.51%.

Se evidenciaron además, otro tipo de problemas que a continuación detallamos y que originaron a que se den tiempos no productivos:

**Tabla 3.2:** Tiempos No Productivos (hrs) y Causas de la sección de 12 ¼”

PROBLEMA	CAUSA	NPT (hrs)	%
Viaje a superficie para cambio de BHA	Alejamiento del pozo del traget	2	1,96
Viaje a superficie para cambio de broca	Bajo ROP	0,5	0,49
Problemas al instalar pack off	Restricción en la corrida del pack off	50,5	49,51
Reparaciones del Taladro	Problemas con sistema de rotación de CDS	2,5	2,45
Problemas del Taladro	Viaje no planificado/cambio motor	20	19,61
Problemas del Cabezal	Problemas en unidad de cementación	2,5	2,45
Pega de Herramienta Direccional	Pega de Herramienta de registros eléctricos	1	0,98
Problemas D&M	Espera de herramienta MWD	2	1,96
Fuga en líneas Hidráulicas de Top Drive	Reparaciones del taladro	20,5	20,1
Problemas de Cementación	Problemas de Cementación	0,5	0,49

Continuación Tabla 3.2

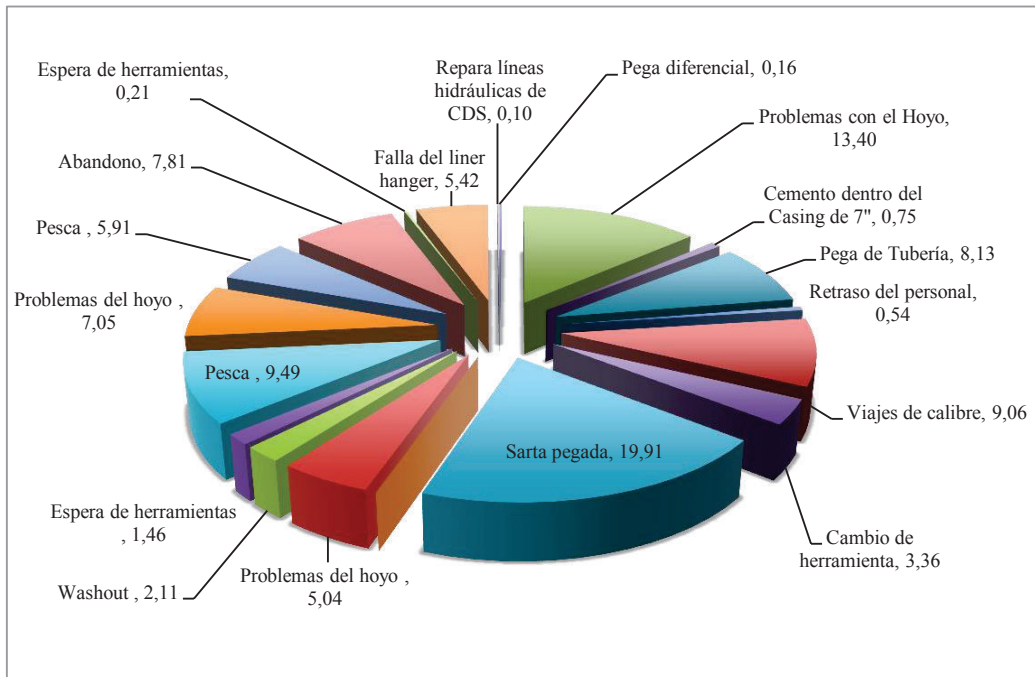
PROBLEMA	CAUSA	NPT	%
Repara falla eléctrica del conector del TDS	Reparaciones de taladro	18	3,01
Espera por decisión y herramientas para viaje de calibre	Espera de herramientas	22,5	3,76
Washout en tubería	Washout	2	0,33
Halliburton, liberación prematura de setting tool	Pesca	180	3,1
Caída de presión	Atascamiento mecánico	26	4,35
Empaquetamiento de tubería	Pérdida de herramientas direccionales	332,5	55,6
Empaquetamiento de liner en fondo	Sarta pegada	3	0,5
Embolamiento de broca	Bajo ROP	8	10,81
Prueba equipos por caída de presión	.	3,5	4,73
Desarma RAMS	Deformación de las gomas del Hydrill del BOP	1	1,35
POOH a superficie	Se presume washout en tubería	21,5	29,05
Prueba BHA en superficie, descarga data & arma BHA	Se presume washout en tubería	6	8,11
RIH BHA	Se presume washout en tubería	13	17,57

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul  
**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

Para evitar todo tipo de inconvenientes mencionados en la tabla 3.2 los perfiles internos del BOP deben ser limpiados y revisados minuciosamente antes y durante la instalación del cabezal.

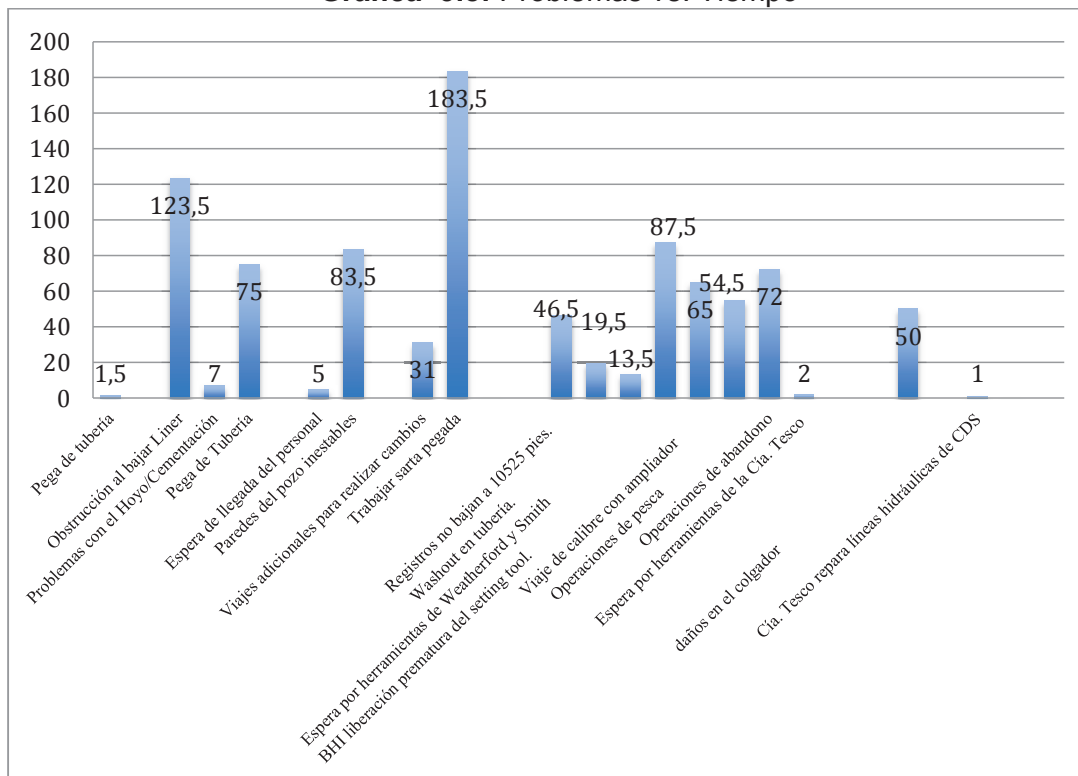


**Gráfica 3.7:** Causas de los tiempos no productivos en la sección de 8 ½”



**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul  
**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

**Gráfica 3.8:** Problemas vs. Tiempo



**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul  
**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

La profundidad promedio de esta sección va desde 9995 – 10740 pies y podemos evidenciar que el problema que generó mayor tiempo no productivo fue el atascamiento de la sarta debido a la pega de tubería; con un tiempo de 183,5 horas lo cual representa el 19,91%.

El segundo problema más representativo se da debido a la espera de herramientas, por no tener una buena organización dentro de las operaciones, con un tiempo no productivo de 13,5 horas que representa el 14,47%.

A continuación detallamos los problemas que en esta sección se generaron a causa de problemas en el hoyo, logística, entre otras:

**Tabla 3.3:** Tiempos No Productivos (hrs) y Causas de la sección 8 ½”

PROBLEMA	CAUSA	NPT	%
Pega de Tubería	Pega Diferencial	1,5	0,16
Obstrucción al bajar Liner	Problemas con el hoyo	123,5	13,4
Problemas con el hoyo / cementación	Cemento dentro del casing	7	0,76
Pega de tubería		75	8,12
Espera de llegada del personal	Retraso del personal	5	0,54
Paredes del pozo inestables	Re-perforación del hoyo 8 ½”	83,5	9,06
Viajes adicionales para realizar cambios	Cambios de herramientas	31	3,36
Trabajar sarta pegada	Sarta pegada	183,5	19,91
Registros no baja a 10525 pies	Problemas del hoyo	46,5	5,05
Washout en tubería	Washout	19,5	2,12
Espera por Herramientas		13,5	14,47
Liberación prematura del setting tool	Pesca	87,5	9,5



Continuación tabla 3.3

PROBLEMA	CAUSA	NPT	%
Viaje de calibre con ampliador	Problemas del Hoyo	65	7,05
Operaciones de pesca	Pesca	54,5	5,91
Operaciones de abandono	Abandono	72	7,81
Espera por herramienta Cia. Tesco	Espera de herramienta	2	0,21
Daños en el colgador	Falla del Liner hanger	50	5,43
Cía. Tesco repara líneas hidráulicas de CDS	Repara líneas hidráulicas de CDS	1	0,11

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

Planificar viajes intermedios en la sección, nos permitirán evaluar las condiciones reales del agujero para no tener tiempos no productivos.

Prever la llegada de las compañías, considerando el tiempo que les toma llegar a la locación, sería otra de las prioridades para que las actividades de perforación marchen a lo bien.

### 3.3 ANÁLISIS TÉCNICO ESTADÍSTICO DE LOS TIEMPOS NO PRODUCTIVOS (NPT)

#### 3.3.1 POR CADA SECCIÓN DE LOS POZOS DEL CAMPO PALO AZUL

Con los datos del ítem anterior, podemos visualizar claramente los problemas que mayor improductividad ocasionaron para cada sección, los cuales ya se encuentran antes descritos.

Pero si bien es cierto, aquellos problemas que hayan generado mayor pérdida de tiempo no indican que éstos, hayan sido los problemas con mayor frecuencia dentro de las operaciones de perforación en el Campo Palo Azul.

Para ello, mostramos a continuación la prueba de chi-cuadrado que compara proporciones independientes de diseños con variables cualitativas que son los problemas más frecuentes que generaron tiempos no productivos, el valor crítico que nos da el método sirve para identificar en qué secciones se van a originar más problemas y los grados de libertad nos da el tamaño de la tabla del chi-cuadrado.

Entonces se puede decir que en la sección de 16", 12 ¼" y 8 ½" se van a originar más problemas y los identificamos en la tabla de chi-cuadrado los que por sección tienen el valor más alto.

Esta prueba tuvo como valor crítico 7,692 y grados de libertad 16, y que continuación puntuamos la frecuencia con que cada problema se dio para las siguientes secciones:

- **SECCIÓN DE 16"**

Los problemas más frecuentes a presentarse, según valores observados, son:

- Daños en la manguera hidráulica
- Daños en la bomba

Con una frecuencia de 2 para cada problema; un chi – cuadrado,  $\chi^2 = 3,157$  y  $6,226$ , respectivamente; un valor crítico de  $7,692$  y grados de libertad de 16.

- **SECCIÓN DE 12 ¼"**

En esta sección, los problemas más frecuentes presentados fueron:

- los ocasionados en el taladro
- Wash out.

Con un valor observado de 4; un chi – cuadrado,  $\chi^2 = 0,462$  y  $1,222$ , respectivamente.

- **SECCIÓN DE 8 ½”**

El mayor problema presentado en esta sección se dio por:

- Inestabilidad del pozo

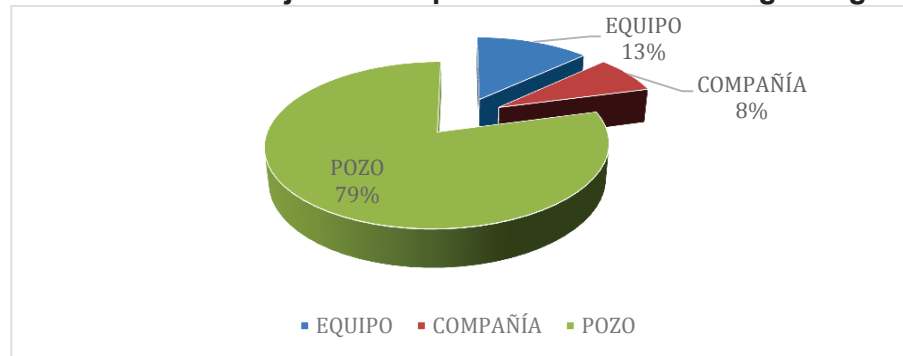
Con una frecuencia de 4; un chi – cuadrado,  $x^2 = 1,464$ .

### 3.3.2 POR LOGÍSTICA

Para el análisis en este acápite, hemos clasificados los problemas según los representantes atribuidos a la logística. Cada clasificación se ve representada colocando los tiempos no productivos en porcentaje para su posterior análisis.

Se han clasificado en: problemas de equipo con un total de 257,5 horas; problemas de la compañía con un total de 152.57 horas; y problemas en el pozo con un total de 1554 horas.

**Gráfica 3.8: Porcentaje de Tiempos No Productivos según logística**



**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira

Según lo mostrado gráficamente, podemos notar una mayor representación en los problemas originados en el pozo, las cuales son producto de la inestabilidad del pozo. Estos son atribuidos a mal plan de operación del pozo por parte de las compañías y del personal encargado.

## **CAPITULO IV**

# **PROPUESTA DE PRÁCTICAS ALTERNATIVAS DE OPERACIONES DE PERFORACIÓN PARA MINIMIZAR LOS TIEMPOS NO PRODUCTIVOS**

### **4.1 INTRODUCCIÓN**

Mediante el análisis que realizamos en el anterior capítulo, proponemos prácticas de alternativas de perforación para cada una de las secciones según los problemas encontrados; con el fin de minimizar los tiempos no productivos durante dicha actividad.

Cabe recalcar que, las prácticas alternativas que a continuación exponemos, varían según en donde se presentó el problema de acuerdo a la perforación de cada sección.

### **4.2 PRÁCTICAS ALTERNATIVAS PARA MINIZAR NPT EN LA SECCIÓN DE 16”**

#### **4.2.1 SEGÚN ANÁLISIS DATOS PREVIOS**

- **Reparación bombas de lodo**

Para anticipar problemas que conlleven a pérdida de tiempo operativo, debemos realizar un chequeo previo de los elementos de mayor desgaste y rotación de las bombas.

- **Mala maniobra al apretar los prisioneros**

Previo a realizar alguna maniobra de la que no se tiene conocimiento, se debe consultar al Co Man o al Tool Pusher, a fin de evitar que se realicen operaciones incorrectas que generen pérdidas de tiempo

El supervisor y el Tool Pusher de la contratista de perforación deben supervisar todo el tiempo las operaciones de instalación de las secciones del cabezal y verificar que se lleven a cabo todos los procedimientos durante la operación, paralelamente ayudando y entrenando a la cuadrilla para futuras operaciones.

- **Falla del sistema eléctrico del malacate**

El personal de supervisión del taladro debe realizar inspecciones continuas de tal manera que se pueda planificar el mantenimiento preventivo y correctivo sin tener pérdidas de tiempo durante las operaciones.

- **Viaje adicional a superficie para reconfigurar BHA**

Para evitar inconvenientes que generen pérdidas de tiempo, se debe contar con el back up de las herramientas más importantes durante la perforación, además con el personal experimentado en la perforación de este tipo de pozos.

También debemos solicitar a terceras compañías que realice la inspección de sus equipos previo al envío de los mismo a pozo.

- **Pesca por ruptura de BHA**

Para evitar este tipo de problemas con el BHA que utilizamos, se deber realizar una previa inspección de las herramientas sobre-torqueadas para que no sean reutilizadas.

- **Inspección de tubería de perforación**

Realizar la inspección de tubería de perforación durante la movilización del taladro es una práctica alternativa que además se debe haber solicitado que la tubería rentada cuente con la inspección necesaria antes de ser admitida para la operación.

- **Repara manguerote del top drive**

Realizar mantenimiento continuo del top drive para evitar problemas durante las operaciones es una práctica que ayuda a minimizar la existencia de posibles pérdidas de tiempo.

- **Intenta liberar fill up tool**

Una alternativa sería la de llevar un control de la presión de accionamiento de la herramienta ya que, al exceder la presión de activación de la herramienta, resulta más difícil liberarla.

- **Demora armado de BOP**

Considerar un tiempo adicional para armado de BOP y cambio de camisas en las bombas, que permita tener la holgura para no generar NPT; además de un chequeo de las conexiones superiores e inferiores para detectar desgastes, corrosión o daños.

Optimizar el recurso humano disponible en el rig, priorizando el armado de BOP y cambio de camisas de bombas, es otra de las prácticas alternativas que podemos mencionar.

#### 4.2.2 SEGÚN ANÁLISIS CHI-CUADRADO

- **Daños en la manguera hidráulica**

Realizar un mantenimiento constante bombeando píldoras de limpieza para evitar que los sólidos se queden en las paredes de la manguera y así evitar taponamientos, también respetar los parámetros de diseño para no alterar sus características tanto de los materiales como de su funcionamiento óptimo.

- **Daños en la bomba**

Para evitar problemas de pérdidas a causa de daños en las bombas, éstas deben estar preparadas antes del arranque inicial. Esta actividad la podemos realizar, vertiendo algún fluido del que se va a bombear en el punto de llenar el sistema o directamente a la apertura de succión de la bomba; rotamos lentamente a mano hasta que los rotores o engranes estén humedecidos y la línea de succión esté lo más llena de fluido como sea posible. Además, debemos asegurarnos que las bombas no arranquen en seco.

Antes de poner en marcha a las bombas, debemos tener en cuenta:

- El perfecto cebado de la bomba y tubería, con la eliminación de aire contenido especialmente en la tubería de succión
- La empaquetadura debe estar perfectamente colocada y apretada suavemente.
- Se debe verificar el sentido de giro, coincidente con la flecha indicadora, así como el voltaje del motor y de la red.

- Comprobar la correcta circulación del fluido refrigerante.

Durante el funcionamiento, se requiere de poca atención, solamente la vigilancia de la temperatura de los rodamientos, el engrase o nivel de aceite, de la caja de rodamientos, el goteo y refrigeración de la empaquetadura.

