



**UNIVERSIDAD ESTATAL  
PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA EN PETRÓLEOS

**“ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN DE PRÁCTICAS  
OPERACIONALES EN LA PERFORACIÓN DE POZOS DEL  
ORIENTE ECUATORIANO PARA LA REDUCCIÓN DE  
TIEMPO NO PRODUCTIVO Y DE TIEMPO INVISIBLE ILT”**

**PROYECTO DE TESIS DE GRADO**

Previo a la obtención del título de

**INGENIERO EN PETRÓLEO**

**AUTOR:**

DANNY OMAR RAMÍREZ CHÁVEZ

**TUTOR**

ING. RAÚL MORGNER

LA LIBERTAD- ECUADOR

2014



**UNIVERSIDAD ESTATAL  
PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA EN PETRÓLEOS

**“ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN DE PRÁCTICAS  
OPERACIONALES EN LA PERFORACIÓN DE POZOS DEL  
ORIENTE ECUATORIANO PARA LA REDUCCIÓN DE  
TIEMPO NO PRODUCTIVO Y DE TIEMPO INVISIBLE ILT”**

**PROYECTO DE TESIS DE GRADO**

Previo a la obtención del título de

**INGENIERO EN PETRÓLEO**

**AUTOR:**

DANNY OMAR RAMÍREZ CHÁVEZ

**TUTOR**

ING. RAÚL MORGNER

LA LIBERTAD- ECUADOR

2014

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

Como Tutor de la tesis: **“ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN DE PRÁCTICAS OPERACIONALES EN LA PERFORACIÓN DE POZOS DEL ORIENTE ECUATORIANO PARA LA REDUCCIÓN DE TIEMPO NO PRODUCTIVO Y DE TIEMPO INVISIBLE ILT”**, desarrollada por el estudiante Danny Omar Ramírez Chávez, egresado de la Carrera de Ingeniería en Petróleo, Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Ingeniero en Petróleo, me permito declarar que, luego de haberla dirigido, estudiado y revisado, la apruebo en su totalidad.

Atentamente,

**ING. RAÚL MORGNER  
TUTOR DE TESIS**

## **DECLARACIÓN**

Yo, Danny Omar Ramírez Chávez, declaro, bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación personal; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluye en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mi derecho de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por normatividad institucional vigente.

Danny Omar Ramírez Chávez

## DEDICATORIA

El proyecto de titulación está dedicado a mis padres: Dominga Chávez e Ítalo Ramírez por el apoyo que me brindaron durante todos mis estudios. Y, aún en los momentos difíciles, ellos supieron cómo motivarme para seguir adelante.

A mis tíos(as): Maribel Chávez y Darwin Plúa, quienes me ayudaron económicamente y me dieron posada para poder alcanzar mi objetivo propuesto en mi vida.

Danny Omar Ramírez Chávez

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias a Dios por todo.

A quienes, desde el inicio de mi vida, me llevaron por un buen camino, y, aunque es una forma mínima de agradecer por todo su esfuerzo y dedicación, sólo quiero que sepan que todos mis logros son sus logros.

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena y, en especial, a la Facultad de Ingeniería por darme la oportunidad de estudiar la carrera de ingeniero petrolero.

A todos y cada uno de los profesores que me impartieron su cátedra. En gran parte, es por ellos que adquirí los conocimientos sobre la carrera de ingeniero petrolero.

Debo agradecer, de manera especial y sincera, al Ingeniero Álex Arias por aceptarme para realizar el presente proyecto de titulación bajo su dirección.

A los Ingenieros que conforman Baker Hughes, con mención especial a Ana Rueda, Carlos Peña, Alexis González y Álex Guerrero, quienes me facilitaron toda la información y conocimientos en las áreas respectivas.

Danny Omar Ramírez Chávez

## TRIBUNAL DE GRADO

---

Ing. Ramón Muñoz Suárez

DECANO DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

---

Ing. Alamir Álvarez Loor

DIRECTOR DE LA ESCUELA DE  
INGENIERÍA EN PETRÓLEO

---

Ing. Raúl Morgner Mangold

PROFESOR TUTOR

---

Ing. César Pinoargote Rovello

PROFESOR DE ÁREA

---

Abg. Milton Zambrano Coronado MSc.

SECRETARIO GENERAL - PROCURADOR

## ÍNDICE GENERAL

|   |        |
|---|--------|
| ÍNDICE GENERAL.....   | VI     |
| INDICE DE FIGURAS.....  | XIII   |
| INDICE DE TABLAS .....  | XXII   |
| ANEXOS.....   | XXVII  |
| RESUMEN.....  | XXXI   |
| INTRODUCCIÓN.....   | XXXII  |
| PLANTEAMIENTO Y FORMULACION DEL PROBLEMA .....                                    | XXXIII |
| OBJETIVOS.....  | XXXIV  |
| OBJETIVOS GENERAL.....  | XXXIV  |
| OBJETIVOS ESPECIFICOS.....  | XXXIV  |
| HIPOTESIS.....  | XXXV   |
| 1 GENERALIDADES DE LOS CAMPOS.....  | 36     |
| 1.1 Ubicación geográfica.....   | 36     |
| 1.2 Breve reseña histórica de la Exploración Petrolera de la Cuenca Oriente. .... | 37     |
| 1.3 Estructura.....   | 38     |
| 1.4 Estratigrafía.....  | 41     |
| 1.5 Topes de las formaciones.....   | 45     |
| 1.5.1 Dominio Occidental: Sistema Subandino .....                                 | 45     |
| 1.6 Campos donde se realizará el respectivo análisis.....                         | 46     |

|                  |  |    |
|------------------|--|----|
| 1.6.1            | Campo Sacha .....                                      | 46 |
| 1.6.2            | Campo Pañacocha.....                                   | 49 |
| 1.6.3            | Campo Auca .....                                       | 51 |
| 1.6.4            | Campo Cuyabeno – Sansahuari .....                      | 54 |
| 1.6.5            | Campo Guanta.....                                      | 56 |
| 1.6.6            | Campo Palo Azul.....                                   | 58 |
| 1.6.7            | Campo Pucuna.....                                      | 61 |
| 1.6.8            | Campo Paka Sur .....                                   | 64 |
| 1.6.9            | Campo Tangay.....                                      | 66 |
| 1.6.10           | Campo Tumali.....                                      | 68 |
| 1.6.11           | Campo Yanaquincha .....                                | 70 |
| 1.6.12           | Campo Tuich.....                                       | 72 |
| 1.6.13           | Campo Palmeras Norte.....                              | 74 |
| 1.6.14           | Campo Pitalala.....                                    | 76 |
| 1.6.15           | Campo Chonta .....                                     | 78 |
| CAPÍTULO II..... |  | 80 |
| 2                | INFORMACIÓN GENERAL DE LA PERFORACIÓN.....             | 80 |
| 2.1              | Procedimiento de perforación en pozos en tierra.....   | 80 |
| 2.1.1            | Ejecución de maniobras con la barrena .....            | 83 |
| 2.1.2            | Profundidad de entubación .....                        | 84 |
| 2.1.3            | Prueba de pérdida de fluido .....                      | 85 |
| 2.1.4            | Tecnologías en evolución.....                          | 86 |
| 2.2              | ¿Qué es Optimización y por qué se debe optimizar?..... | 87 |
| 2.2.1            | Pasos y procedimientos de optimización .....           | 87 |

|                    |  |     |
|--------------------|--|-----|
| 2.3                | Descripción de tiempos de perforación.....             | 89  |
| 2.3.1              | ¿Qué son NPT? .....                                    | 89  |
| 2.3.2              | ¿Qué son tiempos invisibles? .....                     | 90  |
| 2.3.2.1            | Identificando los tiempos invisibles .....             | 93  |
| 2.4                | Descripción de la curva de profundidad vs tiempo.....  | 94  |
| CAPÍTULO III ..... |  | 97  |
| 3                  | METODOLOGÍA.....                                       | 97  |
| 3.1                | Información a analizar.....                            | 97  |
| 3.2                | Procesamiento de la información.....                   | 100 |
| 3.2.1              | Por tipo de pozo .....                                 | 100 |
| 3.2.2              | Por categoría.....                                     | 101 |
| 3.2.3              | Por campo.....   | 101 |
| 3.2.4              | Por taladro.....                                       | 102 |
| 3.3                | Análisis de la información.....                        | 103 |
| CAPÍTULO IV.....   |  | 106 |
| 4                  | PROCESAMIENTO DE DATOS.....                            | 106 |
| 4.1                | Descripción por Taladro.....                           | 106 |
| 4.1.1              | Operaciones normales .....                             | 106 |
| 4.1.2              | Tiempos no productivos .....                           | 107 |
| 4.2                | Categorización por tipo de pozo.....                   | 118 |
| 4.3                | Descripción por secciones (26", 16", 12 ¼", 8 ½")..... | 124 |
| 4.4                | Definición de NPT.....                                 | 135 |

|  |     |
|--|-----|
| CAPÍTULO V.....  | 139 |
| 5 ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE DATOS.....                              | 139 |
| 5.1 Análisis de los tiempos invisibles y no productivos.....         | 139 |
| 5.1.1 Análisis del Taladro CCDC 36.....                              | 140 |
| 5.1.1.1 Tiempos invisibles de la Categoría 2 en la Sección 12 ¼" ... | 140 |
| 5.1.1.2 Tiempos no productivos de la Categoría 2 en la Sección 12 ¼" | 144 |
| 5.1.1.3 Tiempos invisibles de la Categoría 3 en la Sección 12 ¼"...  | 145 |
| 5.1.1.4 Tiempos no productivos de la Categoría 3 en la Sección 12 ¼" | 149 |
| 5.1.1.5 Tiempos invisibles de la Categoría 4 en la Sección 12 ¼" ... | 150 |
| 5.1.1.6 Tiempos no productivos de la Categoría 4 en la Sección 12 ¼" | 155 |
| 5.1.1.7 Tiempos invisibles de la Categoría 5 en la Sección 12 ¼"...  | 157 |
| 5.1.1.8 Tiempos no productivos de la Categoría 5 en la Sección 12 ¼" | 161 |
| 5.1.2 Análisis del Taladro CCDC 39.....                              | 162 |
| 5.1.2.1 Tiempos invisibles de la Categoría 2 en la Sección 12 ¼"...  | 162 |
| 5.1.2.2 Tiempos no productivos de la Categoría 2 en la Sección 12 ¼" | 166 |
| 5.1.3 Análisis del Taladro CPV 16.....                               | 167 |

|         |   |     |
|---------|---|-----|
| 5.1.3.1 | Tiempos invisibles de la Categoría 2 en la Sección 12 ¼" ...  | 167 |
| 5.1.3.2 | Tiempos no productivos de la Categoría 2 en la Sección 12 ¼"  | 171 |
| 5.1.3.3 | Tiempos invisibles de la Categoría 3 en la Sección 12 ¼" ...  | 172 |
| 5.1.3.4 | Tiempos no productivos de la Categoría 3 en la Sección 12 ¼"  | 176 |
| 5.1.3.5 | Tiempos invisibles de la Categoría 4 en la Sección 12 ¼" ...  | 177 |
| 5.1.3.6 | Tiempos no productivos de la Categoría 4 en la Sección 12 ¼"  | 181 |
| 5.1.3.7 | Tiempos invisibles de la Categoría 5 en la Sección 12 ¼" ...  | 183 |
| 5.1.3.8 | Tiempos no productivos de la Categoría 5 en la Sección 12 ¼"  | 187 |
| 5.1.4   | Análisis del Taladro HP 121                                   | 188 |
| 5.1.4.1 | Tiempos invisibles de la Categoría 4 en la Sección 12 ¼" ...  | 188 |
| 5.1.4.2 | Tiempos no productivos de la Categoría 4 en la Sección 12 ¼"  | 192 |
| 5.1.5   | Análisis del Taladro HP 138                                   | 193 |
| 5.1.5.1 | Tiempos invisibles de la Categoría 4 en la Sección 8 1/2" ... | 193 |
| 5.1.5.2 | Tiempos no productivos de la Categoría 4 en la Sección 8 1/2" | 199 |

|         |  |     |
|---------|--|-----|
| 5.1.5.3 | Tiempos invisibles de la Categoría 5 en la Sección 12 ¼" ... | 200 |
| 5.1.5.4 | Tiempos no productivos de la Categoría 5 en la Sección 12 ¼" | 205 |
| 5.1.6   | Análisis del Taladro SINOPEC 128 .....                       | 207 |
| 5.1.6.1 | Tiempos invisibles de la Categoría 2 en la Sección 12 ¼" ... | 207 |
| 5.1.6.2 | Tiempos no productivos de la Categoría 2 en la Sección 12 ¼" | 211 |
| 5.1.6.3 | Tiempos invisibles de la Categoría 4 en la Sección 12 ¼" ... | 212 |
| 5.1.6.4 | Tiempos no productivos de la Categoría 4 en la Sección 12 ¼" | 216 |
| 5.1.7   | Análisis del Taladro SINOPEC 219 .....                       | 217 |
| 5.1.7.1 | Tiempos invisibles de la Categoría 2 en la Sección 12 ¼" ... | 217 |
| 5.1.7.2 | Tiempos no productivos de la Categoría 2 en la Sección 12 ¼" | 221 |
| 5.1.7.3 | Tiempos invisibles de la Categoría 4 en la Sección 12 ¼" ... | 222 |
| 5.1.7.4 | Tiempos no productivos de la Categoría 4 en la Sección 12 ¼" | 226 |
| 5.1.7.5 | Tiempos invisibles de la Categoría 5 en la Sección 12 ¼" ... | 227 |
| 5.1.7.6 | Tiempos no productivos de la Categoría 5 en la Sección 12 ¼" | 231 |
| 5.1.8   | Análisis del Taladro SINOPEC 248 .....                       | 232 |

|                                 |  |     |
|---------------------------------|--|-----|
| 5.1.8.1                         | Tiempos invisibles de la Categoría 2 en la Sección 16" .....       | 232 |
| 5.1.8.2                         | Tiempos no productivos de la Categoría 2 en la Sección 16" .....   | 236 |
| 5.1.8.3                         | Tiempos invisibles de la Categoría 4 en la Sección 12 ¼" ... ..    | 237 |
| 5.1.8.4                         | Tiempos no productivos de la Categoría 4 en la Sección 12 ¼" ..... | 241 |
| CAPÍTULO VI.....                |  | 243 |
| 6                               | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....                                | 243 |
| 6.1                             | CONCLUSIONES.....  | 243 |
| 6.2                             | RECOMENDACIONES.....   | 244 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... |  | 245 |
| ABREVIATURAS .....              |  | 248 |
| ANEXOS.....                     |  | 249 |

## INDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Fig. # 1 Mapa de Ubicación de la Cuenca Oriente.....   | 36 |
| Fig. # 2 Mapa Estructural de la Cuenca Oriente .....   | 41 |
| Fig. # 3 Columna Estratigráfica de la Cuenca Oriente .....   | 42 |
| Fig. # 4 Localización de la Cuenca Oriente en el contexto geodinámico de las cuencas subandinas..... | 44 |
| Fig. # 5 Mapa de Ubicación Campo Sacha.....  | 47 |
| Fig. # 6 Columna Estratigráfica del Campo Sacha .....  | 48 |
| Fig. # 7 Mapa de Ubicación del Campo Pañacocha .....   | 49 |
| Fig. # 8 Columna Estratigráfica del Campo Pañacocha.....   | 50 |
| Fig. # 9 Mapa de ubicación del Campo Auca - Auca Sur.....  | 52 |
| Fig. # 10 Columna Estratigráfica del Campo Auca .....  | 53 |
| Fig. # 11 Mapa de ubicación del Campo Cuyabeno - Sansahuari .....                                    | 54 |
| Fig. # 12 Columna Estratigráfica de los Campos Cuyabeno – Sansahuari...55                            |    |
| Fig. # 13 Mapa de Ubicación del Campo Guanta .....   | 56 |
| Fig. # 14 Columna Estratigráfica del Campo Guanta.....   | 57 |
| Fig. # 15 Mapa Estructural Tope Hollín Yacimiento del Campo Palo Azul....59                          |    |
| Fig. # 16 Columna Estratigráfica del Campo Palo Azul .....   | 60 |
| Fig. # 17 Mapa de Ubicación del Campo Pucuna .....   | 62 |
| Fig. # 18 Columna Estratigráfica del Campo Pucuna .....  | 63 |
| Fig. # 19 Mapa de Ubicación del Campo Paka Sur .....   | 64 |
| Fig. # 20 Columna Estratigráfica del Campo Paka Sur.....   | 65 |
| Fig. # 21 Mapa de Ubicación del Campo Tangay .....   | 66 |
| Fig. # 22 Columna Estratigráfica del Campo Tangay.....   | 67 |

|  |     |
|--|-----|
| Fig. # 23 Mapa de Ubicación del Campo Tumali .....   | 68  |
| Fig. # 24 Columna Estratigráfica del Campo Tumali.....   | 69  |
| Fig. # 25 Mapa de Ubicación del Campo Yanaquincha .....  | 70  |
| Fig. # 26 Columna Estratigráfica del Campo Yanaquincha.....  | 71  |
| Fig. # 27 Mapa de Ubicación del Campo Tuich .....  | 72  |
| Fig. # 28 Columna Estratigráfica del Campo Tuich.....  | 73  |
| Fig. # 29 Mapa de Ubicación del Campo Palmeras Norte .....   | 74  |
| Fig. # 30 Columna Estratigráfica del Campo Palmeras Norte.....   | 75  |
| Fig. # 31 Mapa de Ubicación del Campo Pitalala .....   | 76  |
| Fig. # 32 Columna Estratigráfica del Campo Pitalala.....   | 77  |
| Fig. # 33 Mapa de Ubicación del Campo Chonta.....  | 78  |
| Fig. # 34 Columna Estratigráfica del Campo Chonta .....  | 79  |
| Fig. # 35 Buje del vástago de perforación. El vástago se fija a través del<br>centro del buje, que rota cuando se acopla la mesa rotativa .....                                | 81  |
| Fig. # 36 Perfil del pozo. Para perforar un pozo, se utiliza barrenas y<br>sartas de entubación de diámetro cada vez más pequeño, lo que genera<br>un perfil telescópico. .... | 85  |
| Fig. # 37 Explicación de tiempos invisibles.....   | 91  |
| Fig. # 38 Ejemplo de tiempos invisibles .....  | 92  |
| Fig. # 39 Identificación de tiempos invisibles .....   | 93  |
| Fig. # 40 Curva de profundidad vs tiempo .....   | 96  |
| Fig. # 41 Pivottable de toda la información de todos los pozos .....   | 104 |
| Fig. # 42 Gráfica del taladro HP – 138, todas las categorías con sus<br>respectivas secciones.....   | 117 |

|   |     |
|---|-----|
| Fig. # 43 Grafica de la Categoría 4.....  | 124 |
| Fig. # 44 Gráfica de la sección 8 ½” .....  | 134 |
| Fig. # 45 Actividades de Perforación – Categoría 2 – Sección 12 ¼” –<br>Taladro CCC 36.....         | 140 |
| Fig. # 46 Actividades de Tiempo Plano – Categoría 2 – Sección 12 ¼” –<br>Taladro CCDC 36 .....      | 141 |
| Fig. # 47 Actividades de Viaje de BHA – Categoría 2 – Sección 12 ¼” –<br>Taladro CCDC 36.....       | 142 |
| Fig. # 48 Otras Actividades de Perforación – Categoría 2 – Sección 12 ¼”<br>– Taladro CCDC 36.....  | 143 |
| Fig. # 49 Actividades de Perforación – Categoría 3 – Sección 12 ¼” –<br>Taladro CCDC 36.....        | 145 |
| Fig. # 50 Actividades de Tiempo Plano – Categoría 3 – Sección 12 ¼” –<br>Taladro CCDC 36.....       | 146 |
| Fig. # 51 Actividades de Viaje de BHA – Categoría 3 – Sección 12 ¼” –<br>Taladro CCDC 36 .....      | 147 |
| Fig. # 52 Otras Actividades de Perforación – Categoría 3 – Sección 12 ¼”<br>– Taladro CCDC 36 ..... | 148 |
| Fig. # 53 Actividades de Perforación – Categoría 4 – Sección 12 ¼” –<br>Taladro CCDC 36.....        | 150 |
| Fig. # 54 Actividades de Tiempo Plano – Categoría 4 – Sección 12 ¼” –<br>Taladro CCDC 36.....       | 151 |
| Fig. # 55 Actividades de Viaje de BHA – Categoría 4 – Sección 12 ¼” –<br>Taladro CCDC 36.....       | 153 |