Si una bomba esta parada durante algún tiempo y se desea hacerla funcionar se procederá como si se tratara de la primera vez, comprobando adecuadamente cada uno de los puntos señalados anteriormente.

### **4.3 PRÁCTICAS ALTERNATIVAS PARA MINIMIZAR NPT EN LA SECCIÓN DE 12 ¼”**

#### **4.3.1 SEGÚN ANÁLISIS DATOS PREVIOS**

- **Viaje a superficie no planificado para cambio de BHA**

Las bajas tasas de penetración y problemas al deslizar, se atribuyen a formaciones con mayor dureza por lo que se debe sacar la sarta a superficie para cambiar el BHA con motor por un BHA con ATK Streerable Stab.

Las tendencias formacionales en la zona, dificultan el trabajo direccional para corrección en dirección, por ello, el uso de RSS puede ayudar a optimizar el tiempo de perforación como programa de perfiles direccionales que sigan las tendencias naturales de la formación.

- **Viaje a superficie para cambio de broca**

Una alternativa sería, el uso de brocas con mayor protección y herramientas de fondo que permitan tener un control en el peso aplicado a las mismas. Esto incluso, nos permitirá prolongar la vida de las brocas.



- **Problemas al instalar pack off**

Se debe inspeccionar los elementos del cabezal y sus accesorios. Para esto, incluir al personal de calidad sería una práctica alternativa.

Los perfiles internos del BOP deben ser limpiados y revisados minuciosamente antes y durante la instalación del cabezal.

- **Reparación soporte del sistema de rotación del CDS**

Al no ser un evento de inspección de herramientas, sino más bien un evento de manejo en la mesa, se debe poner énfasis en las reuniones pre-operativas en el taladro. El personal de la compañía es el único que puede hacer uso de sus herramientas.

- **Viaje no planificado para reemplazar motor por Power Drive**

El uso de Power Drive para perforar Tena y minimizar los tiempos de corrección de trayectoria es una práctica alternativa para no tener NPT's. Al mismo tiempo se tiene una mejor limpieza del agujero al ser un sistema de rotación continua; parámetro importante de limpieza para hoyos con ángulos superiores a 30.

- **Reparar manguera del sistema hidráulico**

El personal de supervisión del taladro debe chequear constante y visualmente el sistema hidráulico para planificar el mantenimiento durante los rig services y evitar pérdidas de tiempo.

Bombear píldora de limpieza

- **Problemas en la unidad de cementación**

Mucho antes de que se inicie el proceso de circulación, la cuadrilla de cementación debe asegurarse de que la conexión de la reducción de circulación a de la cabeza de cementación sean compatibles (Fernandez, 2014). En caso de presentarse algún desperfecto durante el chequeo, comunicar inmediatamente al Co Man a fin de tomar las acciones necesarias para corregir el problema.

- **Espera de Herramientas**

En esta sección las herramientas que no se tuvieron en las locaciones fueron: colgador, MWD, herramientas para viajes de calibre, reductores de torque y zapata rimadora.

Para ello mencionamos como prácticas alternativas el revisar el estado del colgador previo a la instalación del mismo.

Tener un back up en locación para evitar pérdidas de tiempo durante las operaciones y que los mismos sean respectivamente certificados.

Optimizar el flujo de comunicación y logística.

- **Pega de herramientas de registros eléctricos**

Realizar corridas de registros con cable con herramientas de longitud corta (menores a 90 pies) a fin de disminuir el riesgo de pega.

Analizar los doglegs para análisis de riesgos de pega de herramientas de registros, es importante tomar en consideración el TR (Turn Rate) a fin de tener un criterio de los cambios de ángulo generados en el azimut.

De ser necesario, se puede tomar los registros en varias corridas con herramientas de longitud corta

Como una alternativa, se podría realizar la corrida de registros eléctricos con tubería de perforación (drop-off) para pozos similares cercanos. La corrida de registros por el sistema drop-off permite registrar mediante el movimiento de la tubería de perforación.

Como segunda alternativa, se puede analizar también la posibilidad de tomar los registros con herramientas LWD

- **Repara falla eléctrica del conector del TDS**

Se debe inspeccionar frecuentemente a los equipos sensibles del taladro. Contar con los accesorios necesarios para la reparación de los equipos y sus elementos.

- **Washout en tubería.**

Realizar Inspecciones visuales de la tubería antes de ser utilizada, además de contar con accesorios y repuestos necesarios en locación.

Otra práctica alternativa es la de establecer un sistema de tracking de la tubería y todos los componentes del BHA para anticipar reparaciones y cambios de la sarta de perforación.

- **Liberación prematura de setting tool.**

Investigar las causas asociadas a la liberación prematura del setting tool.

Certificar la calidad de manufactura de las herramientas usadas en el pozo antes de ser utilizados.

- **Empaquetamiento de liner en fondo**

Realizar entrenamiento de prevención de pega de tubería. Controlar la penetración y en lo posible imponer máxima velocidad anular recomendado para el diámetro del hueco perforado. Mantener propiedades del fluido de perforación apropiados. Antes de cada maniobra de sacada de la sarta de perforación, limpiar el pozo por lo menos el retorno de la última muestra perforada. (Rojas, s.f.)

- **Back off fallido**

Es necesaria la revisión de los procedimientos a seguir para determinar el punto neutro y el procedimientos para transmitir el torque izquierdo hasta el mismo, a fin de que al accionar las cargas estas tengan como efecto final el desenrosque en el punto deseado.

- **Backreaming**

Es necesario realizar un ajuste en peso y propiedades reológicas del fluido.

Modificar las características reológicas del fluido, subiendo el punto cedente para mejorar el acarreo de los recortes de perforación, nos evitarían pérdidas de tiempo.

#### 4.3.2 SEGÚN ANÁLISIS CHI-CUADRADO

- **Problemas ocasionados en el taladro**

Cómo prácticas alternativas en problemas ocasionados en el taladro, podemos realizar un Programa de Mantenimiento Preventivo (PMP), diseñado para inspecciones reguladas y programadas, mantenimiento y/o reparaciones del equipo de perforación antes de que este falle.

Recordemos que la vida histórica esperada del equipo de taladro está basada en la frecuencia del mantenimiento.

Este mantenimiento debe estar integrado con el Plan del pozo durante operaciones de bajo riesgo. Esto puede requerir un mantenimiento anticipado o correr el riesgo de un mantenimiento pospuesto. El diseño del Programa de Mantenimiento Preventivo (PMP), debe tener en cuenta el potencial de eventos no programados.

- **Wash out**

No se debe rotar la tubería mientras se está perdiendo presión, ya que ésta puede romperse fácilmente. Mantener la corrosión a un nivel aceptable, si se diera el caso, aumentando el PH del fluido. Al tener una corrosión considerable podemos hacer uso de inhibidores químicos para evitar el riesgo de que se produzca un Wash out.

#### **4.4 PRÁCTICAS ALTERNATIVAS PARA MINIMIZAR NPT EN LA SECCIÓN DE 8 ½”**

##### **4.4.1 SEGÚN ANÁLISIS DATOS PREVIOS**

- **Pega de tubería**

Cuando el BHA se encuentre frente a zonas permeables, mantener movimiento de la tubería evitaría este problema. Mejorar el puenteo del fluido es otra práctica alternativa que podemos proponer.

Medir el calibre de las brocas, estabilizadores y todas las demás herramientas del mismo diámetro del hueco cuando salgan del pozo. Considerar correr un rimador de rodillos detrás de la broca en formaciones muy abrasivas. (PetroWorks, s.f.).

Estar pendientes de la densidad del lodo, durante todo el proceso en las operaciones. Se puede también manejar galonajes alto de fluidos para levantar los sólidos del fondo del pozo y así recuperar rotación y circulación.

Realizar entrenamiento de prevención de pega de tubería

- **Obstrucción al bajar Liner de 7”**

Como práctica alternativa se debe optimizar los galonajes de perforación, así como el peso disponible para la bajada de la tubería.

Incrementar las reologías del lodo para lavar menos el hoyo, podría evitar un sin número de inconvenientes.

- **Espera de la llegada del personal**

Tener contacto con las diferentes compañías, y mantenerse informados sobre el avance de las operaciones para así tener un tiempo estimado de la llegada de todo el personal y no existan retrasos en las operaciones.

- **Viajes de calibre y re perforación del hoyo**

Realizar una adecuada limpieza del hoyo. Cuidar la densidad del fluido de perforación, para poder mantener las paredes del pozo estables y evitar derrumbes. Utilizar herramientas con caliper en tiempo real para detectar comportamiento del hueco con anticipación.

- **Viaje adicional para cambiar Mill**

Tener repuestos en locación y que los mismos sean respectivamente certificados. Revisar bien los equipos antes de ingresarlos y planificar el tiempo de uso de cada uno de ellos, para q no existan viajes adicionales para cambio de herramientas.

- **Washout en tubería.**

Realizar inspecciones visuales de la tubería antes de ser utilizada. Contar con accesorios y repuestos necesarios en locación.

- **Espera por herramientas de la compañía**

Optimizar flujo de comunicación y logística. Prever la llegada de las compañías que realizan trabajos específicos, considerando el tiempo que les toma llegar a la locación. Asegurar la presencia de las herramientas necesarias en locación, previo a un trabajo específico.

- **Liberación prematura del setting tool**

Inspección y auditoria en talleres de Baker. Investigar las causas asociados a la liberación prematura del setting tool. Certificar la calidad de manufactura de las herramientas usadas en el pozo antes de ser utilizados.

- **Daños de herramientas**

Realizar la inspección durante el ensamblaje del colgador del liner. Realizar auditoria al taller de ensamblaje de colgadores de la Cía. Baker. Realizar mantenimiento de los equipos previo a la utilización de los mismos durante las operaciones.

#### 4.4.2 SEGÚN ANÁLISIS CHI-CUADRADO

- **Inestabilidad del pozo**

Para evitar problemas con respecto a pozos inestables, podremos poner en práctica las siguientes alternativas:

- En lutitas consolidadas sujetas a movimientos tectónicos se recomienda usar lodo con buenas propiedades de limpieza del hoyo.
- Evitar existencia de un hoyo desviado
- Utilizar lodos poliméricos con adición de derivados del almidón o celulosa, cuando se encuentren formaciones inter estratificadas.
- Lutitas que se hinchan pueden ser inhibidas con lodos base aceite de actividad balanceada.
- Altas velocidades anulares causaran ensanchamiento del hoyo producto de la erosión.
- Velocidades de tubería durante los viajes deben ser bajas.



- Altas velocidades del fluido en el espacio anular, producen ensanchamiento del hoyo, sobre todo si está en flujo turbulento.
- Capacidad de acarreo controladas mediante la reología  
Colocación a tiempo de revestidores

## CAPITULO V

### ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS TIEMPOS NO PRODUCTIVOS

#### 5.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se analizarán los costos generados por los tiempos no productivos con ayuda de diagramas de caja que consisten en mostrar la forma y dispersión de los datos, en este caso, costos (dólares americanos) versus problemas que se manifestaron en las operaciones de perforación del Campo.

Para ello, utilizaremos los problemas del Capítulo III clasificándolos en problemas que se dieron en superficie y los que se dieron en el pozo.

#### 5.2 ANÁLISIS DE COSTOS EN SUPERFICIE

Los siguientes problemas presentados en la Tabla 5.1, representan los costos aproximados que se dieron en superficie:

**Tabla 5.1:** Problemas presentados en superficie

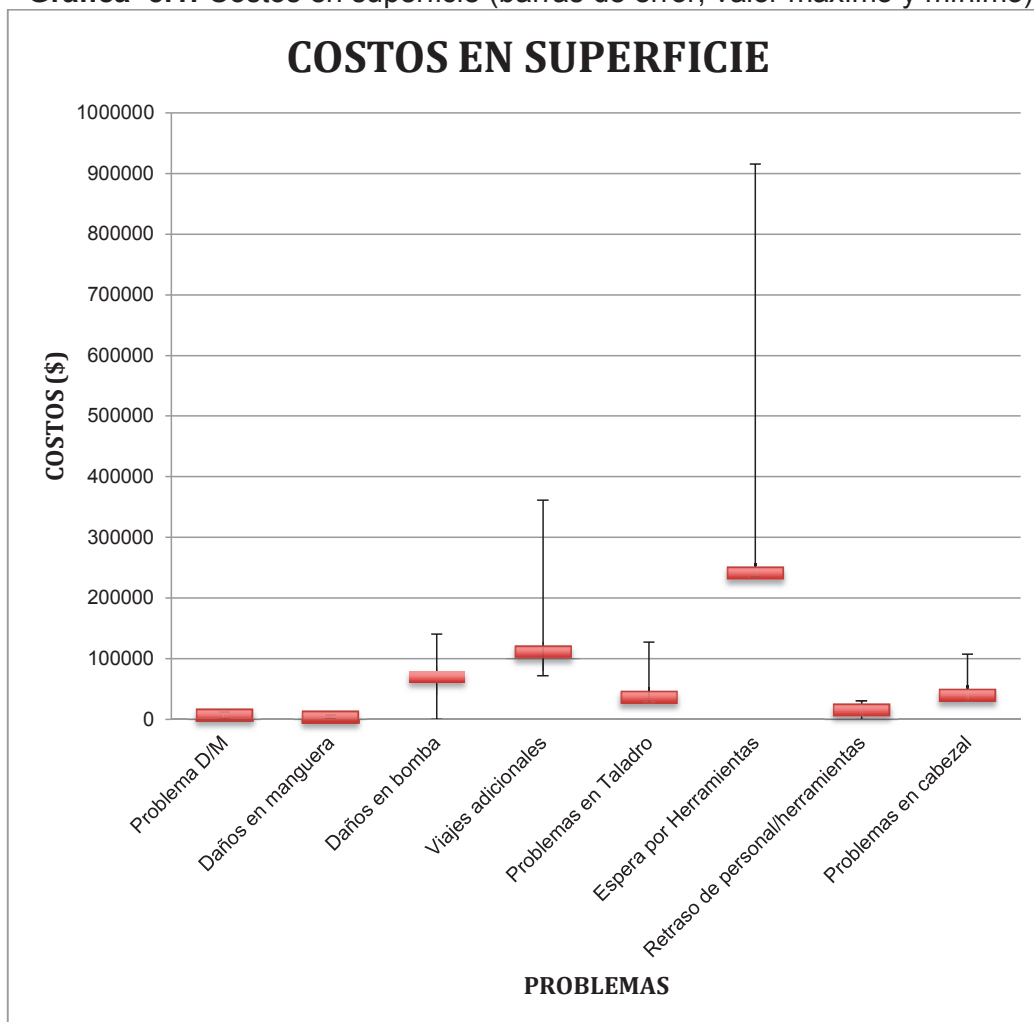
Problemas D&M	Daños en la manguera	Daños en bombas	Viajes adicionales	Problemas en el taladro	Espera por herramientas	Retraso del personal/herramientas	Problemas en el cabezal
6000	3000	70000	110625	35700	240500	15000	38250

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

Según los diagramas de caja mostrados en la gráfica 5.1, los problemas que mayor costo generan son los que oscilan entre daños en la bomba, viajes adicionales y espera por herramientas; con valores de 70000 hasta 250000 dólares aproximadamente.

**Gráfica 5.1:** Costos en superficie (barras de error, valor máximo y mínimo)

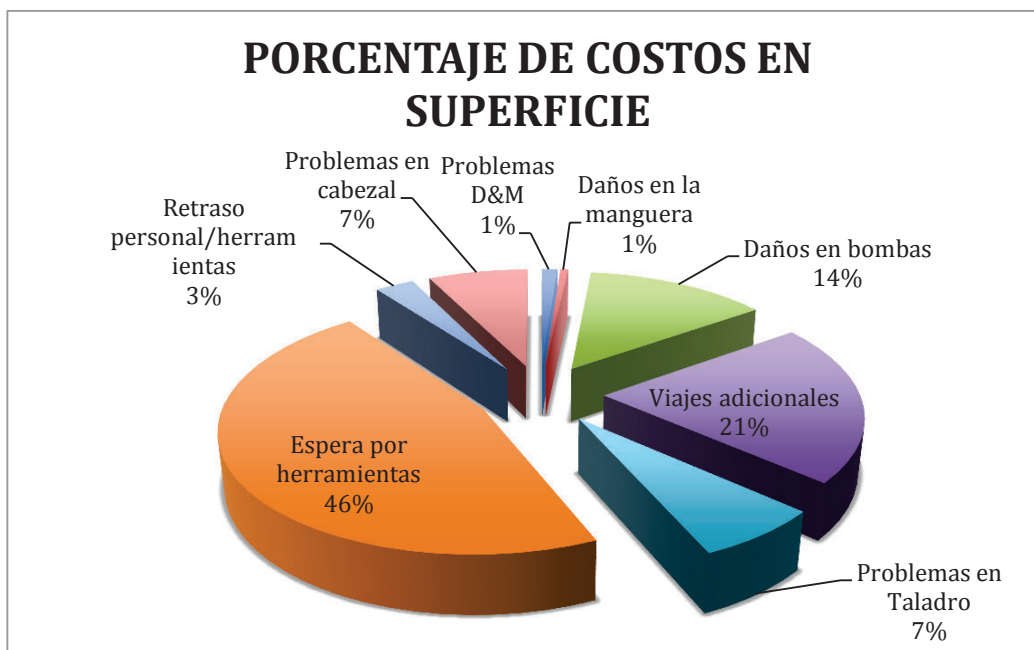


**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul  
**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

### 5.2.1 PORCENTAJE DE COSTOS EN SUPERFICIE

La gráfica 5.2 muestra los porcentajes de los costos según cada problema presentado en las operaciones de perforación.

Gráfica 5.2: Porcentaje de costos en superficie



**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul  
**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

### 5.3 ANÁLISIS DE COSTOS EN EL HOYO

Los problemas presentados en la Tabla 5.2, muestran los costos aproximados que se obtuvieron en el hoyo, detallados en el Anexo 4 los que fueron obtenidos de los reportes finales de perforación de la Empresa Operadora del Campo Palo Azul.