|   |     |
|---|-----|
| Fig. # 56 Otras Actividades de Perforación – Categoría 4 – Sección 12 ¼”<br>– Taladro CCDC 36. .... | 154 |
| Fig. # 57 Actividades de Perforación – Categoría 5 – Sección 12 ¼” –<br>Taladro CCDC 36. ....       | 157 |
| Fig. # 58 Actividades de Tiempo Plano – Categoría 5 – Sección 12 ¼” –<br>Taladro CCDC 36. ....      | 158 |
| Fig. # 59 Actividades de Viaje de BHA – Categoría 5 – Sección 12 ¼” –<br>Taladro CCDC 36 ....       | 159 |
| Fig. # 60 Otras Actividades de Perforación – Categoría 5 – Sección 12 ¼”<br>– Taladro CCDC 36 ....  | 160 |
| Fig. # 61 Actividades de Perforación – Categoría 2 – Sección 12 ¼” –<br>Taladro CCDC 39 ....        | 162 |
| Fig. # 62 Actividades de Tiempo Plano – Categoría 2 – Sección 12 ¼” –<br>Taladro CCDC 39. ....      | 163 |
| Fig. # 63 Actividades de Viaje de BHA – Categoría 2 – Sección 12 ¼” –<br>Taladro CCDC 39. ....      | 164 |
| Fig. # 64 Otras Actividades de Perforación – Categoría 2 – Sección 12 ¼”<br>– Taladro CCDC 39 ....  | 165 |
| Fig. # 65 Actividades de Perforación – Categoría 2 – Sección 12 ¼” –<br>Taladro CPV 16. ....        | 167 |
| Fig. # 66 Actividades de Tiempo Plano – Categoría 2 – Sección 12 ¼” –<br>Taladro CPV 16. ....       | 168 |
| Fig. # 67 Actividades de Viaje de BHA – Categoría 2 – Sección 12 ¼” –<br>Taladro CPV 16. ....       | 169 |

|  |     |
|--|-----|
| Fig. # 68 Otras Actividades de Perforación – Categoría 2 – Sección 12 ¼”<br>– Taladro CPV 16. .... | 170 |
| Fig. # 69 Actividades de Perforación – Categoría 3 – Sección 12 ¼” –<br>Taladro CPV 16 .....       | 172 |
| Fig. # 70 Actividades de Tiempo Plano – Categoría 4 – Sección 12 ¼” –<br>Taladro CPV 16. ....      | 173 |
| Fig. # 71 Actividades de Viaje de BHA – Categoría 3 – Sección 12 ¼” –<br>Taladro CPV 16. ....      | 174 |
| Fig. # 72 Otras Actividades de Perforación – Categoría 3 – Sección 12 ¼”<br>– Taladro CPV 16. .... | 175 |
| Fig. # 73 Actividades de Perforación – Categoría 4 – Sección 12 ¼” –<br>Taladro CPV 16. ....       | 177 |
| Fig. # 74 Actividades de Tiempo Plano – Categoría 4 – Sección 12 ¼” –<br>Taladro CPV 16. ....      | 178 |
| Fig. # 75 Actividades de Viaje de BHA – Categoría 4 – Sección 12 ¼” –<br>Taladro CPV 16. ....      | 179 |
| Fig. # 76 Otras Actividades de Perforación – Categoría 4 – Sección 12 ¼”<br>– Taladro CPV 16 ..... | 180 |
| Fig. # 77 Actividades de Perforación – Categoría 5 – Sección 12 ¼” –<br>Taladro CPV 16. ....       | 183 |
| Fig. # 78 Actividades de Tiempo Plano – Categoría 5 – Sección 12 ¼” –<br>Taladro CPV 16. ....      | 184 |
| Fig. # 79 Actividades de Viaje de BHA – Categoría 5 – Sección 12 ¼” –<br>Taladro CPV 16. ....      | 185 |

|  |     |
|--|-----|
| Fig. # 80 Otras Actividades de Perforación – Categoría 5 – Sección 12 ¼”<br>– Taladro CPV 16. .... | 186 |
| Fig. # 81 Actividades de Perforación – Categoría 4 – Sección 12 ¼” –<br>Taladro HP 121.....        | 188 |
| Fig. # 82 Actividades de Tiempo Plano – Categoría 4 – Sección 12 ¼” –<br>Taladro HP 121.....       | 189 |
| Fig. # 83 Actividades de Viaje de BHA – Categoría 4 – Sección 12 ¼” –<br>Taladro HP 121.....       | 190 |
| Fig. # 84 Otras Actividades de Perforación – Categoría 4 – Sección 12 ¼”<br>– Taladro HP 121.....  | 191 |
| Fig. # 85 Actividades de Perforación – Categoría 4 – Sección 8 1/2” –<br>Taladro HP 138.....       | 193 |
| Fig. # 86 Actividades de Tiempo Plano – Categoría 4 – Sección 8 1/2” –<br>Taladro HP 138.....      | 195 |
| Fig. # 87 Actividades de Viaje de BHA – Categoría 4 – Sección 8 1/2” –<br>Taladro HP 138.....      | 197 |
| Fig. # 88 Otras Actividades de Perforación – Categoría 4 – Sección 8 1/2”<br>– Taladro HP 138..... | 198 |
| Fig. # 89 Actividades de Perforación – Categoría 5 – Sección 12 ¼” –<br>Taladro HP 138.....        | 200 |
| Fig. # 90 Actividades de Tiempo Plano – Categoría 5 – Sección 12 ¼” –<br>Taladro HP 138.....       | 202 |
| Fig. # 91 Actividades de Viaje de BHA – Categoría 5 – Sección 12 ¼” –<br>Taladro HP 138.....       | 203 |

|   |     |
|---|-----|
| Fig. # 92 Otras Actividades de Perforación – Categoría 5 – Sección 12 ¼”<br>– Taladro HP 138..... | 204 |
| Fig. # 93 Actividades de Perforación – Categoría 2 – Sección 12 ¼” –<br>SINOPEC 128.....          | 207 |
| Fig. # 94 Actividades de Tiempo Plano – Categoría 2 – Sección 12 ¼” –<br>SINOPEC 128.....         | 208 |
| Fig. # 95 Actividades de Viaje de BHA – Categoría 2 – Sección 12 ¼” –<br>SINOPEC 128.....         | 209 |
| Fig. # 96 Otras Actividades de Perforación – Categoría 2 – Sección 12 ¼”<br>– SINOPEC 128.....    | 210 |
| Fig. # 97 Actividades de Perforación – Categoría 4 – Sección 12 ¼” –<br>SINOPEC 128.....          | 212 |
| Fig. # 98 Actividades de Tiempo Plano – Categoría 4 – Sección 12 ¼” –<br>SINOPEC 128.....         | 213 |
| Fig. # 99 Actividades de Viaje de BHA – Categoría 4 – Sección 12 ¼” –<br>SINOPEC 128.....         | 214 |
| Fig. # 100 Otras Actividades de Perforación – Categoría 4 – Sección 12<br>¼” – SINOPEC 128.....   | 215 |
| Fig. # 101 Actividades de Perforación – Categoría 2 – Sección 12 ¼” –<br>SINOPEC 219.....         | 217 |
| Fig. # 102 Actividades de Tiempo Plano – Categoría 2 – Sección 12 ¼” –<br>SINOPEC 219.....        | 218 |
| Fig. # 103 Actividades de Viaje de BHA – Categoría 2 – Sección 12 ¼” –<br>SINOPEC 219.....        | 219 |

|   |     |
|---|-----|
| Fig. # 104 Otras Actividades de Perforación – Categoría 2 – Sección 12 ¼” – SINOPEC 219.....  | 220 |
| Fig. # 105 Actividades de Perforación – Categoría 4 – Sección 12 ¼” – SINOPEC 219.....        | 222 |
| Fig. # 106 Actividades de Tiempo Plano – Categoría 4 – Sección 12 ¼” – SINOPEC 219.....       | 223 |
| Fig. # 107 Actividades de Viaje de BHA – Categoría 4 – Sección 12 ¼” – SINOPEC 219.....       | 224 |
| Fig. # 108 Otras Actividades de Perforación – Categoría 4 – Sección 12 ¼” – SINOPEC 219.....  | 225 |
| Fig. # 109 Actividades de Perforación – Categoría 5 – Sección 12 ¼” – SINOPEC 219.....        | 227 |
| Fig. # 110 Actividades de Tiempo Plano – Categoría 5 – Sección 12 ¼” – SINOPEC 219.....       | 228 |
| Fig. # 111 Actividades de Viaje de BHA – Categoría 5 – Sección 12 ¼” – SINOPEC 219.....       | 229 |
| Fig. # 112 Otras Actividades de Perforación – Categoría 5 – Sección 12 ¼” – SINOPEC 219.....  | 230 |
| Fig. # 113 Actividades de Perforación – Categoría 2 – Sección 16” – Taladro SINOPEC 248.....  | 232 |
| Fig. # 114 Actividades de Tiempo Plano – Categoría 2 – Sección 16” – Taladro SINOPEC 248..... | 233 |
| Fig. # 115 Actividades de Viaje de BHA – Categoría 2 – Sección 16” – Taladro SINOPEC 248..... | 234 |

|  |     |
|--|-----|
| Fig. # 116 Otras Actividades de Perforación – Categoría 2 – Sección 16” –<br>Taladro SINOPEC 248.....    | 235 |
| Fig. # 117 Actividades de Perforación – Categoría 4 – Sección 12 ¼” –<br>Taladro SINOPEC 248.....        | 237 |
| Fig. # 118 Actividades de Tiempo Plano – Categoría 4 – Sección 12 ¼” –<br>Taladro SINOPEC 248.....       | 238 |
| Fig. # 119 Actividades de Viaje de BHA – Categoría 4 – Sección 12 ¼” –<br>Taladro SINOPEC 248.....       | 239 |
| Fig. # 120 Otras Actividades de Perforación – Categoría 4 – Sección 12<br>¼” – Taladro SINOPEC 248 ..... | 240 |

## INDICE DE TABLAS

|  |     |
|--|-----|
| Tabla # 1 Por tipo de pozos, describiendo el desplazamiento .....  | 100 |
| Tabla # 2 Por categoría .....  | 101 |
| Tabla # 3 Por campo.....   | 101 |
| Tabla # 4 Por taladro .....  | 102 |
| Tabla # 5 Tiempos productivos .....  | 106 |
| Tabla # 6 Tiempos no productivos .....   | 107 |
| Tabla # 7 Actividades de la perforación .....  | 108 |
| Tabla # 8 Actividades de las operaciones de perforación del taladro HP –<br>138 de la sección 16”, categoría 4 (tiempos en horas) .....  | 109 |
| Tabla # 9 Perforando sin conexiones vs KPI del taladro HP – 138, sección<br>16”, Categoría 4 (tiempos en horas) .....  | 110 |
| Tabla # 10 Cálculo Tiempo Proyecto del taladro HP – 138, sección 16”,<br>Categoría 4 (tiempos en horas) .....  | 111 |
| Tabla # 11 Tiempo Total – Tiempo Proyecto del taladro HP – 138, sección<br>16”, Categoría 4 (tiempos en horas) .....   | 112 |
| Tabla # 12 Aislado el tiempo invisible de drilling, flat time, tripping, other<br>drilling del taladro HP – 138, sección 16”, Categoría 4 (tiempos en horas)                     | 113 |
| Tabla # 13 Tiempos no productivos con su respectiva clasificación del<br>taladro HP – 138, sección 16”, Categoría 4 (tiempos en horas) .....                                     | 113 |
| Tabla # 14 Actividades de la perforación aislando los tiempos invisibles<br>del taladro HP – 138, todas las categorías con sus respectivas secciones<br>(tiempos en horas) ..... | 114 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabla # 15 Porcentajes de los tiempos productivos, NPT, ILT y el total de todos los tiempos del taladro HP – 138, todas las categorías con sus respectivas secciones..... | 115 |
| Tabla # 16 Tiempos no productivos discretizados del taladro HP – 138, todas las categorías con sus respectivas secciones (tiempos en horas)....                           | 115 |
| Tabla # 17 Porcentajes de las actividades de la perforación del taladro HP – 138, todas las categorías con sus respectivas secciones.....                                 | 116 |
| Tabla # 18 Porcentajes de los tiempos no productivos discretizados del taladro HP – 138, todas las categorías con sus respectivas secciones.....                          | 117 |
| Tabla # 19 Actividades de las operaciones de perforación aislando los tiempos invisibles del taladro CCDC - 36, todas las secciones, categoría 4 (tiempos en horas) ..... | 118 |
| Tabla # 20 Tiempos no productivos discretizados del taladro CCDC - 36, todas las secciones, categoría 4 (tiempos en horas).....   | 119 |
| Tabla # 21 Los taladros de la categoría 4 (tiempos en horas) .....  | 120 |
| Tabla # 22 Porcentajes de los tiempos productivos, NPT, ILT y Total de los tiempos de la categoría 4 .....  | 121 |
| Tabla # 23 Tiempos no productivos discretizados de la categoría 4 (tiempos en horas).....   | 122 |
| Tabla # 24 Porcentajes de las actividades de la perforación de la categoría 4.....  | 123 |
| Tabla # 25 Porcentajes de los tiempos no productivos discretizados de la categoría 4.....   | 123 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabla # 26 Actividades de la perforación aislando los tiempos invisibles del Taladro CPV – 16 de la sección 8 ½” (tiempos en horas)..... | 125 |
| Tabla # 27 Tiempos no productivos discretizados del Taladro CPV – 16 de la sección 8 ½” (tiempos en horas).....                          | 126 |
| Tabla # 28 Actividades de la perforación aislando los tiempos invisibles de la sección 8 ½” (tiempos en horas).....                      | 127 |
| Tabla # 29 Porcentajes de los tiempos productivos, NPT, ILT y Total de los tiempos de la sección 8 ½”.....                               | 130 |
| Tabla # 30 Tiempos no productivos discretizados de la sección 8 ½” (tiempos en horas).....   | 130 |
| Tabla # 31 Porcentajes de las actividades de la perforación de la sección 8 ½”.....  | 133 |
| Tabla # 32 Porcentajes de los tiempos no productivos de la sección 8 ½”.   | 134 |
| Tabla # 33 Problemas de tiempos no productivos en la categoría 2 de la sección 12 ¼” – Taladro CCDC 36. ....                             | 144 |
| Tabla # 34 Problemas de tiempos no productivos en la categoría 3 de la sección 12 ¼” – Taladro CCDC 36. ....                             | 149 |
| Tabla # 35 Problemas de tiempos no productivos en la categoría 4 de la sección 12 ¼” – Taladro CCDC 36. ....                             | 155 |
| Tabla # 36 Problemas de tiempos no productivos en la categoría 5 de la sección 12 ¼” – Taladro CCDC 36. ....                             | 161 |
| Tabla # 37 Problemas de tiempos no productivos en la categoría 2 de la sección 12 ¼” – Taladro CCDC 39. ....                             | 166 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabla # 38 Problemas de tiempos no productivos en la categoría 2 de la sección 12 ¼" – Taladro CPV 16. ....      | 171 |
| Tabla # 39 Problemas de tiempos no productivos en la categoría 3 de la sección 12 ¼" – Taladro CPV 16. ....      | 176 |
| Tabla # 40 Problemas de tiempos no productivos en la categoría 4 de la sección 12 ¼" – Taladro CPV 16. ....      | 181 |
| Tabla # 41 Problemas de tiempos no productivos en la categoría 5 de la sección 12 ¼" – Taladro CPV 16. ....      | 187 |
| Tabla # 42 Problemas de tiempos no productivos en la categoría 4 de la sección 12 ¼" – Taladro HP 121.....       | 192 |
| Tabla # 43 Problemas de tiempos no productivos en la categoría 4 de la sección 8 1/2" – Taladro HP 138.....      | 199 |
| Tabla # 44 Problemas de tiempos no productivos en la categoría 5 de la sección 12 ¼" – Taladro HP 138.....       | 205 |
| Tabla # 45 Problemas de tiempos no productivos en la categoría 2 de la sección 12 ¼" – Taladro SINOPEC 128. .... | 211 |
| Tabla # 46 Problemas de tiempos no productivos en la categoría 4 de la sección 12 ¼" – Taladro SINOPEC 128. .... | 216 |
| Tabla # 47 Problemas de tiempos no productivos en la categoría 2 de la sección 12 ¼" – Taladro SINOPEC 219. .... | 221 |
| Tabla # 48 Problemas de tiempos no productivos en la categoría 4 de la sección 12 ¼" – Taladro SINOPEC 219. .... | 226 |
| Tabla # 49 Problemas de tiempos no productivos en la categoría 5 de la sección 12 ¼" – Taladro SINOPEC 219. .... | 231 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabla # 50 Problemas de tiempos no productivos en la categoría 2 de la sección 16" – Taladro SINOPEC 248 .....   | 236 |
| Tabla # 51 Problemas de tiempos no productivos en la categoría 4 de la sección 12 ¼" – Taladro SINOPEC 248 ..... | 241 |