Tabla 5.2: Problemas presentados en el hoyo

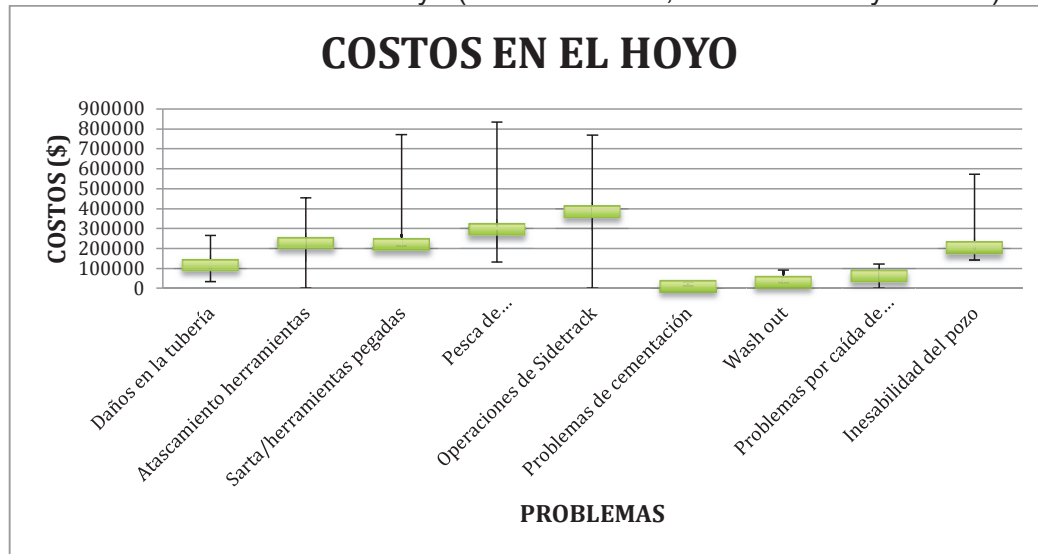
Daños en la tubería	Atascamiento de herramientas	Sarta/herramientas pegadas	Pesca de tubería/herramientas	Operaciones de Sidetrack	Problemas de cementación	Wash out	Problemas por caída de presión	Inestabilidad del pozo
116250	226500	220800	294750	384000	11250	32250	61500	203300

**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul  
**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

En la gráfica 5.3 los diagramas de caja muestran que los mayores costos se originan por problemas generados por daño en la tubería, atascamiento de herramientas, sarta o herramientas pegadas, operaciones de sidetrack, pesca de

tubería o herramientas y por inestabilidad del pozo. Llegando a valores entre 100000 a 400000 dólares.

**Gráfica 5.3:** Costos en hoyo (barras de error, valor máximo y mínimo)



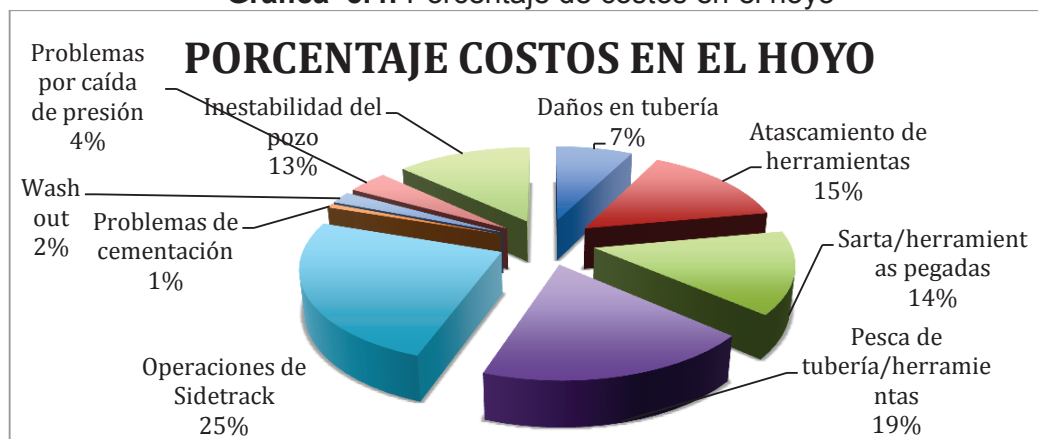
**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

### 5.3.1 PORCENTAJE DE COSTOS EN EL HOYO

En la gráfica 5,4 se muestra los costos en porcentaje por cada problema que se originó en el hoyo.

**Gráfica 5.4:** Porcentaje de costos en el hoyo



**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul

**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

#### 5.4 COMPARACIÓN COSTOS SUPERFICIE – HOYO

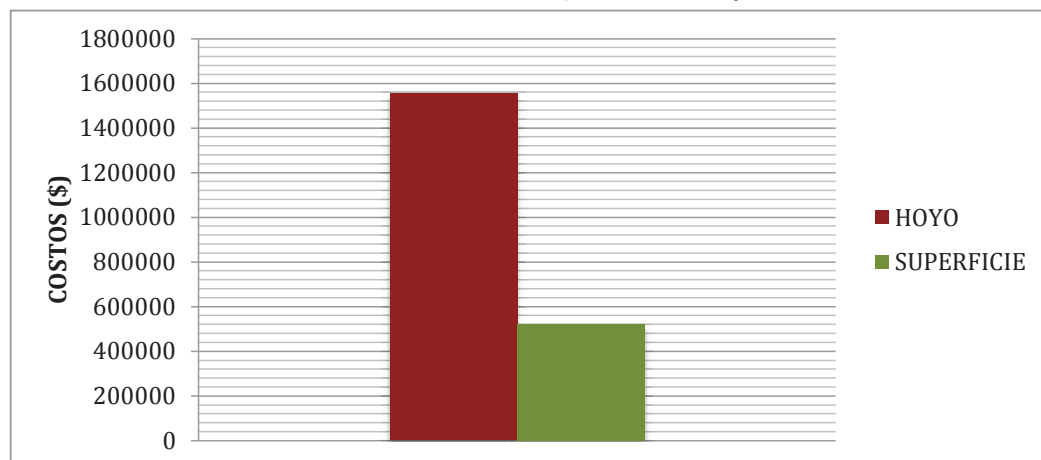
Como pudimos observar en el análisis de este capítulo, los costos más elevados se dan por problemas en el hoyo, pero se debe tener en cuenta que no necesariamente todos estos problemas se generan específicamente en el hoyo. Si bien es cierto muchos de estos incidentes son generados a malas prácticas realizadas en superficie y que terminan ocasionando daños graves al momento de estar operando dentro del pozo.

Con la suma de los valores máximos y mínimos que nos proporcionan los diagramas de caja vemos los valores entre los cuales se puede tener un ahorro en las operaciones de perforación durante el período de tiempo analizado en el proyecto, los rangos de valores que se tiene son: para la superficie esta entre 199000 y 1575000 dólares y en el hoyo tenemos los valores de 450000 y 3790000.

Con mejores prácticas en las operaciones de perforación se puede tener un gran ahorro tanto en problemas de superficie como en el hoyo y así disminuir los costos de las operaciones dentro del Campo Palo azul durante la perforación.

En la gráfica 5.5 se muestra claramente que los costos son muy elevados por problemas ocasionados en el hoyo.

**Gráfica 5.5:** Costos Superficie – Hoyo



**Fuente:** Reportes finales de perforación Empresa Operadora Campo Palo Azul  
**Elaborado por:** Jorge Constante / Karla Moreira Z.

## **CAPÍTULO VI**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **6.1 CONCLUSIONES**

##### **6.1.1 CONCLUSIONES GENERALES**

- ✓ Los tiempos no productivos son generados por logística, falta de mantenimiento en el equipo, o por la poca capacitación del personal para un correcto uso de las herramientas.
- ✓ Un mantenimiento continuo de los equipos en superficie expuestos a condiciones del medio ambiente prolongaran la vida útil de los mismos.
- ✓ Se pueden eliminar los tiempos no productivos por espera de herramientas que no estén en la locación teniendo siempre un Back up de los componentes que más se desgastan en las operaciones de perforación del Campo.
- ✓ A causa de mala configuración de la sarta de perforación para atravesar las distintas formaciones geológicas del Campo producen largos tiempos no productivos debido a pega de tubería y a operaciones de pesca.
- ✓ En el cronograma de bombeo del tren píldoras dispersas a cada parada y la viscosa cada dos paradas, ayudó significativamente en la disminución de puntos apretados con una ganancia en las estimaciones de tiempo de la construcción de las secciones.

- ✓ Con el uso continuo de las centrífugas y las condiciones óptimas operativas del conjunto de equipos de control de sólidos, se mantuvieron las propiedades físico-químicas en las mejores condiciones para que las secciones se realizaran en el tiempo determinado.

## 6.1.2 CONCLUSIONES POR SECCIÓN

- **Sección de 16"**

- ✓ Al bombear píldoras viscosas cada 300 a 400 ft de perforación, garantiza una adecuada limpieza en la sección perforada, ya que no tendríamos señales de empaquetamiento durante la perforación así como en los viajes.
- ✓ Previo a la corrida de revestidor circular al caudal óptimo de limpieza (900 GPM mínimo).
- ✓ El adecuado manejo de parámetros controlados desde 15 ft antes y 15 ft después en los conglomerados, genera una estructura óptima para una corrida más prolongada y cumplimiento propicio de las herramientas.

- **Sección de 12 ¼"**

- ✓ Al tener el control de los parámetros de perforación para atravesar los conglomerados tenemos la ventaja de utilizar una sola broca.
- ✓ Si nos encontramos con la presencia de un cuerpo Volcánico Alterado es necesario utilizar una broca tipo tricónica por las propiedades geológicas.
- ✓ Tener muy en cuenta que el cambio de compañía puede dar mejores resultados ya que mejoran condiciones propias de la perforación.

- **Sección 8 ½"**



- ✓ En esta sección se presentan agresivos comportamientos a diferentes lados, la zona objetivo principal presenta problemas de estabilidad y estructura, que debe ser analizado a detalle por Geo mecánica para las siguientes operaciones.
- ✓ Realizar el cálculo del peso disponible sobre el Colgador durante la bajada, con el fin de tener al menos 100 klbs por sobre. Esto con el fin de que en cualquier evento de obstrucción se le pueda aplicar este peso al colgador y poder pasar la obstrucción.
- ✓ Disminución de ROP entrando a basal Napo.
- ✓ Hay que tener en cuenta la fuerte caída de inclinación en Napo Medio y Basal lo cual podría ocasionar perder el objetivo.

## **6.2 RECOMENDACIONES**

### **6.2.1 RECOMENDACIONES GENERALES**

- ✓ Las bajas tasa de penetración se atribuyen a formaciones con mayor dureza, las cuales estuvieron presentes, en estos casos se recomienda trabajar con los parámetros hidráulicos óptimos para lograr las correcciones necesarias y mejorar la ROP.
- ✓ Se recomienda cuando se va a utilizar ATK en los programas de perforación trabajar con pesos sobre la broca entre 40 y 50 klbs, ya que la transferencia de peso a la broca no es totalmente efectiva cuando están las aletas abiertas perdiéndose parte del peso en las mismas que están en contacto con la formación, esto lleva como resultado bajas ROP.
- ✓ En todas las secciones, como buena práctica operativa se recomienda repasar por dos ocasiones cada parada perforadas.

- ✓ Controlar los parámetros en los Conglomerados y en las Arenas Abrasivas, para cuidar la estructura de corte de la broca, para mantener un buen ROP en el resto de la perforación.
- ✓ Se recomienda siempre la utilización de martillos como medida de contingencia en todas las corridas.
- ✓ Mantener el nivel de fluido necesario, reduciendo la acumulación en canales y minimizando formación de espuma por efecto mecánicos.

## 6.2.2 RECOMENDACIONES POR SECCIÓN

- **Sección de 16"**

- ✓ Repasar cada parada en dos ocasiones ayuda a conformar el agujero y reduce problemas de puntos apretados, esto junto con el uso de píldoras de limpieza, mejora considerablemente las condiciones del agujero.
- ✓ Continuar con un buen control de parámetros en los tres conglomerados de Tiyuyacu, garantiza el buen desempeño de la broca.
- ✓ Bombear tren de píldoras para generar un buen arrastre de ripios y una limpieza adecuada del hoyo, evitando la acumulación de material y ripios re trabajados que impiden el normal avance y disminuyen la ROP.
- ✓ Realizar la inspección de tubería de perforación durante la movilización del taladro.
- ✓ Solicitar que la tubería rentada cuente con la inspección necesaria antes de ser admitida para la operación.

- **Sección de 12 ¼"**

- ✓ Durante la perforación de las formaciones Chalcana, Tiyuyacu y Tena compuestas especialmente por arcillolita, es importante mantener alto caudal y RPM para obtener una buena limpieza del hoyo, ya que en estas zonas se tiene alta ROP para evitar el empaquetamiento de la tubería.
  - ✓ Para las Areniscas “U” y “T” y Formación Hollín (Base Caliza “C” y Estuario Fluvial) se debe tener la sarta siempre en movimiento y minimizar el tiempo de conexión para evitar una pega diferencial en esta zona porosa, además de mantener el lodo en óptimas condiciones con un buen material sellante.
  - ✓ Se recomienda un estrecho monitoreo de la salida de ripios para asegurar la correcta limpieza del pozo.
  - ✓ Se recomienda estar lo más cerca posible al plan direccional ya que los BHA o las tendencias de las formaciones a veces no son las mismas como comúnmente se observa.
- **Sección 8 ½”**
- ✓ Considerar la opción de utilizar un ampliador que pueda activarse y desactivarse en fondo para poder sacar el BHA sin puntos apretados.
  - ✓ Optimizar flujo de comunicación y logística.
  - ✓ Utilizar herramientas con cáliper en tiempo real para detectar comportamiento de hueco con anticipación.
  - ✓ Prever la llegada de las compañías que realizan trabajos específicos, considerando el tiempo que les toma llegar a la locación.
  - ✓ No realizar la perforación de ST únicamente con motor de fondo puesto que no es posible mantener el BHA en rotación todo el tiempo debido al requerimiento direccional del pozo.

## GLOSARIO

**NPT:** Tiempo no productivo

**IADC-Código:** International Association of Drilling Contractors, son códigos de brocas que sirven para que los perforadores describan que tipo de bocas están buscando; estos códigos clasifican a la broca según a formación que se va a perforar, diseño del cojinete/junta utilizada.

**Nipple Campana:** Una tubería expandida en la parte superior de la sarta de revestimiento, sirve como embudo para guiar las herramientas de perforación hacia el extremo superior de un pozo.

**Diverter:** El Diverter o Desviador, es un preventor anular con un gran sistema de tuberías bajo la subestructura. Se utiliza para revertir los influjos desde el taladro.

**Washouts:** La eliminación de material o una sustancia del pozo por lavado con un fluido.

**Slip Lock Assembly:** Se ejecuta para controlar o bloquear influjos de fondo de pozo en la tubería. El operador puede establecer el bloqueo a cualquier profundidad deseada en la tubería.

**Wear Bushing:** Es una pieza de equipo instalado en la cabeza del pozo que está diseñado para actuar como una guía protectora para el casing y evitar daños al colador de casing ya en su lugar.

**Reaming:** Repasar la perforación para ampliar un pozo. Tal vez la razón más común para el Reaming de una sección, es que el agujero no se perforó tan grande como debería haber sido desde el principio.

**Re-entry:** Significa un pozo que fue perforado y completado inicialmente y que se volvió a entrar y recompletar para alcanzar nuevos objetivos.

**Backreaming:** Ensanchar el pozo sacando/levantando la tubería de perforación.

**Overpull:** Es una tensión adicional que se aplica cuando se tira de una sarta de perforación atascada sin romper el límite a la tracción de la sarta de perforación.

**Setting Tool:** Herramienta o dispositivo que se utiliza en la colocación o el ajuste de los equipos de fondo de pozo, tales como los tapones. En algunos casos, la herramienta también se utiliza para recuperar el equipo o herramienta que se ha establecido en el pozo.

**BHA.-** Ensamblaje de fondo

**Stick and Slip:** Vibraciones de torsión que se producen debido a la aceleración y desaceleración de rotación cíclica del BHA. Esta velocidad puede ser a cero RPM o en exceso dos veces la velocidad de rotación medida en superficie. Mientras se puede producir un daño considerable a la broca de perforación también existe la probabilidad de daños o la fatiga de otros componentes del motor.

**Slimpulse:** Sistema MWD para adquisición de datos.

**Slick Line:** El término slickline se refiere a la tecnología de alambre utilizada por operadores de pozos de gas y petróleo para bajar equipamiento dentro del pozo a los propósitos de una intervención en el mismo, comúnmente denominada well intervention.

**Abrasiva.-** sustancia u objetivo que tiene como finalidad actuar sobre otros materiales con diferentes clases de esfuerzos mecánicos, triturando, molienda, corte o pulido.

**Bitumen.-** es una mezcla de líquidos orgánicos altamente viscosa, negra, pegajosa y complemente soluble en disulfuro de carbono compuesta principalmente por hidrocarburos aromáticos policíclicos

**Boulders.**- termino en ingles que significa, rocas redondeadas que se encuentran en formaciones superficiales

**Estuarina.**- área bajo la influencia de las mareas, definición usada actualmente para decir que es un área de la costa donde el agua dulce proviene de la tierra y se mezcla con agua de mar.

**Fallas.**- una falla geológica es una fractura en el terreno a lo largo de la cual movimiento de uno de los lados respecto al otro, formado por esfuerzos tectónicos.

**Fuerzas Gravitacionales.**-es la fuerza de atracción entre dos masas, cuyos centros de gravedad están lejos comparadas con las dimensiones del cuerpo.

**RSS.**- Sistema de Perforación Rotativa Direccional

**Subangular.**- mineral libre de ángulos agudos, aunque no redondea suavemente (partículas de cuarzo).

**Subtransparente.**- mineral que llega a la transparencia o translucido

**Target.**- término en ingles cuyo significado es OBJETIVO, se utiliza para describir el objetivo al cual se desea llegar al final de la perforación.

**Turbulencia.**- Estado de agitación que se encuentra un líquido o un gas

**BOP:** Conjunto preventor de reventones.

**MD:** Profundidad medida

**TVD:** Profundidad vertical verdadera

**MWD:** a evaluación de las propiedades físicas, generalmente la presión, la temperatura y la trayectoria del pozo en el espacio tridimensional, durante la extensión de un pozo.