## ANEXOS

|   |     |
|---|-----|
| Anexo # 1 Actividades de la perforación aislando los tiempos invisibles del taladro HP – 138, de la categoría 2 con sus respectivas secciones. .... | 249 |
| Anexo # 2 Tiempos no productivos discretizados del taladro HP – 138, de la categoría 2 con sus respectivas secciones. ....                          | 249 |
| Anexo # 3 Actividades de la perforación aislando los tiempos invisibles del taladro HP – 138, de la categoría 3 con sus respectivas secciones. .... | 249 |
| Anexo # 4 Tiempos no productivos discretizados del taladro HP – 138, de la categoría 3 con sus respectivas secciones. ....                          | 249 |
| Anexo # 5 Actividades de la perforación aislando los tiempos invisibles del taladro HP – 138, de la categoría 4 con sus respectivas secciones. .... | 250 |
| Anexo # 6 Tiempos no productivos discretizados del taladro HP – 138, de la categoría 4 con sus respectivas secciones. ....                          | 250 |
| Anexo # 7 Actividades de la perforación aislando los tiempos invisibles del taladro HP – 138, de la categoría 5 con sus respectivas secciones. .... | 251 |
| Anexo # 8 Tiempos no productivos discretizados del taladro HP – 138, de la categoría 5 con sus respectivas secciones. ....                          | 251 |
| Anexo # 9 Actividades de las operaciones de perforación aislando los tiempos invisibles del taladro CPV - 16, todas las secciones, categoría 4.     | 252 |
| Anexo # 10 Tiempos no productivos discretizados del taladro CPV - 16, todas las secciones, categoría 4. ....  | 252 |
| Anexo # 11 Actividades de las operaciones de perforación aislando los tiempos invisibles del taladro HP 121, todas las secciones, categoría 4. ..   | 253 |

|   |     |
|---|-----|
| Anexo # 12 Tiempos no productivos discretizados del taladro HP 121, todas las secciones, categoría 4.....   | 253 |
| Anexo # 13 Actividades de las operaciones de perforación aislando los tiempos invisibles del taladro HP 138, todas las secciones, categoría 4. ..       | 253 |
| Anexo # 14 Tiempos no productivos discretizados del taladro HP 138, todas las secciones, categoría 4.....   | 254 |
| Anexo # 15 Actividades de las operaciones de perforación aislando los tiempos invisibles del taladro SINOPEC 128, todas las secciones, categoría 4..... | 254 |
| Anexo # 16 Tiempos no productivos discretizados del taladro SINOPEC 128, todas las secciones, categoría 4.....  | 254 |
| Anexo # 17 Actividades de las operaciones de perforación aislando los tiempos invisibles del taladro SINOPEC 219, todas las secciones, categoría 4..... | 255 |
| Anexo # 18 Tiempos no productivos discretizados del taladro SINOPEC 219, todas las secciones, categoría 4.....  | 255 |
| Anexo # 19 Actividades de las operaciones de perforación aislando los tiempos invisibles del taladro SINOPEC 248, todas las secciones, categoría 4..... | 256 |
| Anexo # 20 Tiempos no productivos discretizados del taladro SINOPEC 248, todas las secciones, categoría 4.....  | 256 |
| Anexo # 21 Actividades de la perforación aislando los tiempos invisibles del Taladro CCDC 36 de la sección 8 ½”.....                                    | 257 |

|   |     |
|---|-----|
| Anexo # 22 Tiempos no productivos discretizados del Taladro CCDC 36 de la sección 8 ½” .....                              | 258 |
| Anexo # 23 Actividades de la perforación aislando los tiempos invisibles del Taladro CCDC 38 de la sección 8 ½” .....     | 258 |
| Anexo # 24 Actividades de la perforación aislando los tiempos invisibles del Taladro CCDC 39 de la sección 8 ½” .....     | 259 |
| Anexo # 25 Tiempos no productivos discretizados del Taladro CCDC 39 de la sección 8 ½” .....                              | 259 |
| Anexo # 26 Actividades de la perforación aislando los tiempos invisibles del Taladro HP 121 de la sección 8 ½” .....      | 259 |
| Anexo # 27 Tiempos no productivos discretizados del Taladro HP 121 de la sección 8 ½” .....                               | 260 |
| Anexo # 28 Actividades de la perforación aislando los tiempos invisibles del Taladro HP 138 de la sección 8 ½” .....      | 260 |
| Anexo # 29 Tiempos no productivos discretizados del Taladro HP 138 de la sección 8 ½” .....                               | 261 |
| Anexo # 30 Actividades de la perforación aislando los tiempos invisibles del Taladro SINOPEC 128 de la sección 8 ½” ..... | 261 |
| Anexo # 31 Tiempos no productivos discretizados del Taladro SINOPEC 128 de la sección 8 ½” .....                          | 262 |
| Anexo # 32 Actividades de la perforación aislando los tiempos invisibles del Taladro SINOPEC 219 de la sección 8 ½” ..... | 262 |
| Anexo # 33 Tiempos no productivos discretizados del Taladro SINOPEC 128 de la sección 8 ½” .....                          | 263 |

|   |     |
|---|-----|
| Anexo # 34 Actividades de la perforación aislando los tiempos invisibles del Taladro SINOPEC 248 de la sección 8 ½” ..... | 263 |
| Anexo # 35 Tiempos no productivos discretizados del Taladro SINOPEC 248 de la sección 8 ½” .....                          | 264 |

## RESUMEN

El presente proyecto de tesis consiste en un estudio de optimización de prácticas operacionales en la perforación de pozos del oriente ecuatoriano con el propósito de reducir los tiempos no productivos e invisibles.

En este proyecto, se recopiló información actualizada de los diferentes tipos de pozos.

Al recopilar la información de todos, se procedió a describir por taladro, tipo de pozo y secciones, para determinar de qué forma se debía desarrollar el respectivo análisis.

Se determinó proceder con información detallada por taladro, y analizar los tiempos invisibles y no productivos de la sección en que se llevó la mayor cantidad de tiempos.

Como resultado de este estudio, se muestra la reducción de los tiempos en las diferentes actividades, tales como:

Perforación

Tiempo plano

Viaje de BHA o sarta de perforación

Otras actividades de perforación

De esta manera, no sólo reduce los tiempos en las operaciones, sino el costo de perforación y el objetivo, culminar un pozo en menor tiempo.

## INTRODUCCIÓN

En la perforación de pozos petroleros se presentan problemas de pequeña y gran magnitud cuyas consecuencias se ven reflejadas en los altos costos de inversión del Estado para la realización de este tipo de proyectos.

En el oriente ecuatoriano se realizó un estudio de optimización de las prácticas operacionales en cada uno de los campos que operan las empresas de Petroamazonas y Rio Napo, para este estudio se recolectó información tales como:

- ✘ Programas de perforación (Plan).
- ✘ Historiales de perforación de los pozos.
- ✘ Reportes de perforación.
- ✘ Reportes de fluidos.
- ✘ Curvas de tiempos.
- ✘ KPI: Drill Bits, Drilling Fluids, Drilling Services.

La información recolectada permitió analizar los problemas en cada una de las actividades que se llevó a cabo en cada proceso de perforación.

Con el estudio de optimización se ha logrado reducir los tiempos invisibles y no productivos, conllevando la generación de planes de perforaciones más detalladas y efectivos que permitan reducir los tiempos antes mencionados y una consecuente disminución de costos.

## PLANTEAMIENTO Y FORMULACION DEL PROBLEMA

Actualmente la perforación de los diferentes tipos de pozos (Verticales, S, J) llevan una programación dependiendo del campo y del historial del mismo, es decir se genera un tiempo estimado de perforación según el comportamiento determinado en los pozos aledaños.

Baker Hughes ha trabajado de la siguiente manera en el periodo 2012-2013:

- Petroecuador (EPP) la cual durante el periodo 2012 requirió los servicios de Baker Hughes y en la actualidad el gerenciamiento de todos estos pozos ha pasado a manejarse por Petroamazonas.
- Petroamazonas (PAM) y Rio Napo (ORN) que durante el 2012 y en la actualidad siguen requiriendo los servicios Baker Hughes.

En los campos perforados con los servicios de Baker Hughes y gerenciados por esta compañía se requiere un estudio de optimización de los diferentes tipos de pozos realizados durante este periodo determinado, con la finalidad de reducir el tiempo de ejecución de cierto tipo de actividades sin poner en riesgo la operación. Para determinar las actividades a optimizar, se realizará el estudio de la perforación de 76 pozos durante el periodo entre Enero del 2012 hasta Septiembre del 2013.

Las operadoras nombradas anteriormente requieren de un estudio de optimización de tiempo para los proyectos de perforación que haya asignado a Baker Hughes, a fin de reducir los tiempos no productivos, ya sean estos a causa de fallas o de tiempos invisibles, de tal manera que se pueda encontrar el limite técnico de cada proyecto, dependiendo de la zona en la cual se opere, tipo de pozo, taladro y herramientas de fondo utilizadas.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVOS GENERAL**

- ✘ Optimizar las actividades que se realizan durante la perforación con la finalidad de reducir los tiempos no productivos y tiempos invisibles.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- ✘ Analizar los pozos perforados entre Enero 2012 – Septiembre 2013 en los cuales Baker Hughes haya provisto sus servicios de ingeniería de perforación.
- ✘ Determinar las actividades durante la perforación (conexiones, surveys, repasos, viajes calibración) que esconden tiempo no productivo.
- ✘ Establecer una base de datos con los tiempos empleados para cada una de las actividades desde el spud del pozo hasta el setting tool en superficie discriminados por tipo de pozo.
- ✘ Discretizar la base de datos de los diferentes tipos de pozos por secciones y por el taladro utilizado.
- ✘ Determinar el tiempo de las actividades de todas las operaciones consideradas durante la perforación de un pozo tipo.
- ✘ Determinar los promedios de tiempos no productivos e invisibles que se puedan eliminar y establecer la forma de cómo realizarlos.
- ✘ Estimar para pozos futuros el tiempo necesario de perforarlos de manera óptima.

## HIPOTESIS

Con el estudio de las actividades operativas en la perforación de los diferentes tipos de pozos en el oriente ecuatoriano se podrá optimizar los tiempos invisibles y no productivos que permitan ahorrar tiempo y costos en futuros proyectos de perforación.

Variables Independientes:

- Taladro
- Campos
- Presupuesto asignado
- Interés de la operadora
- Tipo de pozo

Variables Dependientes:

- Compañía de servicios
- Practicas operacionales
- NPT
- Maquinarias y equipos
- Tecnología asignada

# CAPÍTULO I

## 1 GENERALIDADES DE LOS CAMPOS

### 1.1 Ubicación geográfica

La Cuenca Oriente ocupa una posición de ante-país de transarco de los Andes ecuatorianos. Se ubica en una zona estructuralmente muy compleja, justo al norte de la charnela entre los Andes centrales y los Andes septentrionales (Fig. #1).

Fig. # 1 Mapa de Ubicación de la Cuenca Oriente



Fuente: La Cuenca Oriente

Debido a esta posición en particular, la región está sometida a esfuerzos de gran importancia, por lo que estaría asociada a una fuerte actividad sísmica y volcánica.

La geodinámica de los Andes centrales y septentrionales está directamente ligada a la subducción de la placa oceánica Nazca por debajo del continente sudamericano, localizada frente a la costa ecuatoriana. La estructura de la placa Nazca está caracterizada por la presencia de la Dorsal de Carneige, que se encuentra al momento en proceso de subducción por debajo de los Andes ecuatorianos.

## **1.2 Breve reseña histórica de la Exploración Petrolera de la Cuenca Oriente**

La exploración petrolera de la Cuenca Oriente se divide al menos en cuatro etapas. En la etapa exploratoria inicial, que va hasta los años sesenta, si bien no se descubre acumulaciones comerciales de crudo, se establece su condición de cuenca sedimentaria y su potencial petrolífero, con base en la presencia de manaderos superficiales, en el importante espesor sedimentario, en la existencia de una potencial roca madre, de areniscas, con excelente potencial de yacimiento, de roca cobertera y de una estructuración derivada de la evolución andina. El esfuerzo exploratorio de Shell, en esta etapa, culmina con el descubrimiento de crudo en el yacimiento Tena Basal del pozo Tiputini Shell I. En la segunda etapa (1967-1972), se confirma como cuenca petrolera, con el descubrimiento del campo Lago Agrio y de los gigantes Shushufindi y Sacha, y del gran campo Auca, con lo que se produce la mayor incorporación de reservas de toda la historia. Una tercera etapa, entre 1972 y 1982, está marcada por el predominio de la actividad exploratoria de la empresa estatal CEPE, cuyo mayor éxito fue el descubrimiento del campo Libertador, el cuarto por volumen de reservas en la cuenca. La cuarta etapa, de madurez exploratoria, es alcanzada por el accionar

compartido entre CEPE, transformada posteriormente en Petroecuador, y las compañías privadas internacionales que han desarrollado una amplia exploración, principalmente en el norte y centro de la cuenca. Esta etapa se caracteriza por una disminución en el índice de éxito exploratorio, por la reducción de las dimensiones de los prospectos exploratorios y por un incremento en la densidad de los crudos.