**RAM:** Ariete empaquetador

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARLOS CALAD, Mejore el Desempeño Reduzca los Riesgos, Schlumberger, 2009.
- DON. A. GORMAN, JERRY W.MEYER, Drilling equipment and operations, Dallas, Texas, Ago 1983.
- Fernández, M. (2014). CEMENTACIÓN DE POZOS PETROLEROS. Disponible en: <http://es.slideshare.net/magnusgabrielhuertafernandez/cementacion-de-pozos-petroleros>
- Infante Tovar, José. CONCEPTOS DE ESTABILIDAD E INESTABILIDAD APLICADOS AL PROCESO DE PERFORACIÓN DE POZOS PETROLEROS. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos85/aplicaciones-del-concepto-estabilidad-perforacion-pozos/aplicaciones-del-concepto-estabilidad-perforacion-pozos.shtml>
- Key Curriculum Press. (2010). DISCOVERY ADVANCED ALGEBRA CONDENSED LESSONS IN SPANISH. Disponible en: [http://math.kendallhunt.com/documents/daa2/CLS/DAA2CLS\\_011\\_02.pdf](http://math.kendallhunt.com/documents/daa2/CLS/DAA2CLS_011_02.pdf)
- Posada, Sergio. (2011). DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO PARA ESTIMAR EL VALOR DE CHI (O JI O X ) CUADRADA. Disponible en: <http://es.slideshare.net/seposada/chi-cuadrada>
- PTROWORKS: PROCEDIMIENTO PARA PEGAS DE TUBERÍA DURANTE OPERACIÓN. Versión 1. Disponible en: [http://geologyanddrillingproblems.wikispaces.com/file/view/Procedimiento\\_para\\_Pegas\\_De\\_Tuberia\\_.pdf](http://geologyanddrillingproblems.wikispaces.com/file/view/Procedimiento_para_Pegas_De_Tuberia_.pdf)



- Rivera, Julio. (2011). PRUEBA CHI-CUADRADO. Disponible en: <http://es.slideshare.net/armando310388/prueba-chicuadrado>
- Rivera. Sánchez. (2010). SOLUCIÓN INFORMÁTICA A PEGADURAS DE TUBERÍAS EN LA PERFORACIÓN DE POZOS PETROLEROS. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/solucion-informatica-pegaduras-tuberias/solucion-informatica-pegaduras-tuberias.pdf>
- Rojas, J. (s.f.). PROBLEMAS ATRAVESADOS DURANTE LA ETAPA DE PERFORACIÓN DE UN POZO PETROLERO. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/94193847/Perforacion-III>
- TESCO. (2010). Jornadas de perforación: CASING WHILE DRILLING (CwD) ELIMINACIÓN DE TIEMPOS NO PRODUCTIVOS Y AUMENTO DE PRODUCCIÓN. Disponible en: <http://www.iapg.org.ar/sectores/eventos/eventos/listados/trabajosPerfo/3VIERNES/16.30/CWD.pdf>

## **ANEXOS**

**ANEXO N° 1**  
**DATOS DE LOS POZOS ANALIZADOS**

## ANEXO 1.1 DATOS DEL POZO PALO AZUL F

Nombre	Inicio	Finalización	Pozo	Tipo	Ubicación	MD	TVD	Desplazamiento horizontal	Inclinación Máxima	Objetivo Principal
Pozo Palo azul N-29	20-ago-13	16-sep-13	Direccional	J	Norte: 9985033.10 mN Este: 283592.86mE Latitud: 0°08'07.189"S Longitud: 76°56'39.658"W	10754'	10164'	2702 ft	29.7° @ 9336' MD	Hollin Norte: 9985628.62 mN Este: 284140.64 mE 10569 MD 9985 TVD

Sección	Término de la sección	Fluido de Perforación	BHA utilizados	Especificación del BHA	Calificación de la Broca
16"	5791' MD 5683' TVD	Nativo y Nativo Semi-Disperso arrancó con 8.4 lb/gal y ajustó densidad hasta 10.0 lb/gal, previo al viaje a 3,006 pies MD densificó sistema hasta 10.2 lb/gal y posteriormente se incrementó hasta 10.5 lb/gal para la corrida del revestidor.	BHA convencional #1 BHA direccional #2 BHA direccional #3	# 1 con broca tricónica 16" GTX-CG1 (4x16; TFA: 0.7854), Bit Sub, 8" DC (3), 15 3/4" Estabilizador, X-Over, 8" DC (2), X-Over, 5" HWDP # 2 con broca PDC 16" HCD605 (10x11; TFA: 0.93), 9 1/2" Motor (camisa 15 3/4"), 15" Estabilizador, X-Over, 8" MWD NavitTrak, 8" DC(3), X-Over, 5" HWDP, 6 3/8" Martillo y 5" HWDP # 3 con broca PDC 16" HCD605 (10x11; TFA: 0.93), 9 1/2" Motor (camisa 15 3/4"), 14 3/4" Estabilizador, X-Over, 8" MWD NavitTrak, X-Over, 5" HWDP, 6 3/8" Martillo y 5" HWDP	#1: 0-0-NO-A-E-I-NO-BHA #2: 0-0-NO-A-X-I-NO-BHA #3: 0-1-WT-S
12 1/4"	10081' MD 9517' TVD	KLA SHIELD partió con una densidad de 9.8 lb/gal y se ajustó progresivamente la densidad hasta 11.5 lb/gal	BHA direccional #4 BHA direccional #5 BHA direccional triple combo #6 BHA direccional triple combo #7	#4: broca PDC 12 1/4" HCD605X (7x13, TFA #5: broca tricónica 12 1/4" QD605FX (7x16, TFA #6: broca tricónica 12 1/4" QD605FX (7x16, TFA 10 1/2" ATK Steerable, 12 1/8" Estabilizador Modular, X-Over, 8 1/4" MWD OnTrak, 8 1/4" BCPM, 8 1/4" ORD, 8 1/4" CCN, 8 1/4" NM Sub Stop, 11 3/4" Estabilizador, 8 1/4" Sub Float, X- Over, 5" HWDP (27), 6 3/8" Martillo y 5" HWDP #7: broca PDC 12 1/4" QD605 (5x16 2x22, TFA: 1.72), 10 1/2" ATK Steerable, 12 1/8" Estabilizador, 9 1/2" MWD OnTrak, 9 1/2" BCPM, X-Over, 8 1/4" Sub Stop, 8 1/4" Sub Float, 8" DC (3), X-Over, 5" HWDP (27), 6 3/8" Martillo y 5"	#4: 1-1-CT-S-X-I-NO-BHA #5: 0-0-NO-A-X-I-NO-BHA #6: 1-3-BT-S-X-I-CT-PR #7: 0-2-CT-S-X-I-WT-TD
8 1/2"	10750' MD 10160' TVD	KLA-SHIELD NT inicio con una densidad de 9.8 ppg y terminó con una densidad de 10.3 ppg.	BHA convencional #8	#8: PDC 8 1/2" QD506FHXX (6x12; TFA: 0.66)	#8: 0-1-WT-S-X-I-NO-TD

Sección	Tiempo Productivo	Tiempo en hrs	Tiempo No Productivo	Tiempo hrs	Tiempo Total hrs	Responsable	Causas	Lecciones Aprendidas por parte de la compañía	Recomendaciones por parte de la compañía
16"	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Arma / desarma y prueba BOP</li> <li>2) Levanta/Arma y prueba BHA</li> <li>3) Muele cemento</li> <li>4) Perfora</li> <li>5) Viaje de limpieza</li> <li>6) Viaje de tubería</li> <li>7) Acondiciona lodo / circula</li> <li>8) Servicio al equipo / corta cable</li> <li>9) Arma / desarma y baja</li> <li>10) Arma / desarma equipo / cemento</li> <li>11) trabaja en boca del pozo, 12) CIT/ FIT/ LOT</li> <li>13) Reunión de seguridad,</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 4</li> <li>2) 12</li> <li>3) 1,5</li> <li>4) 74</li> <li>5) 6</li> <li>6) 26</li> <li>7) 11</li> <li>8) 0,5</li> <li>9) 11,5</li> <li>10) 7,5</li> <li>11) 13</li> <li>12) 0,5</li> <li>13) 4</li> </ol>	Reparación Bomba del equipo	0,5	172	H&P	Asiento de bomba dañado	Se necesita llevar un mejor control de los elementos de mayor desgaste y rotación de las bombas	Realizar un chequeo de la condición de los elementos más críticos en el sistema de bombeo, de tal manera que se pueda anticipar problemas que conlleven pérdida de tiempo operativo
12 ¼"	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Mueve / desliza equipo</li> <li>2) Arma / desarma y prueba BOP</li> <li>3) Levanta/Arma y prueba BHA</li> <li>4) Muele cemento</li> <li>5) Perfora</li> <li>6) Viaje de tubería</li> <li>7) Acondiciona lodo / circula</li> <li>8) Servicio al equipo / corta cable</li> <li>9) Arma / desarma y baja registros</li> <li>10) Arma / desarma y baja revestidor</li> <li>11) Arma / desarma equipo / cemento</li> <li>12) Trabaja en boca del pozo</li> <li>13) CIT/FIT/ LOT</li> <li>14) Reunión de seguridad, surveys,</li> <li>15) Asienta colgador de liner</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 1</li> <li>2) 7</li> <li>3) 15</li> <li>4) 1,5</li> <li>5) 176</li> <li>6) 43</li> <li>7) 26,5</li> <li>8) 6</li> <li>9) 12</li> <li>10) 17</li> <li>11) 6</li> <li>12) 8</li> <li>13) 2</li> <li>14) 1</li> <li>15) 3</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Problemas revestidor, liner, cabeza del pozo</li> <li>2) Reparación del equipo</li> <li>3) Viaje no planificado / velocidad</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 2</li> <li>2) 0,5</li> <li>3) 50,5</li> </ol>	378	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Pozo</li> <li>2) Pozo</li> <li>3) Mission Petroleum</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Tendencia formacional hacia la derecha aleja el pozo del target</li> <li>2) Baja ROP.</li> <li>3) Restricción en la corrida del pack off del cabezal multibowl</li> </ol>	Las tendencias formacionales en la zona dificultan el trabajo direccional para corrección en dirección. La zona de lutitas en esta zona tiene una compresibilidad cercana a 30,000 psi, presentando una zona de dureza mayor a la encontrada en la parte sur del campo. Los perfiles internos del BOP deben ser limpiados y revisados minuciosamente antes y durante la instalación del cabezal	Programar perfiles direccionales que sigan las tendencias naturales de la formación, el uso de RSS puede ayudar a optimizar el tiempo de perforación. Uso de brocas con mayor protección y herramientas de fondo que permitan tener un control en el peso aplicado a las mismas, permitirá prolongar la vida de las brocas. Incluir al personal de calidad en la inspección visual de los elementos del cabezal y sus accesorios
8 ½"	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Levanta/Arma y prueba BHA</li> <li>2) Perfora</li> <li>3) Viaje de limpieza</li> <li>4) Viaje de tubería</li> <li>5) Acondiciona lodo / circula</li> <li>6) Servicio al equipo / corta cable</li> <li>7) Arma / desarma y baja registros</li> <li>8) Arma / desarma y baja revestidor 9)</li> <li>Arma / desarma equipo / cemento</li> <li>10) Trabaja en boca del pozo, wear bushing</li> <li>11) Reunión de seguridad, surveys, otros</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 3,5</li> <li>2) 22</li> <li>3) 7,5</li> <li>4) 17</li> <li>5) 13,5</li> <li>6) 0,5</li> <li>7) 7</li> <li>8) 15</li> <li>9) 7,5</li> <li>10) 1</li> <li>11) 2</li> </ol>	Pega de tubería / Registros	1,5	98	Pozo	Posible pega diferencial	Mejorar el puenteo del fluido	Mantener movimiento de la tubería cuando el BHA se encuentre frente a zonas permeables

## ANEXO 1.2 DATOS DEL POZO PALO AZUL G

Nombre	Inicio	Finalización	Pozo	Tipo	Ubicación	MD	TVD	Desplazamiento horizontal	Inclinación Máxima	Objetivo Principal
Pozo Palo Azul G	29-sep-13	06-nov-13	Direccional	Horizontal	Norte: 9,980,855.69 mN Este: 282,491.13 mE Latitud: 0° 10' 23.16" Longitud: 76° 57' 14.35"	12000'	9988.26'	3,370.93'	93.1° @ 11,258.2' MD	Arenisca "Hollín Principal" Norte: 9,981,608.37 m Este: 282,540.86 m

Sección	Término de la sección	Inclinación	Azimut	Fluido de Perforación	BHA utilizados	Especificación del BHA	Calificación de la Broca
16"	5600' MD 5599.87' TVD	0.60°	28.86°	Nitrato de Calcio AquaGel, iniciando con una densidad de 8.4 ppg y terminando con 10.5 ppg.	BHA convencional # 1 BHA # 2 direccional BHA # 3 direccional	# 1: Broca Tricónica de 16" # 2: Broca PDC de 16" + Motor A962M3460XP con 15 3/4" Estabilizador, BH: 1.5° + Float sub + 8" Pony Monel + 15 3/4" Estabilizador + Gyro While Drilling + MWD Telescope 825 HF + UBHO + 8" Monel + 2 x 8" DC + 15 x 5" HWD + 6 1/2" Martillo Hidráulico #3: broca PDC de 16" + Motor A962M5640XP con 15 3/4" Estabilizador, BH: 1.5° + Float sub + 8" Pony Monel + 15 3/4" Estabilizador + 8" Monel + MWD Telescope + 8" Monel	#1: 1-2-WT-A-E-I-NO-BHA #2: 0-0-NO-A-X-I-NO-BHA #3: 0-0-NO-A-X-I-ER-TD
12 1/4"	9260' MD 9090.91' TVD	33.74°	3.93°	Maxdrill G+, iniciando con una densidad de 9.2 ppg y terminando la perforación con 10.8 ppg.	BHA # 4 direccional BHA # 5 direccional	#4: Broca PDC de 12 1/4" + Motor A800M7840XP con 12 1/8" Estabilizador, BH: 1.5° + Float sub + 11 3/4" Estabilizador + 8" Pony Monel + MWD Telescope + 8" Monel + X-Over + 25 x 5" HWD + 6 1/2" Martillo Hidráulico + 3 x 5" HWD #5: Broca PDC de 12 1/4" + Motor A800M7840XP con 12 1/8" Estabilizador, BH: 1.5° + Float sub + 8" Pony	#4: 2-2-WT-A-X-3-BT-BHA #5: 0-1-BT-G-X-I-NO-TD
8 1/2"	11143' MD 9984.43' TVD	90.07°	9.43°	Maxdrill iniciando con una densidad de 9.8 ppg y terminando con 11.5 ppg.	BHA direccional # 6 BHA direccional # 7 BHA limpieza # 8 BHA limpieza # 9 BHA de acondicionamiento # 10 BHA de acondicionamiento # 11	#6: Broca PDC de 8 1/2" + Xceed 675 con 8 3/8" Estabilizador + Periscope 675 con 8 1/4" Estabilizador + MWD Telescope Monel+6x5"HWD+45x5"DP+27x5"HWD+61/2"Martillo #7: Broca PDC de 8 1/2" + Xceed 675 con 8 3/8" Estabilizador + Periscope 675 con 8 1/4" Estabilizador + MWD #8: Broca tricónica de 8 1/2" y roller reamer #9: Broca PDC de 8 1/2" y roller reamer #10: Broca tricónica de 8 1/2" + Motor A675M7850XP con 8 3/8" Estabilizador, BH: 1.5° + Float Sub + MWD SlimPulse 675 + 8 1/2" Roller Reamer-3 Point + 6x5"HWD+41x5"DP + 26x5" HWD #11: Broca tricónica de 8 1/2" + Motor A675M7850XP con 8 3/8" Estabilizador, BH: 1.5° + Float Sub + MWD SlimPulse 675 + 6 x 5"	#6: 0-0-NO-A-X-I-NO-BHA #7: 1-2-WT-5/G- X-I-DL/BT-TD #10: 0-0-NO-A-E-I-NO-BHA #11: 0-0-NO-A-E-I-NO-TD

Sección	Inclinación	Azimut	Fluido de Perforación	BHA utilizados	Especificación del BHA	Calificación de la Broca
6 1/8"	90°	11.68°	Drill in, iniciando con una densidad de 9.0 ppg y terminando con 9.2 ppg	BHA direccional # 12 BHA direccional # 13 BHA direccional # 14	#12: Broca tricónica de 6 1/8" + Motor A475M7838XP con 5 7/8" Estabilizador, BH: 1.5" + Float sub + MWD Impulse + 4 3/4" Monel + 12 x 3 1/2" HWDP + 27 x 3 1/2" DP + 42 x 3 1/2" HWDP + 4 3/4" Martillo hidráulico + 6 x 3 1/2" #13: Broca tricónica de 6 1/8" + Motor A475M7838XP con 5 7/8" Estabilizador, BH: 1.5" + Float sub + MWD Impulse + 4 3/4" Monel + 12 x 3 1/2" HWDP + 27 x 3 1/2" DP + 42 x 3 1/2" HWDP + 4 3/4" Martillo hidráulico + 6 x 3 1/2" HWDP #14: Broca PDC de 6 1/8" + Power Drive + PD Receiver con 5 7/8" Estabilizador + Periscope + MWD Shortpulse + ADN-4 + 4 3/4" Monel + 12 x 3 1/2" HWDP + 45 x 3 1/2" DP + 42 x 3 1/2" HWDP + 4 3/4" Martillo hidráulico + 6 x 3 1/2"	#12: 1-1-WT-A-E-1-CT-BHA #13: 1-2-WT-A-E-1/16-CT-BHA #14: 0-0-NO-A-X-1-NO-TD

Sección	Tiempo Productivo	Tiempo en hrs	Tiempo No Productivo	Tiempo hrs	Tiempo Total hrs	Responsable	Causas	Lecciones Aprendidas por parte de la compañía	Recomendaciones por parte de la compañía
16"	1) Drilling 2) Tripping 3) Circulating and mud conditioning 4) R/U & L/D BHA 5) R/U & Running Casing 6) R/U & Cementing 7) Well Head / BOP 8) Safety Meetings 9) Other Prod. Time 10) Paid Rig Service	116,5			116,5			La sección de 16" fue perforada verticalmente por lo que las ROP's fueron muy rápidas y más aun que se hizo uso de Gyro While Drilling con el fin de optimizar los tiempos, debido a que la interferencia magnética se la tenía planificada hasta los 3000 pies aproximadamente.	
12 1/4"	1) Drilling 2) Tripping 3) Circulating and mud conditioning 4) R/U & L/D BHA 5) R/U & Running Casing 6) R/U & 7) D/O Cement, Test Csg & FIT 8) Well Head / BOP 9) Safety Meetings 10) Other Prod. Time 11) Paid Rig Service	187	Problemas con sistema de rotación de CDS	2,5	189,5	Tesco	Problemas con sistema de rotación de CDS	La nueva compañía de fluidos de perforación empleada en este pozo, dio muchas señales de mejora en comparación con la compañía de fluidos anterior, donde todos los viajes de la sección de 12 1/4" fueron en buenas condiciones o condiciones normales de arrastre. Esto se produce a pesar de que este pozo fue un pozo horizontal, mientras que en los anteriores se presentaron muchos problemas inclusive cuando la sección era vertical. Problemas durante la baja del casing de 9 5/8", por problemas de las herramientas de TESCO.	Al no ser un evento de inspección de herramientas, sino más bien un evento de manejo en la mesa, es muy importante poner énfasis en las reuniones pre-operativas en el taladro. El personal de TESCO es el único que puede hacer uso de sus herramientas.

Sección	Tiempo Productivo	Tiempo en hrs	Tiempo No Productivo	Tiempo hrs	Tiempo Total hrs	Responsable	Causas	Lecciones Aprendidas por parte de la compañía	Recomendaciones por parte de la compañía
8 1/2"	1) Drilling 2) Tripping 3) Circulating and mud conditioning 4) R/U & L/D 5) R/U & Runing 6) D/O Cement, Test Csg & FIT 7) Well Head / BOP 8) Safety Meetings 9) Other Prod. Time 10) Paid Rig Service	238,5	1) Liner no llega a fondo al primer intento 2) Cemento dentro del casing 3) Problemas de BHA	1) 120 2) 7 3) 15,5	381	1) Pozo 2) Pozo 3) Pozo	1) Baja Liner de 7" encontrando obstrucción a 10465' 2) Cemento dentro del casing de 7" dejado por incremento de presión en desplazamiento	Uso de Xceed para la sección de construcción en 8 1/2". Reducción de los galonajes debido a la formación de gradas entre las formaciones intercaladas entre duras y suaves. Selección adecuada de los puntos para circular y realizar los viajes intermedios. Realizar el cálculo del peso disponible sobre el Colgador durante la bajada, con el fin de tener al menos 100 kibs por sobre. Esto con el fin de que en cualquier evento de obstrucción se le pueda aplicar este peso al colgador y poder pasar la obstrucción. A continuación algunas recomendaciones para la baja del liner de 7".	El liner se bajó debido a problemas de formación de escalones entre formaciones duras y suaves. Optimizar los galonajes de perforación. Optimizar El peso disponible para la bajada del liner. Incrementar las reologías del lodo para lavar menos El hoyo.
6 1/8"	1) Drilling 2) Tripping 3) Circulating and mud conditioning 4) Wash and reaming 5) R/U & L/D 6) D/O Cement, Test Csg & FIT 7) Other Prod. Time 8) Paid Rig Service	134	Problemas con el Hoyo/Pega de tubería/Taladro Problemas con el Taladro	1) 30,5 2) 5	169,5	1) H&P 2) H&P	1) Desconexión accidental de la tubería de 3 1/2" por mal torque en roscas. Esto ocasiona una pega diferencial al dejar la sarta estática por 10 horas. El desenrosque ocurrió cerca del punto neutro 2) Servicio al taladro no programado.	Iniciar el pozo con sarta con motor de fondo, con el fin de aterrizar el pozo. En caso de pega diferencial en la arena de Hollin, la medida más efectiva para despegar el BHA es bajar el peso del lodo.	Instruir al personal sobre el correcto apriete de las roscas. Toda sarta direccional con tubería combinada tiene que ser calculada para no tener torques mayores a los que soportan las roscas.



## ANEXO 1.3 DATOS DEL POZO PALO AZUL H

Nombre	Inicio	Finalización	Pozo	Tipo	Ubicación	MD	TVD	Desplazamiento horizontal	Inclinación Máxima	Objetivo Principal
Pozo Palo Azul H	11-abr-12	13-may-12	Direccional	J	Norte: 9,979,750.58 m Este: 280,983.50m Latitud: S 0° 10' 59.13" Longitud: W 76° 58' 4.04"	11100'	10225'	3974.65'	32.27° @ 9417' MD	(Arenisca "Hollín Principal") Norte: 9,978,591.68 m Este: 281,313.05 m

Sección	Término de la sección	Inclinación	Azimut	Fluido de Perforación	BHA utilizados	Especificación del BHA	Calificación de la Broca
16"	6054' MD 5640' TVD	24.0°	164.1°	Fluido Nativo AguaGel, iniciando con una densidad de 8.6 ppg y terminando la perforación con 10.3 ppg, incrementando a 10.8 ppg previo al viaje de calibración.	BHA convencional # 1 BHA # 2 direccional BHA # 3 direccional BHA # 4 de limpieza	# 1: Broca Tricónica de 16" #2: Broca PDC de 16" + Motor A962M7848GT + Float sub + 8" Pony Collar + 14 5/8" Estabilizador + 8" Pony Collar + MWD + UBHO + 8" Monel + 2 x 8 1/4" DC + X-Over + 25 x 5" HWDP + 6 1/2" #3: Broca PDC de 16" + Motor A962M7848GT + Float sub + 8" Pony Collar + 15 3/4" Estabilizador + 8" Pony Collar + MWD + 8" Monel + 2 x 8 1/4" DC + X-Over + 25 x 5" HWDP + 6 1/2" Martillo Hidráulico #4: Broca PDC de 16"	#1: 0-2-WT-G-E-I-NO-BHA #2: 0-1-WT-S-X-I-ER-BHA #3: 0-1-WT-S-X-I-NO-TD
12 1/4"	10598' MD 9727' TVD	11.55°	164°	Fluido Clayseal, iniciando con una densidad de 10.2 ppg y terminando con 10.5 ppg.	BHA # 5 direccional BHA # 6 direccional BHA direccional # 7 BHA direccional # 8 BHA # 9 de limpieza	#5: broca PDC de 12 1/4" + Motor A800M7840XP + Float sub + 11 3/4" Estabilizador + 8" Pony Collar + MWD + 8" Monel + X-Over + 35 x 5" HWDP + 6 1/2" #6: roca PDC de 12 1/4" + Motor A800M7840XP + Float sub + 8" Pony Collar + 11 3/4" Estabilizador + 8" Pony Collar + MWD + 8" Monel + X-Over + 35 x 5" HWDP + 6 1/2" Martillo hidráulico + 5 x 5" HWDP #7: broca PDC de 12 1/4" + Power Drive + 12" Estabilizador + Float sub + 8" Pony Collar + MWD + 8" Monel + X-Over + 35 x 5" HWDP + 6 1/2" Martillo hidráulico + 5 x 5" HWDP #8: broca PDC de 12 1/4" + Motor A800M7840XP + Float sub + 8" Pony Collar + 12" Estabilizador + 8" Collar + MWD + 8" Monel + X-Over + 35 x 5" HWDP + 6 1/2"	#5: 0-1-CT-S/G-X-I-WT-BHA #6: 0-1-CT-G-X-I-NO-BHA #7: 0-2-CT-S/G-X-I-WT-FM #8: 0-1-WT-S-X-I-CT-TD
8 1/2"	11100' MD 10225' TVD	4.91°	156.7°	Fluido Baradril-N, iniciando con una densidad de 9.9 ppg y terminando	BHA direccional # 10	#10: broca PDC de 8 1/2" + Motor A675M7850XP + Float sub + 8 3/8" Estabilizador + 6 3/4" Pony Monel + MWD + Monel + 26 x 5" HWDP + 6 1/2"	#10: 2-8-RO-S-X-1-HC-TD

Sección	Tiempo Productivo	Tiempo en hrs	Tiempo No Productivo	Tiempo hrs	Tiempo Total hrs	Responsables	Causas	Lecciones Aprendidas por parte de la compañía	Recomendaciones por parte de la compañía
16"	1) Perforación 2) Viajes 3) Circulación y acondicionamiento del lodo 4) Armado Herramientas y Registrando 5) Levantamiento y Quebrando BHA & Levantando DP 6) Levantando y Corriendo Revestidor 7) Armado Herramientas y Cementando 8) Cabezal del Pozo / BOP 9) Reuniones de Seguridad 10) Servicio de Taladro Pagado	1) 80,5 2) 28,5 3) 13,5 4) 4,5 5) 11,5 6) 22,5 7) 5 8) 13 9) 3 10) 1,5	1) Falla de sistema eléctrico del malacate 2) Problemas con la sección "A" del cabezal	1) 3,5 2) 23	210	1) Prestadora de servicios 2) Prestadora de servicios	1) Falla del sistema eléctrico del malacate 2) Se presentaron problemas al no poder liberar el tapón de prueba de BOP debido a mala maniobra al apretar los prisioneros	Limpieza efectiva de la sección de 16" con presencia de arcillas plásticas en formación Chalcana. Uso de estabilizador de 15 3/4" para la segunda parte de la sección de 16" entre 3312 y 6054". Viaje a superficie luego de perforar hasta el TD de la sección de 16" con constantes intervalos de sobretensión, trabajados y sacados con bomba, por lo que durante POOH a 3952 pies se requiere regresar al fondo a 6054 pies para incrementar el peso del lodo de 10.5 a 10.8 ppg. Problemas al tratar de liberar el tapón de prueba de BOP debido a mala maniobra al ajustar los prisioneros que no permitieron el asentamiento correcto del tapón (tapón descentrado) en el asiento de la sección "A" del cabezal.	Es recomendable mantener un ph bajo para evitar la reacción de las arcillas durante la perforación de la sección. Se recomienda continuar con el uso del estabilizador de 15 3/4" para la perforación de la tangente en la sección de 16" para pozos similares dentro del mismo campo. Se evidenció que la tangente se mantuvo y los doglegs alcanzados oscilaron entre 0.02-1.35 gra/100 ft. Además el porcentaje de sliding estuvo en el 2% con solo 64 pies deslizados de un total de 2742 pies perforados. Es importante que durante la circulación del hoyo al perforar hasta el TD de la sección se acondicione el lodo de tal manera que el mismo se encuentre en parámetros óptimos para la inhibición de arcillas.
12 1/4"	1) Perforación 2) Viajes 3) Circulación y acondicionamiento del lodo 4) Armado Herramientas y Levantamiento y Quebrando BHA 6) Levantando 7) Armado Herramientas 8) Perforando Cemento, Cabezal del Pozo 10) Reuniones de Seguridad 11) Otro Tiempo Productivo 12) Servicio de Taladro	1) 161,5 2) 60 3) 24,5 4) 6,5 5) 15 6) 18,5 7) 7 8) 2,5 9) 13,5 10) 7 11) 5 12) 1	1) Reemplazó motor por power drive 2) Reparación de manguera de ST-80 3) Problemas con unidad de cementación 4) Problemas con sección "B" del cabezal	1) 20 2) 1 3) 0,5 4) 2,5	346	1) Pozo 2) H&P 3) Prestadora de servicios 4) Prestadora de servicios	1) Viaje no planificado para reemplazar motor por Power 2) Repara manguera del sistema hidráulico ST-80 3) Problemas en unidad de cementación WS 4) Pega de herramienta de registros eléctricos a 10738 pies	Fluido estático por aproximadamente 48 horas debido al problema con la sección "A" del cabezal. Cambio de motor por Power Drive a 8701 pies debido a tendencia de la formación a tumbar ángulo y para mejorar los tiempos para corregir la trayectoria. Formación Napo no presenta tendencia natural a tumbar ángulo. Herramienta de registros eléctricos no pasa de 9200 pies debido a obstrucción dentro del hoyo	Si el fluido es dejado estático por problemas con el pozo, como en este caso al presentarse inconvenientes con la sección "A" del cabezal, es recomendable que al llegar al fondo se circule al menos un fondo arriba, de tal manera que se pueda acondicionar el fluido de perforación. Además, el uso de Power Drive ayuda a la limpieza del agujero, pues es un sistema de rotación continua que ayuda a la transportación de sólidos a superficie, especialmente en pozos de ángulo mayor a 30 grados.

Sección	Tiempo Productivo	Tiempo en hrs	Tiempo No Productivo	Tiempo hrs	Tiempo Total hrs	Responsables	Causas	Lecciones Aprendidas por parte de la compañía	Recomendaciones por parte de la compañía
8 ½"	1) Perforación 2) Viajes 3) Circulación y acondicionamiento del lodo 4) Levantando y Quebrado BHA & Levantando DP 5) Armandando Herramientas y Cementando 6) Perforando Cemento, Probando Revestidor y FIT 7) Otro Tiempo Productivo 8) Servicio de Taladro Pagado	1) 14 2) 55 3) 6,5 4) 17,5 5) 5 6) 3 7) 3,5 8) 1	Pega de herramientas de registros eléctricos	75,5	180,5	Pozo			

## ANEXO 1.4 DATOS DEL POZO PALO AZUL I

Nombre	Inicio	Finalización	Pozo	Tipo	Ubicación	MD	TVD	Desplazamiento horizontal	Inclinación Máxima	Objetivo Principal
Pozo Palo Azul I	02-jul-12	19-ago-12	Direccional	J	Norte: 9,980,855.69 m Este: 282,502.11 m Latitud: S 0° 10' 23.16" Longitud: W 76° 57' 14.94"	10,895'	10,010.07'	1664.93'	80.40° @ 10,895' MD	Arenisca "Hollín Principal" Norte: 9,980,352.34m Este: 282,436.36m

Sección	Término de la sección	Inclinación	Azimut	Fluido de Perforación	BHA utilizados	Especificación del BHA	Calificación de la Broca
16"	5,610' MD 5593.64'TVD	0.29°	225°	Fluido Nitrato de Calcio AquaGel, iniciando con una densidad de 8.4 ppg y terminando con 10.6 ppg.	BHA #1 convencional BHA #2 direccional BHA #3 direccional	#1: Broca Tricónica de 16" + bit sub + 3 x 8" Drill Collar + X-Over + 5" HWDP #2: Broca PDC de 16" + Motor A962M5640XP con 15 3/4" Estabilizador, BH: 1.5° + Float sub + 15 3/4" Estabilizador + Pony Monel + MWD Telescope + UBHO + 8" Monel + 2 x 8" DC + X-Over + 18 x 5" HWDP + 6 1/2" Martillo Hidráulico + 5 x 5" HWDP #3: Broca PDC de 16" + Motor A962M5640XP con 14 5/8" Estabilizador, BH: 1.5° + Float sub + 15 3/4" Estabilizador + 8" Monel + MWD Telescope + Non Magnetic Drill Collar + 2 x 8" DC + X-Over + 18 x 5" HWDP + 4 3/4" Martillo Hidráulico + 5 x 5" HWDP	#1: 1-1-WT-A-E-I-NO-BHA #2: 0-0-NO-A-X-I-NO-BHA #3: 1-2-WT-A-X-I-CT-TD
12 1/4"	10,140' MD 9,714.86' TVD	52°	185.90°	fluido Maxdrill G+, iniciando con una densidad de 9.2 ppg y terminando la perforación con 10.6 ppg.	BHA #4 direccional BHA #5 direccional BHA #6 direccional	#4: Broca PDC de 12 1/4" + Motor A800M7840XP, BH: 1.5° + 12 1/8" Estabilizador + Float sub + 8 1/4" Pony Monel + MWD Telescope + 8" Monel + X-Over + 28 x 5" HWDP + 6 1/2" Martillo Hidráulico + 3 x 5" HWDP #5: Broca PDC de 12 1/4" + Power Drive 900 AA + 12 1/8" Estabilizador + Flex Drill Collar + Flex Drill Collar + MWD Telescope 825 HF w/GR + 8" Monel + X-Over + 39 x 5" HWDP + 6 1/2" Martillo Hidráulico + 4 x 5" #6: Broca PDC de 12 1/4" + Motor A800M7840XP, BH: 1.5° + 12 1/8" Estabilizador + Float sub + 8" Pony Monel + ARC 8 + MWD Telescope + DC+8" Monel + X-Over + 28 x 5" HWDP + 6 1/2" Martillo	#4: 0-2-BT-S/G-X-1-CT-BHA #5: 0-2-WT-S-X-I-BT-BHA #6: 1-3-WT-A-X-I-BT-TD

Sección	Término de la sección	Inclinación	Azimut	Fluido de Perforación	BHA utilizados	Especificación del BHA	Calificación de la Broca
8 1/2"	10785' MD 10,012.19' TVD	67.9°	193.80°	fluido Maxdrill G+, iniciando con una densidad de 9.6 ppg y terminando con 9.8 ppg.	BHA direccional # 7 BHA limpieza # 8 BHA limpieza # 9 BHA limpieza # 10 BHA limpieza # 11 BHA limpieza # 12	#7: Broca PDC de 8 1/2" + Xceed 675 con 8 1/4" Estabilizadores + EcoScope con 8 1/4" Estabilizador + MWD Telescope + 6 5/8" Monel + 6 x 5" HWDP + 45 x 5" DP + 28 x 5" HWDP + 6 1/2" Martillo #8: Broca triconica de 8 1/2" + Power Drive 900 – X5 + Float Sub + MWD Telescope + 6 1/2" Non Magnetic Drill Collar + 32 x 5" HWDP + 6 1/2" Martillo #9: Broca triconica de 8 1/2" + Bit Sub + 6 1/2" Drill Collar + 6 1/4" Cross over + Water Mellon + X-Over + 6 1/2" DC + X-Over + 6" DC + 32 x 5" HWDP + 6 1/2" Martillo Hidráulico + 3 x 6 1/2" HWDP #10: Broca triconica de 8 1/2" + 8 3/8" Motor A675M7850XP w/ camisa 8 1/4", BH 1.5 + Float Sub + MWD + Monel +32 x 5" HWDP + 6 1/2" Martillo Hidráulico + 3 x 6 1/2" HWDP #11: Broca PDC de 8 1/2" + 8 3/8" Motor A675M7850XP w/ camisa 8 1/4", BH 1.5 + Float Sub + MWD + Telescope + Monel +35 x 5" HWDP + 4 3/4" Martillo Hidráulico + 3 x 6 1/2" HWDP #12: Broca PDC de 8 1/2" + 8 1/8" Near Bit + X-Over + 6 1/2" Drill Collar + X-Over + 8 1/2" Water Mellon + X-Over + X-Over + 6.5/8" HWDP + 4 3/4" Martillo Hidráulico + 6 5/8" HWDP	#7: 0-1-WT-S-X-I-NO-TD #10: 2-2-WT-A-F-I-BT-TQ #11: 0-1-WT-M-X-I-CT-TD
6 1/8"					BHA limpieza # 13 BHA # 1 sidetrack BHA # 2 sidetrack BHA # 3 sidetrack BHA # 4 sidetrack BHA # 1 de pesca	#13: Broca PDC de 8 1/2" + 8 1/8" Bit Sub+ X-Over + 6 1/4" HWDP + 4 3/4" Martillo Hidráulico + 6 5/8" #1 Sidetrack: whipstock mecánico multicat, 3 grados de perno de corte + 8 1/2" Quickcut Lead Mill + 8 1/2" Quickcut Flex Mill + 1 x 5" HWDP + Float Sub + MWD + UBHO + 36 x 5" HWDP #2 Sidetrack: 8 1/2" Lead Mill + 8 1/2" Flex Mill + 1 x 5" HWDP + Float Sub + 36 x 5" HWDP #3 Sidetrack: broca Triconica de 8 1/2" + Motor A675M7850XP w/ 8 3/8" camisa +FloatSub + PonyMonel + MWDTelescope+UBHO+32x5"HWDP#4 Sidetrack: broca PDC de 8 1/2" + Motor A675M7850XP w/ 8 3/8" camisa + Float Sub + Pony Monel + MWD Telescope + UBHO + Non Magnetic Drill Collar + 32 x 6 1/2" HWDP + 6 1/2" Martillo Hidráulico + 3 x 5" HWDP #1. Pesca: Screw in Sub + 2 x 2 x 5" HWDP + Martillo	#3 Sidetrack: -2-WT-A-E-I-BT- BHA

Sección	Tiempo Productivo	Tiempo en hrs	Tiempo No Productivo	Tiempo hrs	Tiempo Total hrs	Responsables	Causas	Lecciones Aprendidas por parte de la compañía	Recomendaciones por parte de la compañía
16"	1) Perforación 2) Tripping 3) Circulando y condiciones de lodo 4) R/U & Registros 5) R/U & L/D (6) R/U (7) R/U & Cementación 7) 6 8) Cabezal del Pozo (9) Reuniones de Seguridad 10) Pago de servicio	1) 61,5 2) 27,5 3) 14 4) 2,5 5) 9 6) 12 7) 6 8) 12 9) 1 10) 0,5		146					
12 ¼"	1) Perforación 2) Tripping 3) Circulando y condiciones de lodo 4) R/U & Registros 5) R/U & L/D BHA & (7) R/U & Cementación 7) 7 8) D/O Cemento, 9) Cabezal del Pozo 10) Otro Prod. Time 11) Pago de servicio	1) 122 2) 58 3) 24,5 4) 3 5) 12 6) 14,5 7) 7 8) 5 9) 9 10) 0,5 11) 3	Espera de herramienta MWD de la compañía D&M - SLB	2	260,5	D&M - SLB	Espera de herramienta MWD de la compañía D&M - SLB	La construcción durante la sección de 12 ¼" debe realizarse con DLS menores a 1.5 grados/100ft en Napo	En caso de ser necesaria un severidad mayor es recomendable perforar la sección con un BHA sin LWD Realizar un wash down durante el viaje de calibración.
8 ½"	1) Perforación 2) Tripping 3) Circulando y condiciones de lodo 4) Lavado y Rimado 5) R/U & Registros 6) R/U & L/D BHA & R/U DP; 7) R/U & Corrida de Casing 8) D/O Cemento, Test Csg & FIT 9) Reuniones de seguridad 10) Otros Prod. Time 11) Pago servicio de Taladro	1) 30,5 2) 48, 3) 17 4) 2,5 5) 31,5 6) 13,5 7) 12,5 8) 3,5 9) 4 10) 2 11) 3,5	1) Espera llegada del personal de la compañía SLB Direccional 2) Viajes de calibre y re perforación del hoyo de 8 ½" 3) WTF viajes adicional para cambiar Mill 4) Trabajar sarta pegada	1) 5 2) 83,5 3) 31 4) 183,5	369	1) D&M - SLB 2) Pozo 3) Prestadora de servicios 4) Pozo	1) Espera llegada del personal de la compañía SLB Direccional 2) Viajes de calibre y re perforación del hoyo de 8 ½" 3) WTF viajes adicional para cambiar Mill 4) Trabajar sarta pegada	La construcción real durante la perforación de la sección de 8 ½" jamás deberá ser mayor a 4 grados/100ft. Mantener en continua rotación al BHA para una adecuada limpieza del hoyo. Realizar viajes de calibración. Realizar una adecuada limpieza del hoyo al terminar la perforación en secciones de pozos de alto ángulo. Adecuado diseño de revestidores	Debido a que si la construcción real es mayor a 4grados/100ft incrementa exponencialmente el riesgo de crear gradas y wash outs en las intercalaciones de Napo y las Calizas, si se presenta mucho riesgo al llegar al objetivo se deberá hacer un nuevo plan. Planificar viajes intermedios en la sección, que nos permitan evaluar las condiciones reales del agujero (15 hrs. o 500'). Completar al menos 4 ciclos completos de circulación con los mayores RPMs posibles (>60) y con el máximo gasto permitido, de acuerdo al diámetro de agujero. Planificar los pozos de alto ángulo con un diseño adecuado de 4 revestidores, para mitigar el riesgo e inestabilidad del agujero al tener expuestas las formaciones Napo y Hollin en secciones distintas, dado que las propiedades y peso de lodo requeridos por Napo son mucho mayores que las requeridas por Hollin.

## ANEXO 1.5 DATOS DEL POZO PALO AZUL J

Nombre	Inicio	Finalización	Pozo	Tipo	Ubicación	MD	TVD	Desplazamiento horizontal	Inclinación Máxima	Objetivo Principal
Pozo Palo Azul J	25-sep-12	22-oct-12	Direccional	J	Norte: 9,980,855.69m Este: 282,454.52m Latitud: 5° 10' 23.16" Longitud: W 76° 57' 16.48"	10,714.'	10,008.08'	1707 46'	66.49° @ 10,714.00' MD	Arenisca "Hollín Principal" Norte: 9,980,336.03m Este: 282,424.36m

Sección	Término de la sección	Inclinación	Azimut	Fluido de Perforación	BHA utilizados	Especificación del BHA	Calificación de la Broca
16"	5,610' MD 5,509' TVD	0.11°	305.50°	fluido tipo Nitratro de Calcio AquaGel, iniciando con una densidad de 8.4 ppg y terminando con 10.6 ppg.	BHA #1 convencional BHA #2 direccional	#1: Broca Tricónica 16" + Bit Sub + 3x8" Drill Collar + X-Over + 14x5" HWDP #2: broca PDC de 16" + motor de fondo con BH: 1.5" con 15 3/4" Estabilizador + Pony Monel + 15 3/4" Estabilizador + X-Over + Gyro while drilling + X-Over + MWD (Telescope) + X-Over + UBHO + Monel (no magnético) + 2x8" DC + X-Over + 17x5" HWDP + Martillo Hidráulico + 6x5" HWDP	#1: 1-1-WT-A-E-I-ER-BHA #2: 2-3-DL/BT-A-X-I-CT/AWT-TD
12 ¼"	10,075' MD 9,705' TVD	54°	183°	fluido Maxdrill G+, iniciando con una densidad de 9.2 ppg y terminando la perforación con 11.2 ppg	BHA #3 direccional BHA #4 direccional	#3: Broca PDC de 12 1/4" + Motor de fondo BH: 1.5" con 11 3/4" Estabilizador + Float Sub + 12 1/8" Estabilizador + Pony Monel + MWD (Telescope) + Monel (no magnético) + X-Over + 28x5" HWDP + Martillo Hidráulico + 3x5" HWDP #4: Broca PDC de 12 1/4" + Motor de fondo con BH: 1.5" con 12" Estabilizador + Float Sub + 8 1/4" DC (no magnético) + MWD (Telescope) + 8" DC (no magnético) + X-Over + 28x5" HWDP + Martillo Hidráulico + 3x5" HWDP	#3: 4-2-RO/DL-A-X-I-BT/CT-BHA #4: 2-1-DL/BT- N/S/G-X-1-CT/AWT-TD
8 ½"	10,515' MD 9,925' TVD	65.50°	183°	Fluido Maxdrill G+, iniciando con una densidad de 10.0 ppg y terminando con 10.4 ppg.	BHA #5 direccional	#5: broca PDC de 8 1/2" + Motor de fondo con 8 3/8" Estabilizador MWD (Telescope) + GR + DC (no magnético) + 32x5" HWDP + Martillo Hidráulico + 3x5" HWDP	#5: 0-1-CT-G-X-I-NO-TD
6 1/8"	10,714' MD 10,007' TVD	66.49°	181.55°	fluido Drill In, iniciando con una densidad de 8.8 ppg y terminando con 9.0 ppg.	BHA #6 direccional BHA #7 de limpieza	#6: Broca PDC de 6 1/8" + Motor de fondo con BH: 1.5" con 5 7/8" Estabilizador + Float Sub + Pony Monel + IM Pulse + Monel + 22x 3 1/2" HWDP + Martillo Hidráulico + 10x 3 1/2" HWDP + X-Over #7: Broca Tricónica de 6 1/8" + Bit Sub + 7x 3 1/2" HWDP + Rotary Sub + Boot Basket + Bit Sub + Scraper + Magneto + Brush + 12 x 3 1/2" HWDP + Martillo + 6x 3 1/2" HWDP + Rotary Sub + Boot Basket + Bit Sub + Scraper + Magneto + Brust + X-Over	#6: 2-0-L/M-C/N-X-I-LT-TD

Sección	Tiempo Productivo	Tiempo en hrs	Tiempo No Productivo	Tiempo hrs	Tiempo Total hrs	Responsables	Causas	Lecciones Aprendidas por parte de la compañía	Recomendaciones por parte de la compañía	
16"	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Perforación</li> <li>2. Cañoneo</li> <li>3. Circulación y reacondicionamiento del lodo</li> <li>4. R/U &amp; L/P BHA &amp; R/U DP</li> <li>5. R/U y corrida de casing</li> <li>6. R/U y cementación</li> <li>7. D/O cementación</li> <li>8. Cabeza de pozo y BOP</li> <li>9. Reuniones de seguridad</li> <li>10. Pago de servicio de taladro</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 70</li> <li>2. 21.5</li> <li>3. 10.5</li> <li>4. 9</li> <li>5. 12</li> <li>6. 5</li> <li>7. 0</li> <li>8. 12.5</li> <li>9. 2</li> <li>10. 0.5</li> </ol>		143						
12 1/4"	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Perforación</li> <li>2. Cañoneo</li> <li>3. Circulación y reacondicionamiento del lodo</li> <li>4. R/U &amp; L/P BHA &amp; R/U DP</li> <li>5. R/U y corrida de casing</li> <li>6. R/U y cementación</li> <li>7. D/O cementación, prueba de casing &amp; FIT</li> <li>8. Cabeza de pozo y BOP</li> <li>9. Reuniones de seguridad</li> <li>10. Pago de servicio de taladro</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 177.5</li> <li>2. 50.5</li> <li>3. 27.5</li> <li>4. 7</li> <li>5. 13.5</li> <li>6. 4.5</li> <li>7. 2.5</li> <li>8. 11.5</li> <li>9. 1</li> <li>10. 4.5</li> </ol>	<p>Fuga en líneas Hidráulicas de Top Drive</p>	20,5	320,5	prestadora de servicios	Reparaciones del taladro	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Observa arrastre de hasta 40 klbs con BHA # 4 desde 7800 a 9700 pies en intervalos puntuales, perforando la sección de construcción hasta 44 grados de inclinación.</li> <li>2. Gran variación del DLS, excesiva tortuosidad corrida con el BHA #4. El BHA necesita excesivos y continuos deslizamientos para mantener la construcción del ángulo en la sección desde 7800 a 9600 pies.</li> <li>3. Seguir el plan de mantenimiento y reparaciones programadas</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1)• Bombear píldoras de limpieza cada "n" paradas, para mejorar limpieza del hoyo.</li> <li>• Aumentar rotaría de 40 a 80 rpm.</li> <li>2)• Bajar a construir con una diferente configuración e BHA.</li> <li>• La alta variación del DLS, puede deberse a la variación del azimuth realizada en las secciones anteriores.</li> </ol>	
8 1/2"	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Perforación</li> <li>2. Cañoneo</li> <li>3. Circulación y reacondicionamiento del lodo</li> <li>4. R/U &amp; L/P BHA &amp; R/U DP</li> <li>5. R/U y corrida de casing</li> <li>6. R/U y cementación</li> <li>7. D/O cementación, prueba de casing &amp; FIT</li> <li>8. Cabeza de pozo y BOP</li> <li>9. Reuniones de seguridad</li> <li>10. Pago de servicio de taladro</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 14.5</li> <li>2. 16.5</li> <li>3. 9</li> <li>4. 2.5</li> <li>5. 18</li> <li>6. 5</li> <li>7. 7</li> <li>8. 1</li> <li>9. 0.5</li> <li>10. 2.5</li> </ol>			76,5			Disminución de ROP entrando a basal Napo	Perforar con parámetros más agresivos en WOB	
6 1/8"								Tendencia de BHA # 6 a tumbar ángulo en rotación.	Realizar deslizamientos de 20 pies a un promedio de 10 ft/h para corregir dicha tendencia.	



## ANEXO 1.6 DATOS DEL POZO PALO AZUL K

Nombre	Inicio	Finalización	Pozo	Tipo	Ubicación	MD	TVD	Desplazamiento horizontal	Inclinación Máxima	Objetivo Principal
Pozo Palo Azul k	13-nov-12	07-feb-13	Direccional	S	Norte: 9,979,750.58m Este: 280,972.52m Latitud: 5 0' 10' 59.13" Longitud: W 76° 58' 04.40"	10,990'	10,193.65'	2,752'	42.30° @ 4,360.70' MD	Arenisca "Hollín Principal" Norte: 9,979,008.48m Este: 281,363.93m

Sección	Término de la sección	Inclinación	Azimut	Fluido de Perforación	BHA utilizados	Especificación del BHA	Calificación de la Broca
16"	6423' MD 5636.11 TVD	12°	147.43°	fluido Nitrato de Calcio AquaGel, iniciando con una densidad de 8.4 ppg y terminando con 10.8 ppg	BHA #1 convencional BHA #2 direccional BHA # 3 direccional BHA # 4 direccional BHA #5 direccional BHA #6 de reconocimiento BHA #1 de pesca BHA #7 de limpieza	#1: Broca Tricónica de 16" + bit sub + 3 x 8" DC + X-Over + 5" #2: Broca PDC de 16" + Motor de fondo con BH: 1.5" con 15 3/4" Estabilizador + Float sub con Float Valve + Pony Monel + 14 5/8" Estabilizador + Pony Monel#3: Broca PDC de 16" + Motor de fondo con BH: 1.5", con 14 5/8" Estabilizador + Float valve con Float Sub + 15 3/4" #4: Broca PDC de 16" + Motor de fondo con BH: 1.50°, con 15 3/4" Estabilizador + Float Valve con Float Sub + Pony Monel + 15" Estabilizador + Pony Monel + MWD + NMDC + 2 x 8" DC + X-Over + 18 x 5" HWDP #5: Broca PDC de 16" + Motor de fondo con BH: 1.50°, con 14 5/8" Estabilizador #6: broca PDC de 16" + Bit Sub + 2 x 8" DC + X-Over + 5" HWDP #1 PESCA: Overshot + Spirlr Grapple + Bumper Sub + Fishing #7: Broca tricónica de 16" + Bit Sub + 2 x 8" DC + X-Over + 5" HWDP	#1: 0-0-NO-A-X-I-NO-BHA #2: 0-0- NO-A-X-I-NO-BHA #3: 0-0-NO-A-X-I-NO-BHA #4: 0-0-NO- A-X-I-NO-BHA
12 1/4"					BHA # 8 de limpieza	#8: Broca PDC de 12 1/4" + Bit Sub + 2 x 8" DC + X-Over	
12 1/4" ST	9654' MD 8,858.46' TVD	1.88°	5.79°	Fluido Maxdrill G+, iniciando con una densidad de 9.2 ppg y terminando la perforación con 11.4 ppG.	BHA # 9 convencional BHA # 10 direccional BHA # 11 direccional BHA # 12 direccional BHA # 13 de limpieza BHA # 14 direccional de limpieza BHA # 15 direccional	#9: Broca PDC de 12 1/4" + Bit Sub + 2x8" DC + 18x5" HWDP + Martillo + 8x5" HWDP #10: Broca PDC de 12 1/4" + Bit Sub + 2x8" DC + X-Over + 18x5" HWDP + #11: Broca PDC de 12 1/4" + Motor de fondo con BH: 1.50°, con 11 3/4" Estabilizador + Float Sub con Float Valve + Pony Monel + 12" Estabilizador + MWD + Monel + X-Over + 28 x 5" HWDP + Martillo Hidráulico + 3 x 5" HWDP #12: Broca PDC de 12 1/4" + Motor de fondo con BH: 1.50°, con 11 3/4" Estabilizador + Float Sub con Float valve + Pony Monel + 12" Estabilizador + ARC-8 #13: Broca PDC de 12 1/4" + Bit Sub con Float Valve + 8" DC + 12" Estabilizador + X-Over + 28 x 5" HWDP + Martillo Hidráulico + 3 x 5" HWDP #14: Broca PDC de 12 1/4" + Motor de fondo con BH: 1.50°, con 12" Estabilizador + Float Sub con Float Valve + 12" Estabilizador + Pony Monel + MWD + Monel + X-Over + 28 x 5" HWDP + Martillo Hidráulico + 3 x 5" HWDP #15: Broca PDC de 12 1/4" + Motor de fondo con BH: 1.50°, con 11 3/4" Estabilizador + Float Sub con Float Valve + 12" Estabilizador + Pony Monel + MWD + Monel	

Sección	Término de la sección	Inclinación	Azimut	Fluido de Perforación	BHA utilizados	Especificación del BHA	Calificación de la Broca
8 1/2"	10515' MD 9,718.82' TVD	1.4°	120°	fluido Maxdrill G+, iniciando con una densidad de 9.6 ppg y terminando con 9.8 ppg	BHA # 16 convencional BHA #17 de pesca BHA # 18 de pesca BHA # 19 de limpieza BHA # 20 de limpieza	#16: Broca tricónica de 8 1/2" + Bit Sub con Float Valve + 6 1/2" DC + X-Over + 8 1/4" Estabilizador + X-Over + 2 x 6 1/2" DC + X-Over + 22 x 5" HWD + Martillo Hidráulico #17: Pack off para casing de 7" + Reelising Spear con grapa + 2 x 3 1/2" #18: Difusor + Reelising Spear con grapa + 2 x 3 1/2" HWD + X-Over + Stop Sub + Triple connection bushing + Bumper Sub + Martillo + X-Over + 9 x 6 1/2" DC + X-Over + Acelerador + 6 x 5" HWD + X-Over + Stop Sub + Triple connection bushing + Bumper Sub + Martillo + X-Over + 9 x 6 1/2" DC + X-Over + Acelerador + 6 x 5" HWD #19: Broca tricónica de 8 1/2" + Bit Sub + 2 x 6 1/2" DC + Watermellon #20: Broca tricónica de 8 1/2" + Bit Sub + 6 1/2" DC + X-Over + 8 1/2" Estabilizador + X-Over + 5 x 6 1/2" DC + X-Over + Watermellon + X-Over + 22 x 5" HWD + Martillo + 6 x 5" HWD + Martillo + 6 x 5" HWD	
6 1/8"					BHA # 21 direccional BHA #22 de limpieza BHA # 23 de limpieza BHA # 1 de pesca BHA # 24 de calibración BHA # 2 de pesca BHA # 3 de pesca	#21: broca PDC de 6 1/8" + Motor de fondo con BH: 1.15", con 5 7/8" Estabilizador + 5 7/8" Estabilizador + Pony Monel + SHORT Pulse + GR + Monel + 35 x 3 1/2" HWD + Martillo Hidráulico + 3 x 3 1/2" HWD + 18 x 3 1/2" DPX + X-Over. #22: broca PDC 6 1/8" + Near Bit + 2 x 4 3/4" Monel + 3 x 3 1/2" HWD + X-Over + Watermellon + X-Over + 30 x 3 1/2" HWD + Martillo + 3 x 3 1/2" HWD + 18 x 3 1/2" DP + X-over. #23: broca PDC 6 1/8" + Bit Sub + Float Sub + Impulse (GR + Resistividad) + 5 7/8" Estabilizador + 2 x 4 3/4" Monel + 33 x 3 1/2" HWD + Martillo + 3 x 3 1/2" HWD + 18 x 3 1/2" DP + X-over. #1: Realising Spear + X-Over + 2 x 2 3/8" DP + X-Over + Stop Sub + Bumper Sub + 3 x 3 1/2" HWD + Martillo + 24 x 3 1/2" HWD. #24: broca PDC 6 1/8" + Near Bit + Estabilizador + Rhino Reamer + 4 3/4" DC + 24 x 3 1/2" HWD + Martillo + 12 x 3 1/2" HWD + 18x 3 1/2" DP. #2: Spear + X-Over + 2 x 2 3/8" DP + X-Over + Stop Sub + Bumper + 3 x 3 1/2" HWD + Martillo + 24 x 3 1/2" HWD + X-Over. #3: Over Shot + Basket Grapple + Mill Control + Stop Ring + Bumper Sub + Martillo + 6 x 4 3/4" DC + Acelerador.	Broca PDC 6 1/8" 2-1-BT-C/N-X-I-WT-TD

Sección	Tiempo Productivo	Tiempo en hrs	Tiempo No Productivo	Tiempo hrs	Tiempo Total hrs	Responsables	Causas
16"	1. Perforación 2. Cañoneo 3. Circulación y reacondicionamiento del lodo 4. R/U & L/P BHA & R/U DP 5. R/U y corrida de casing 6. R/U y cementación 7. Cabeza de pozo y BOP 8. Reuniones de seguridad 9. Pago de servicio de taladro	1. 143 2. 37 3. 11.5 4. 20.5 5. 4.5 6. 5.5 7. 5.5 8. 0.5 9. 2	1) Viaje adicional a superficie para reconfigurar BHA por presentar mayor tendencia a tumbar respecto a lo planificado. 2) Pesca por ruptura de BHA. 3) Operaciones de sidetrack	1) 13 2) 71 3) 128	314	1) Prestadora de servicios 2) Prestadora de servicios 3) Prestadora de servicios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambio de BHA</li> <li>• Pesca</li> <li>• Sidetrack</li> </ul>
12 1/4" ST	1. Perforación 2. Cañoneo 3. Circulación y reacondicionamiento del lodo 4. R/U & L/P BHA & R/U DP 5. R/U y corrida de casing 6. R/U y cementación 7. Cabeza de pozo y BOP 8. Reuniones de seguridad 9. Otros tiempos productivos 10. Pago de servicios de taladro	1. 112 2. 121.5 3. 22 4. 14 5. 12 6. 16.5 7. 10.5 8. 4.5 9. 0.5 10. 1.5	1) Repara falla eléctrica del conector del TDS. 2) Espera por decisión y herramientas para viaje de calibre. Espera por reductores de torque y zapata rimadora 3) Washout en tubería 4) Halliburton, liberación prematura de setting tool 5) Empaquetamiento de liner	1) 18 2) 22.5 3) 2 4) 180 5) 3	471,5	1) H&P 2) Prestadora de servicios 3) Prestadora de servicios 4) Halliburton 5) Prestadora de servicios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reparaciones de taladro</li> <li>• Espera de herramientas</li> <li>• Washout</li> <li>• Pesca</li> <li>• Sarta pegada</li> </ul>
8 1/2"			1) Registros no bajan a 10525 pies. 2) Washout en tubería 3) Espera por herramientas de Weatherford y Smith 4) BHI liberación prematura del setting tool. 5) Viaje de calibre con ampliador 6) Operaciones de pesca 7) Operaciones de abandono	1) 46.5 2) 19,5 3) 13.5 4) 87,5 5) 65 6) 54,5 7) 72		1) Pozo 2) Prestadora de servicios 3) Weatherford y Smith 4) BHI 5) Prestadora de servicios 6) Prestadora de servicios 7) Prestadora de servicios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemas del hoyo</li> <li>• Washout</li> <li>• Espera de herramientas</li> <li>• Pesca</li> <li>• Problemas del hoyo</li> <li>• Pesca</li> <li>• Abandono</li> </ul>
6 1/8"	1. Perforación 2. Cañoneo 3. Circulación y reacondicionamiento del lodo 4. R/U & v Logging 5. R/U & L/P BHA & R/U DP 6. R/U y corrida de casing 7. D/O cementación, prueba de casing & FIT 8. Reuniones de seguridad 9. Pago de servicio de taladro	1. 15.5 2. 38 3. 22 4. 15.5 5. 3.5 6. 34.5 7. 5 8. 1.5 9. 1			578,5		

Sección	Lecciones Aprendidas por parte de la compañía	Recomendaciones por parte de la compañía
16"		<p>1) - Contar con el backup de las herramientas más importantes durante la perforación.  - Contar con personal con experiencia en la perforación de este tipo de pozos.  2) - No reutilizar herramientas sobretorqueadas sin previa inspección.</p>
12 ½" ST	<p>1. Rompimiento de float sub que tiene como resultado Sidetrack  - Durante la perforación de la sección no se observa torques anormales (max. 13 klb-ft fuera de fondo)  - BHA perforo 1419 ft en 35.2 hs @ 40.2 ft/hr (desde 5004 ft a 6423 ft)  - Valores de Von Mises stress no exceden el 60% del stress yield durante back reaming al TD de la sección  - Valores de Von Mises stress no exceden 60 % del stress yield durante back reaming en 700 ft (punto de rotura)  - La evidencia de la fatiga acumulada durante proceso de back reaming podría ser la causa raíz de la falla del float sub  - Falla del material debido a fatiga acumulada (LLPM)  - Inspección después del refrenteo no fue completo.  2. Problemas de construcción direccional  - En el PLAC 45 se realizaron 2 cambios de BHA adicionales por complicaciones para realizar slide.  - Se observa diferencia de Herramienta MWD, simplipse presenta más limitaciones y dificultad para orientar.  - No se contó con Pony monels de backup en locación debido a daño de roscas en el PLAC 45, lo que afecto a tendencia de la sarta.  - Ambos DD en pozo PLAC 45 experimentaban primer trabajo para Petroamazonas.  3. Bajada de revestidor fallida  - Durante la perforación de la sección no se observa torques anormales (max. 24 klb-ft fuera de fondo)  - Se realizan 4 viajes de calibración aplicando parámetros de perforación sin lograr mayor avance en el mismo intervalo 9603-9708 ft.  - Se observa que el torque en la sarta incrementa en cada viaje de calibración  - No se observan síntomas de empaquetamiento o incremento de recortes en superficie.  - Se queda 861 ft de hoyo abierto de 12 ½" (M1, Volcánico, M2, Caliza A)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar estudio de Geo mecánica en próximos pozos.</li> <li>• En zona de volcánico asentar revestidor de 9 5/8" en Caliza "A".</li> <li>• Como viaje de calibración de contingencia en caso de presentarse hueco cerrado utilizar ampliador.</li> <li>• Asegurar contar con backup de herramientas críticas.</li> <li>• Nunca reutilizar elementos que presenten sobre torque sin inspección.</li> <li>• Contar con un Pool de personal direccional fijo en los campos que se Operan en Petroamazonas.</li> </ul> <p>1) - Inspecciones frecuentes a los equipos sensibles del taladro.  - Contar con los accesorios necesarios para la reparación de los equipos.  2) Optimizar flujo de comunicación y logística.  3) - Realizar inspecciones visuales de la tubería antes de ser utilizada.  - Contar con accesorios y repuestos necesarios en locación.  4) - Investigar las causas asociados a la liberación prematura del setting tool.  - Certificar la calidad de manufactura de las herramientas usadas en el pozo.  5) - Realizar entrenamiento de prevención de pega de tubería.</p>
8 ½"		<p>2) - Realizar inspecciones visuales de la tubería antes de ser utilizada.  - Contar con accesorios y repuestos necesarios en locación.  3) - Optimizar flujo de comunicación y logística.  4) - Inspección y auditoría en talleres de Baker.  5) - Utilizar Herramientas con calíper en tiempo real para detectar comportamiento de hueco con anticipación.  6) - Realizar entrenamiento de prevención de pega de tubería</p>



Sección	Término de la sección	Inclinación	Azimut	Fluido de Perforación	BHA utilizados	Especificación del BHA	Calificación de la Broca
8 1/2"	10845' MD 10210' TVD	0.5	90	Fluido Maxdrill G+, iniciando con una densidad de 9.8 ppg y terminando con 10.2 ppg.	BHA # 9 direccional BHA # 10 limpieza	#9: broca PDC MDi616BPX + A675M w Slick Sleeve Estabilizador-0.28 v/g - 1.50 BH + Float Sub + EcoScope 8 1/4" Estabilizador + Telescope + Monel + 26 x 5" HWDP + 6 1/2" Martillo Hidráulico + 3 x 5" HWDP	#9: 1-2-WT-A-X-I-CT/BT-TD

Sección	Tiempo Productivo	Tiempo en hrs	Tiempo No Productivo	Tiempo hrs	Tiempo Total hrs	Responsables	Causas	Lecciones Aprendidas por parte de la compañía	Recomendaciones por parte de la compañía
16"	<ol style="list-style-type: none"> <li>Perforación</li> <li>Cañoneo</li> <li>Circulación y reacondicionamiento</li> <li>R/U &amp; logging</li> <li>R/U &amp; L/P BHA &amp; R/U DP</li> <li>R/U y corrida 7. R/U y cementación</li> <li>Prueba de casing 9. Cabeza de pozo 10. Reuniones de seguridad</li> <li>Otros tiempos productivos</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>75.5</li> <li>24</li> <li>18</li> <li>5.5</li> <li>7</li> <li>12</li> <li>7</li> <li>0</li> <li>0</li> <li>13.5</li> <li>4.5</li> <li>1.5</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Esperó por elevador de back up mientras intenta reparar manguera.</li> <li>Quebró 60 paradas de DP de 5" para enviar a inspección por encontrarse daños en la misma.</li> <li>Repara manguerote del top drive</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.5</li> <li>27.5</li> <li>0.5</li> </ol>	170	Prestadora de servicios	<ol style="list-style-type: none"> <li>Daño de la manguera hidráulica del elevador de Frank's</li> <li>Inspección de tubería de perforación</li> <li>Top Drive</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Solicitar a terceras compañías, realice la inspección de sus equipos previo al envío de los mismos a pozo.</li> <li>Realizar la inspección de tubería de perforación durante la movilización del taladro. <ul style="list-style-type: none"> <li>Solicitar que la tubería rentada cuente con la inspección necesaria antes de ser admitida para la operación.</li> </ul> </li> <li>Realizar mantenimiento continuo del top drive para evitar problemas durante las operaciones.</li> </ol>	
12 1/4"	<ol style="list-style-type: none"> <li>Perforación</li> <li>Cañoneo</li> <li>Circulación y reacondicionamiento</li> <li>R/U &amp; logging</li> <li>R/U &amp; L/P BHA 6. R/U 7. R/U y cementación</li> <li>Prueba de casing</li> <li>Cabeza de pozo</li> <li>Reuniones</li> <li>Otros tiempos 12. Pago de servicio</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>121</li> <li>53.5</li> <li>21.5</li> <li>0</li> <li>15.5</li> <li>20</li> <li>5</li> <li>4</li> <li>11.5</li> <li>2.5</li> <li>0.5</li> <li>5.5</li> </ol>		288.5		<ol style="list-style-type: none"> <li>Desarmó y armó paradas de DP de 5" previo a la perforación de la sección de 12 1/4"</li> <li>Perforación a través de conglomerados</li> <li>Incremento de quarzo en el volcánico</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Se recomienda una inspección exhaustiva al recibir tubería de renta para evitar pérdida de tiempo por taponamientos de sarta por corrosión.</li> <li>Se puede perforar a través de conglomerados de Tiyuyacu con una inclinación menor a 20 grados para evitar desgaste de gauge en estabilizadores y broca.</li> </ol>		

Sección	Tiempo Productivo	Tiempo en hrs	Tiempo No Productivo	Tiempo hrs	Tiempo Total hrs	Responsables	Causas	Lecciones Aprendidas por parte de la compañía	Recomendaciones por parte de la compañía
8 ½"	1. Perforación 2. Cañoneo 3. Circulación y reacondicionamiento del lodo 4. R/U & logging 5. R/U & L/P BHA & R/U DP 6. R/U y corrida de casing 7. R/U y cementación 8. Prueba de casing & FIT 9. Cabeza de pozo y BOP 10. Reuniones de seguridad 11. Otros tiempos productivos 12. Pago de servicio de taladro	1. 20 2. 20 3. 9.5 4. 0 5. 5 6. 15 7. 6.5 8. 5 9. 0 10. 0 11. 1	1) Espera por herramientas de la Cia. Tesco para corrida de liner de 7". 2) Sacando liner de 7" y colgador de liner a superficie; se evidencia daños en el colgador.. 3) Cia. Tesco repara líneas hidráulicas de CDS	1) 2 2) 50 3) 1	135.5	Cia. Tesco	1) Espera de herramientas 2) Falla del liner hanger 3) Repara líneas hidráulicas de CDS	Falla en el liner hanger	1) - Prever la llegada de las compañías que realizan trabajos específicos, considerando el tiempo que les toma llegar a la locación. - Asegurar la presencia de las herramientas necesarias en locación, previo a un trabajo específico. 2) - Realizar la inspección durante el ensamble del colgador del liner. - Realizar auditoría al taller de ensamble de colgadores de la Cia. Baker. 3) Realizar mantenimiento de los equipos previo a la utilización de los mismos durante las operaciones. Se recomienda una auditoría al taller de Baker para inspeccionar ensamble de colgadores debido al alto índice de fallas.

## ANEXO 1.8 DATOS DEL POZO PALO AZUL M

Nombre	Inicio	Finalización	Pozo	Tipo	Ubicación	MD	TVD	Desplazamiento horizontal	Inclinación máxima	Objetivo principal
Pozo Palo Azul M	05/06/2013	25/07/2013	Direccional	S ST: J	Norte: 9979750.58 mN Este: 280964.00 mE Longitud: 0°10'59.131"S Latitud: 76°58'04.671"W	9435'	8764'	2727 ft	32.750 @ 5389' MD	Hollín: Caliza C Norte: 9979070.00 mN Este: 281430.00 mE

Sección	Término de la sección	Inclinación	Azimut	Fluido de Perforación	BHA utilizados	Especificación del BHA	Calificación de la Broca
16"	5980'	29.31		Nativo disperso	BHA convencional # 1 BHA direccional # 2 BHA direccional # 3	#1: Broca triconica 16" GTX-CG1 (4x16; TFA: 0.7854), Bit Sub, 8 1/4" DC (3), Estabilizador, X-Over, 5" HWDP #2: Broca PDC 16" HCD605S (5x10 5x11; TFA: 0.848), 9 1/2" Motor (camisa 15 3/4"), 15" Estabilizador, 9 1/2" MWD NaviTrak, X-Over, 8 1/16" Sub Orienting, 8" DC (3), X-Over, 5" HWDP (33), 6 1/2" Martillo y 5" HWDP (6) #3: Broca PDC 16" HCD605S (10x12; TFA: 1.04), 9 1/2" Motor (camisa 15 3/4"), 15" Estabilizador, 9 1/2" MWD NaviTrak, X-Over, 8" DC (3), X-Over, 5" HWDP (33), 6 1/2" Martillo y 5"	#1: 1-1-WT-A-E-I-NO-BHA #2: 0-1-WT-A-X-I-NO-HR #3: 1-2-WT-A-X-I-CT-TD
12 1/4"	9435'	12.06		KLA-STOP	BHA direccional # 4 BHA direccional # 5 BHA de pesca # 1 BHA de pesca # 2 BHA de pesca # 3	#4: broca PDC 12 1/4" DP605SX (7x14; TFA: 1.052), 11.86" ATK Steerable, 12 1/8" Estabilizador, X-Over, 8 1/4" MWD OnTrak, 8 1/4" BCPM, 11 3/4" Estabilizador, 8.24" Sub Stop, 8" NM Sub Filter, 8" Sub Float, 8" DC (3), X-Over, 5" HWDP (30), 6 1/2" Martillo y 5" HWDP (4) #5: broca PDC 12 1/4" DP605SX (7x14; TFA: 1.052), 11.86" ATK Steerable, 12 1/8" Estabilizador, X-Over, 8 1/4" MWD OnTrak, 8 1/4" BCPM, 11 3/4" Estabilizador, 8.24" Sub Stop, 8" NM Sub Filter, 8" Sub Float, 8" DC (3), X-Over, 5" HWDP (30), 6 1/2" Martillo y 5" HWDP (4) #1 PESCA: Scfrew in Sub, 5" HWDP (1), X-Over, Bumper Sub, 8" DC (4), 8" Martillo, 8" DC (4), 8" Slinger, 8" DC (1), X-Over, 6 1/2" DC (9), X-Over #2 PESCA: 5" HWDP (1), X-Over, 8" DC (4), 7 5/8" Martillo, 8" DC (4), 8" Slinger, 8" DC (1), X-Over, 6 1/2" DC (9), X-Over #3 PESCA: Screw in SUB, 5" HWDP (1), X-Over, 8" DC (4), 8" Martillo, 8" DC (4), 8" DC (7), X-Over, 6 1/2" DC (1), X-Over, 6 1/2" ACC, X-Over, 6 1/2" HWDP (9), 6 1/4" DC (15), X-Over, 5" HWDP (39)	#4: 0-0-WT-A-X-I-NO-DSF



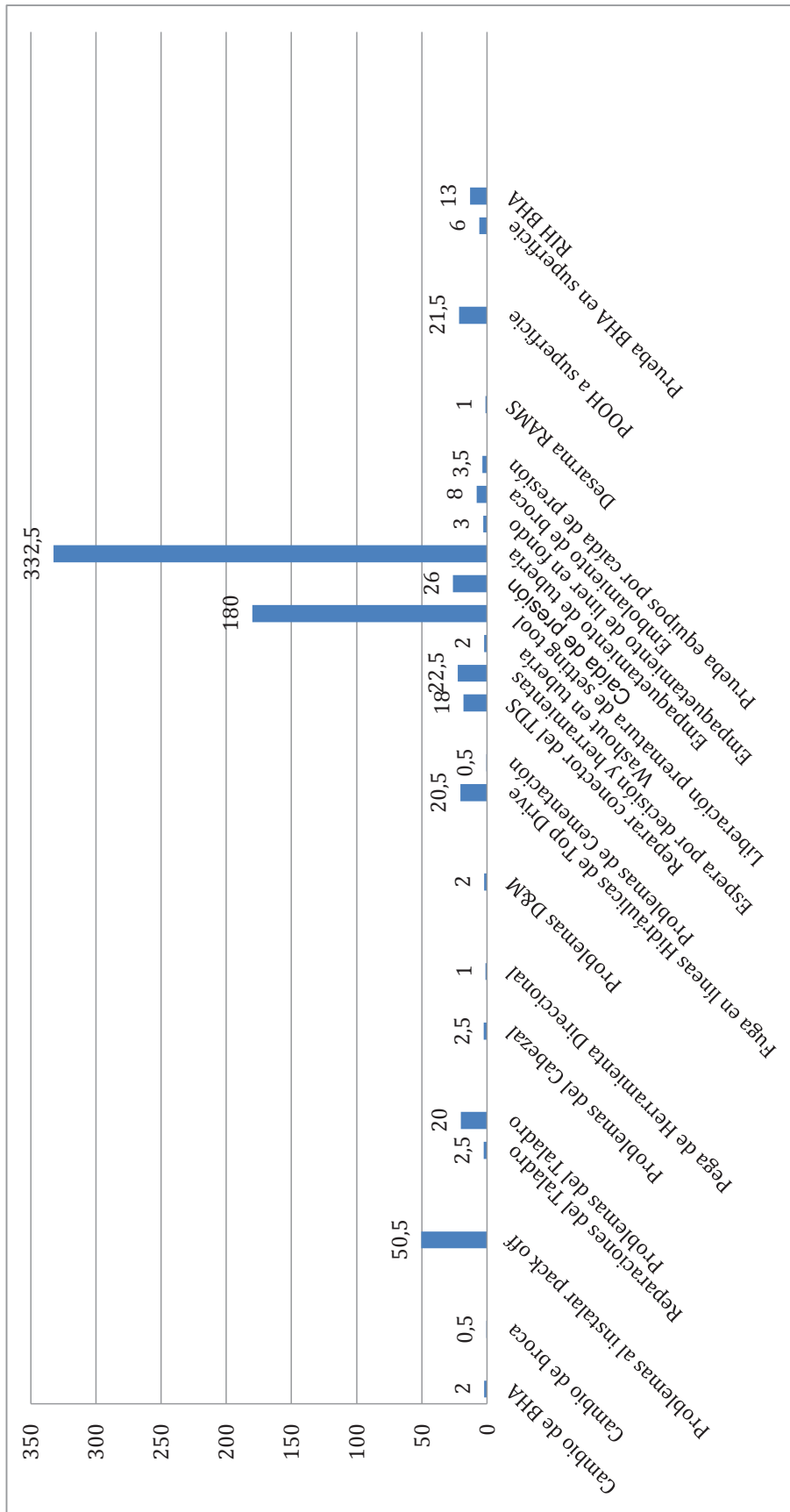
Sección	Término de la sección	Inclinación	BHA utilizados	Especificación del BHA	Calificación de la Broca
12 ¼" Side Track	10055	8.57	BHA convencional # 6 BHA direccional # 7 BHA direccional # 8 BHA direccional # 9 BHA direccional # 10 BHA direccional # 11	#6: Broca triconica 12 1/4" GT-1 (3x12, TFA: 1.113), Bit Sub, 8" DC (1), 12" Estabilizador, 8" DC (1), 5" HWDP (30), 6 1/2" Martillo y 5" HWDP #7: Broca triconica 12 1/4" GT-1 (3x22, TFA: 1.114), 8" Motor Steerable (camisa 12 1/8"), 8 1/4" MWD NaviTrak, 8" NM Sub Filter, X-Over, 5" HWDP (30), 6 1/2" Martillo y 5" HWDP (3) #8: PDC 12 1/4" HCD605ZX (4x13 3x14, TFA: 0.969), 10 1/2" ATK Steerable, 12 1/8" Estabilizador, X-Over, 8 3/8" MWD OntTrak, 8 3/8" BCPM, 11 3/4" Estabilizador, 8 1/4" Sub Stop, 8" NM Sub Filter, 8 1/4" Sub Float, 8" DC (3), X-Over, 5" HWDP (30), 6 1/2" Martillo y 5" #9: Broca PDC 12 1/4" QD605X (7x15, TFA: 1.208), 10 1/2" ATK Steerable, 12 1/8" Estabilizador, X-Over, 8 3/8" MWD OntTrak, 8 3/8" BCPM, 11 3/4" Estabilizador, 8 1/4" Sub Stop, 8" NM Sub Filter, 8 1/4" Sub Float, 8" DC (3), X-Over, 5" HWDP (30), 6 1/2" Martillo y 5" #10: Broca PDC 12 1/4" QD605X (5x16 2x18, TFA: 1.479), 10 1/2" ATK Steerable, 12 1/8" Estabilizador, X-Over, 8 3/8" MWD OntTrak, 8 3/8" BCPM, 11 3/4" Estabilizador, 8 1/4" Sub Stop, 8" NM Sub Filter, 8 1/4" Sub Float, 8" DC (3), X-Over, 5" HWDP (30), 6 1/2" Martillo y 5" #11: broca triconica 12 1/4" VM20DX (3x24, TFA: 1.325), 8" Motor Steerable (camisa 12"), 11 3/4" Estabilizador, 8 1/4" MWD NaviTrak, 8" NM Sub Filter, 8 1/4" DC (3), X-Over, 5" HWDP (30), 6 1/2" Martillo	#6: 0-0-NO-A-E-I-NO-BHA #7: 1-1-WT-A-E-I-NO-BHA #8: 0-1-WT-S-X-I-NO-BHA #9: 0-0-NO-A-X-I-WT-BHA #10: 0-2-BT-S-X-I-CT/WT-BHA #11: 1-7-BT-A-E-I-LT-TD
8 ½"	10709		BHA direccional # 12	#12: broca PDC 8 1/2" HC506ZX (6x11, TFA: 0.557), 8.03" ATK Steerable, 8 3/8" Estabilizador, 7" MWD OntTrak, 6 3/4" BCPM, 8 3/8" Estabilizador, 6 3/4" ORD, 6 3/4" CCN, 7" Sub Stop, 6 3/4" Sub Float, 6 3/4" NM Sub Filter, 8 3/8" Estabilizador, 9 1/2" GaugePro XPR, X-Over, 6 1/2" DC (1), X-Over, 8 1/2" Estabilizador, X-Over, 6 1/2" DC (3), X-Over, 5" HWDP (30), 6 1/2" Martillo y 5" HWDP (4)	#12: 0-2-WT-S-X-I-BT-TD

Sección	Tiempo Productivo	Tiempo en hrs	Tiempo No Productivo	Tiempo hrs	Tiempo Total hrs	Responsables
16"	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Arma/ desarma y prueba BOP</li> <li>2) Levanta, arma desarma y prueba BHA</li> <li>3) Muele cemento</li> <li>4) Perfora</li> <li>5) Viaje de tubería</li> <li>6) Acondiciona lodo, circula</li> <li>7) Servicios al equipo / corta cable</li> <li>8) Arme, desarma y baja revestidor liner</li> <li>9) Arma desarma equipo / cemento</li> <li>10) Trabaja en la boca del pozo, wear bushing</li> <li>11) CIT/FIT/LOT</li> <li>12) Reunión de seguridad surveys y otros</li> <li>13) Lava y rima</li> <li>14) Espera por fraguado</li> <li>15) Arma paradas</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 7</li> <li>2) 17.5</li> <li>3) 2.5</li> <li>4) 90</li> <li>5) 28.5</li> <li>6) 15</li> <li>7) 1.5</li> <li>8) 11</li> <li>9) 8</li> <li>10) 9</li> <li>11) 1</li> <li>12) 1.5</li> <li>13) 0</li> <li>14) 0</li> <li>15) 0</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Intentó liberar Fill Up Tool, goma pegada en paredes de Casing, maniobró y liberó Casing</li> <li>2) Demora el armado de BOP</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 1</li> <li>2) 4.5</li> </ol>	126	Prestadora de servicios
12 ¼"	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Perfora</li> <li>2) Viaje de limpieza</li> <li>3) Acondiciona lodo / circula</li> <li>4) Servicio al equipo / corta cable</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 94.5</li> <li>2) 14</li> <li>3) 6</li> <li>4) 1.5</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Wash Out en la parada 29</li> <li>2) Caída de presión</li> <li>3) Empaquetamiento de tubería 4) Back Off</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 6.5</li> <li>2) 26</li> <li>3) 332.5</li> <li>4) 7.5</li> </ol>	488,5	Prestadora de servicios
12 ¼" Side Track	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Arma/ desarma y prueba BOP</li> <li>2) Levanta, arma desarma y prueba BHA</li> <li>3) Muele cemento</li> <li>4) Perfora</li> <li>5) Viaje de tubería</li> <li>6) Acondiciona lodo, circula</li> <li>7) Servicios al equipo / corta cable</li> <li>8) Arme, desarma y baja revestidor liner</li> <li>9) Arma desarma equipo / cemento</li> <li>10) Trabaja en la boca del pozo, wear bushing</li> <li>11) CIT/FIT/LOT</li> <li>12) Reunión de seguridad surveys y otros</li> <li>13) Lava y rima</li> <li>14) Espera por fraguado</li> <li>15) Arma paradas</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 3</li> <li>2) 31.5</li> <li>3) 7</li> <li>4) 142</li> <li>5) 61.5</li> <li>6) 26.5</li> <li>7) 11</li> <li>8) 15.5</li> <li>9) 6</li> <li>10) 4.5</li> <li>11) 5.5</li> <li>12) 6.5</li> <li>13) 0.5</li> <li>14) 11</li> <li>15) 4</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Backreaming 8025'-6070</li> <li>2) Bajo ROP - broca embolada, bombeo de piladoras y viaje a conglomerado no planeado</li> <li>3) Prueba equipos por caída de presión</li> <li>4) Desarma RAMS para colocar wear bushing</li> <li>5) POOH a superficie</li> <li>6) Prueba BHA en superficie, descarga data &amp; arma BHA</li> <li>7) RIH BHA hasta 9094'</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 21</li> <li>2) 8</li> <li>3) 3.5</li> <li>4) 1</li> <li>5) 21.5</li> <li>6) 6</li> <li>7) 13</li> </ol>	400	Prestadora de servicios

Sección	Causas	Lecciones Aprendidas por parte de la compañía	Recomendaciones por parte de la compañía
16"	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atascamiento de los sellos en el interior de una junta de casing</li> <li>2. Operación simultánea: armado de BOP, cambio de camisas de las bombas, acondicionamiento de fluido.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Al exceder la presión de activación de la herramienta, resulta más difícil liberarla.</li> <li>2) Considerar un tiempo adicional para armado de BOP y cambio de camisas en las bombas, que permita tener la holgura para no generar NPT.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Llevar un control de la presión de accionamiento de la herramienta.</li> <li>2) Optimizar el recurso humano disponible en el rig, priorizando el armado de BOP y cambio de camisas de 2 bombas. El cambio de camisas de la 3ra bomba se realizara simultáneamente con el acondicionamiento del fluido.</li> </ol>
12 ¼"	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Se produce un washout debido a mala condición del recubrimiento interno de la tubería de perforación</li> <li>2) Al sacar la sarta de perforación se produce un atascamiento mecánico en la base del conglomerado inferior, el cual deriva en trabajos de pesca que no resultaron exitosos.</li> <li>3) Se produce la pérdida de herramientas direccionales, drill collars y HWDP en el pozo.</li> <li>4) No se aplica los correctos procedimientos para la determinación del punto neutro de la sarta.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) De los resultados de la inspección de la tubería cambiada, se determina que la condición interna de la tubería está en mal estado. Se inicia con la planificación del cambio de la tubería de perforación</li> <li>2) Debido a la mala condición de la tubería no es posible realizar una limpieza adecuada del pozo, adicionalmente las practicas operativas efectuadas en las maniobras de sacar el BHA no fueron adecuadas, lo cual ocasiona el atrapamiento mecánico de la sarta de perforación, con las consecuentes maniobras de pesca, que al no ser efectivas derivan en perdida de herramientas en el pozo</li> <li>3) El washout de tubería es la causa raíz y el maniobrar la sarta martillando hacia arriba es la causa secundaria del problema presentado.</li> <li>4) Si el punto neutro no es determinado de forma apropiada, el back off no se realiza en el punto deseado o no genera el desenrosque en ningún sitio, ocasionando pérdidas de tiempo y recursos.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) establecer un sistema de tracking de la tubería y todos los componentes del BHA para anticipar reparaciones y cambios de la sarta de perforación.</li> <li>2) Se determina límites más conservadores para los viajes, poniendo el límite de 30 Klbs de over pull para los viajes de sacada y 20 Klbs para los viajes de retorno, antes de colocar bomba y posteriormente rotaria, manteniendo los mismos límites de tensión y peso respectivamente.</li> <li>3) Circular el pozo de manera adecuada y un ajuste en las propiedades reológicas del fluido serán implementadas para los siguientes pozos.</li> <li>4) Es necesaria la revisión de los procedimientos a seguir para determinar el punto neutro y el procedimiento para transmitir el torque izquierdo hasta el mismo, a fin de que al accionar las cargas estas tengan como efecto final el desenrosque en el punto deseado.</li> </ol>
12 ¼" Side Track	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Falta de limpieza del hoyo</li> <li>2) Embolamiento de broca en el viaje de retorno a perforar el siguiente tramo</li> <li>3) No determinada</li> <li>4) Deformación de las gomas del Hydrill del BOP</li> <li>5) Se presume washout en tubería</li> <li>6) Se presume washout en tubería</li> <li>7) Se presume washout en tubería</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Es necesario realizar un ajuste en peso y propiedades reológicas del fluido</li> <li>2) Se requiere realizar una circulación antes de retomar la perforación del intervalo</li> <li>3) Se debe hacer un procedimiento para determinar la causa de las caídas de presión</li> <li>4) El mantenimiento de los elementos del BOP es necesario para asegurar el paso de herramientas a través de el.</li> <li>5) No se encuentra ningún tubo dañado. Es necesario establecer un procedimiento para determinar la causa de las caídas de presión</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Modificar las características reológicas del fluido, subiendo el punto cedente para mejorar el acarreo de los recortes de perforación</li> <li>2) circular una píldora dispersa y esperar su retorno a superficie a 5 ft por encima de la profundidad perforada. Retomar los parámetros de perforación con poco peso para evitar embolamiento de la broca</li> <li>3) Un parámetro adicional para revisión son las revoluciones de la turbina de las herramientas direccionales</li> <li>4) Realizar un chequeo continuo del estado de los cauchos del BOP</li> <li>5) Un parámetro adicional para revisión son las revoluciones de la turbina de las herramientas direccionales</li> </ol>

ANEXO 2

Anexo 2.1: Problemas vs. Tiempo sección de 8 ½



ANEXO 3

### Anexo 3.1: Prueba de CHI-CUADRADO



VALORES ESPERADOS																
Daños en la tubería	Daños en la manguera	Daños en bombas	Atascamiento de herramientas	Problemas D&M	Sarta/herramientas pegadas	Viajes adicionales	Pesca de tubería/herramientas	Operaciones de Sidetrack	Problemas en el taladro	Espera por herramientas	Retraso del personal/herramientas	Problemas en el cabezal	Problemas de cementación	Wash out	Problemas por caída de presión	Inestabilidad del pozo
Sección 16"	1	2	2	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0
Sección 12 1/4"	0	0	0	0	1	3	2	1	0	4	1	1	2	4	1	2
Sección 8 1/2"	1	1	0	0	0	3	1	2	0	0	2	1	0	1	0	4
Sección 6 1/2"	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1
	2	3	2	1	1	7	4	4	1	7	3	1	2	3	5	1
																7
																54

VALORES ESPERADOS																
Sección 16"	0,407	0,611	0,407	0,204	0,204	1,426	0,815	0,815	0,204	1,426	0,611	0,407	0,611	1,019	0,204	1,426
Sección 12 1/4"	0,815	1,222	0,815	0,407	0,407	2,852	1,630	1,630	0,407	2,852	1,222	0,815	1,222	2,037	0,407	2,852
Sección 8 1/2"	0,630	0,944	0,630	0,315	0,315	2,204	1,259	1,259	0,315	2,204	0,944	0,630	0,944	1,574	0,315	2,204
Sección 6 1/2"	0,148	0,222	0,148	0,074	0,074	0,519	0,296	0,296	0,074	0,519	0,222	0,148	0,222	0,370	0,074	0,519

CHI - CUADRADO																
Sección 16"	0,862	3,157	6,226	3,113	0,204	1,426	0,042	0,042	3,113	0,127	0,611	0,862	0,611	1,019	0,204	1,426
Sección 12 1/4"	0,815	1,222	0,815	0,407	0,862	0,008	0,084	0,243	0,407	0,462	0,040	0,042	0,495	1,892	0,862	0,254
Sección 8 1/2"	0,218	0,003	0,630	0,315	0,315	0,288	0,053	0,436	0,315	2,204	1,180	0,630	0,003	0,209	0,315	1,464
Sección 6 1/2"	0,148	0,222	0,148	0,074	0,074	0,447	0,296	0,296	0,074	4,233	0,222	0,148	0,222	0,370	0,074	0,447

GRADOS DE LIBERTAD, GI
GI= 16

VALOR CRITICO
VC= 7,962