### 1.3 Estructura

La cuenca “Oriente” (Fig. #2) está estructurada por varias etapas de deformación transpresiva (dextral) en tres dominios tectónicos que forman tres “plays” petroleros:

**El Sistema Subandino.-** Constituye la parte más deformada y levantada de la cuenca “Oriente”. El levantamiento es principalmente de edad Plio-Cuaternario y los sistemas petrolíferos están aflorando. Las estructuras mayores corresponden a estructuras en flor positivas, todavía activas. En la parte norte (“Levantamiento Napo”), el sistema petrolífero corresponde al sistema Hollín-Napo (cretácico superior) de la “Cocina Bermejo” y de la “Cocina Quito”, destruida por las últimas deformaciones andinas. Generó y expulsó petróleo a partir del Eoceno.

**Corredor Sacha-Shushufindi –** Este corredor, ubicado en la parte central de la cuenca, abarca los campos petroleros más importantes del Ecuador. Está limitado por mega-fallas de rumbo que originan estructuras en flor positivas como el campo Shushufindi. Corresponde a la inversión de un sistema de graben y semi grabens de edad Triásico Jurásico, que se prolonga probablemente hacia el sur, en el “Levantamiento Cutucú”. La primera etapa de inversión y estructuración de los campos petroleros corresponde a la fase de deformación Peruana que se desarrolló entre el Coniaciano y el Maestrichtiano y es contemporánea de las extrusiones de

cuerpos volcánicos a lo largo de las mega-fallas, debido a la presencia de un Punto Caliente situado – en esa época – debajo del campo Auca.

**Sistema Invertido Capirón-Tiputini.** – Constituye el borde oriental de la cuenca “Oriente” y corresponde a la inversión de una cuenca extensiva estructurada por fallas lístricas, bastante diferente de la cuenca Sacha/Santiago del “Corredor Sacha-Shushufindi”. Por correlación con la parte oriental de la cuenca “Marañón”, de Perú, esta cuenca extensiva sería de edad Permo-Triásica (Formación Mitu). La primera etapa de inversión – y de levantamiento de este borde de la cuenca – coincide con el ciclo tectono-sedimentario Tiyuyacu Inferior (Eoceno), donde se inicia el desarrollo de la cuenca de ante país s.s. No existe un sistema petrolífero (generador) cretácico en esta zona. El petróleo de bajo grado API encontrado en el “trend” Tiputini puede provenir de la cuenca Marañón – lo que implica largas distancias de migración – o de un sistema petrolífero pre-cretácico que generó desde la cuenca extensiva invertida.

Entre los ciclos tectono-sedimentarios definidos, se diferencian del Pre-Cretácico, Cretácico, Paleógeno y del Neógeno:

**Pre-Cretácico.-** Las formaciones paleozoicas Pumbuiza y Macuma son de poco interés en los sistemas petrolíferos de la cuenca “Oriente”. Están en gran parte erosionadas y aparecen principalmente en el substrato de los grabenes triásicos y jurásicos. Algunos intervalos de arcillas de la Formación Macuma pueden constituir niveles de roca madre, pero son de muy poco espesor.

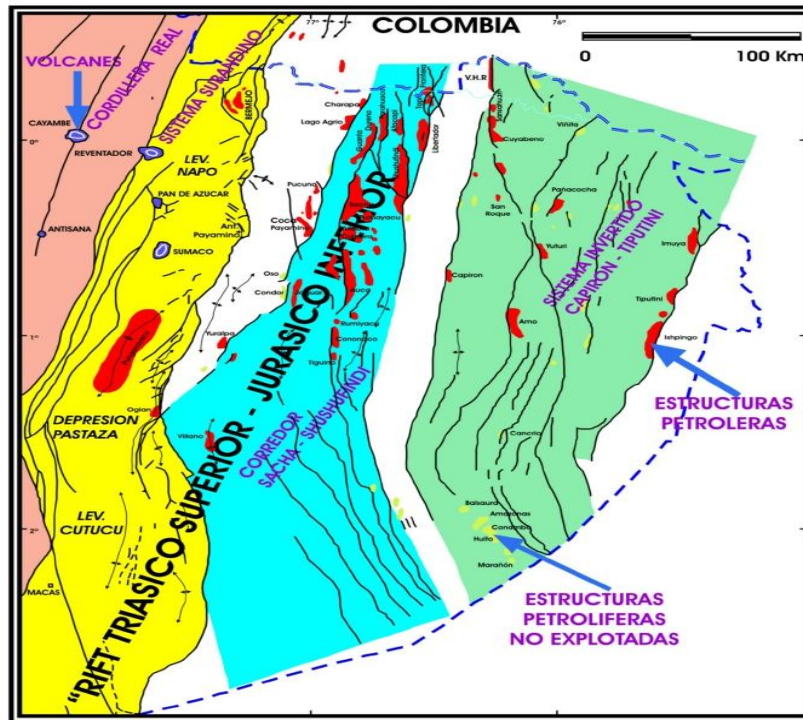
El Ciclo Permo-Triásico definido en Perú (Formación Mitu) constituye probablemente el relleno sedimentario de los grabens del borde oriental de la cuenca (“Sistema Invertido Capirón-Tiputini”). La poca información disponible no permite especular sobre sus características sedimentológicas y tectónicas.

**Paleógeno** – El Ciclo Tena Inferior, limitado en su base por un hiato sedimentario, se depositó en una cuenca que sufrió una intensa erosión en su borde oriental al final del Paleoceno. Esta superficie de erosión, visible en toda la cuenca, constituye la base del Ciclo Tiyuyacu Inferior (Eoceno inf. A medio) que registró el inicio de la formación de la cuenca de ante país “Oriente”.

**Neógeno** – Se trata de un ciclo tectónico – sedimentario típico de una cuenca de ante país continental – con una incursión marina en el Mioceno que se forma en un contexto de tectónica transpresiva. La cuenca era estrecha, se desarrollaba según un eje N-S, tenía alimentación del oeste (Cordillera) y del este (“Sistema Invertido Capirón-Tiputini”) y se profundizaba hacia el sur. Las tasas de subsidencia y sedimentación relativamente fuertes originaron un segundo pulso de generación y expulsión de hidrocarburos.

**Cuaternario.-** Este ciclo corresponde a la continuación del Ciclo Neógeno, se caracteriza por importantes movimientos tectónicos que se manifiestan por un levantamiento rápido del “Sistema Subandino” asociado a una intensa actividad volcánica. Se traduce también por una reactivación de las antiguas fallas que estructuraron las trampas petrolíferas. El estudio estructural y tectónico-sedimentario de la cuenca “Oriente” aún no está completamente concluido. El modelo estructural propuesto en este informe tiene que ser refinado por un análisis más detallado de la parte sur de la cuenca.

Fig. # 2 Mapa Estructural de la Cuenca Oriente



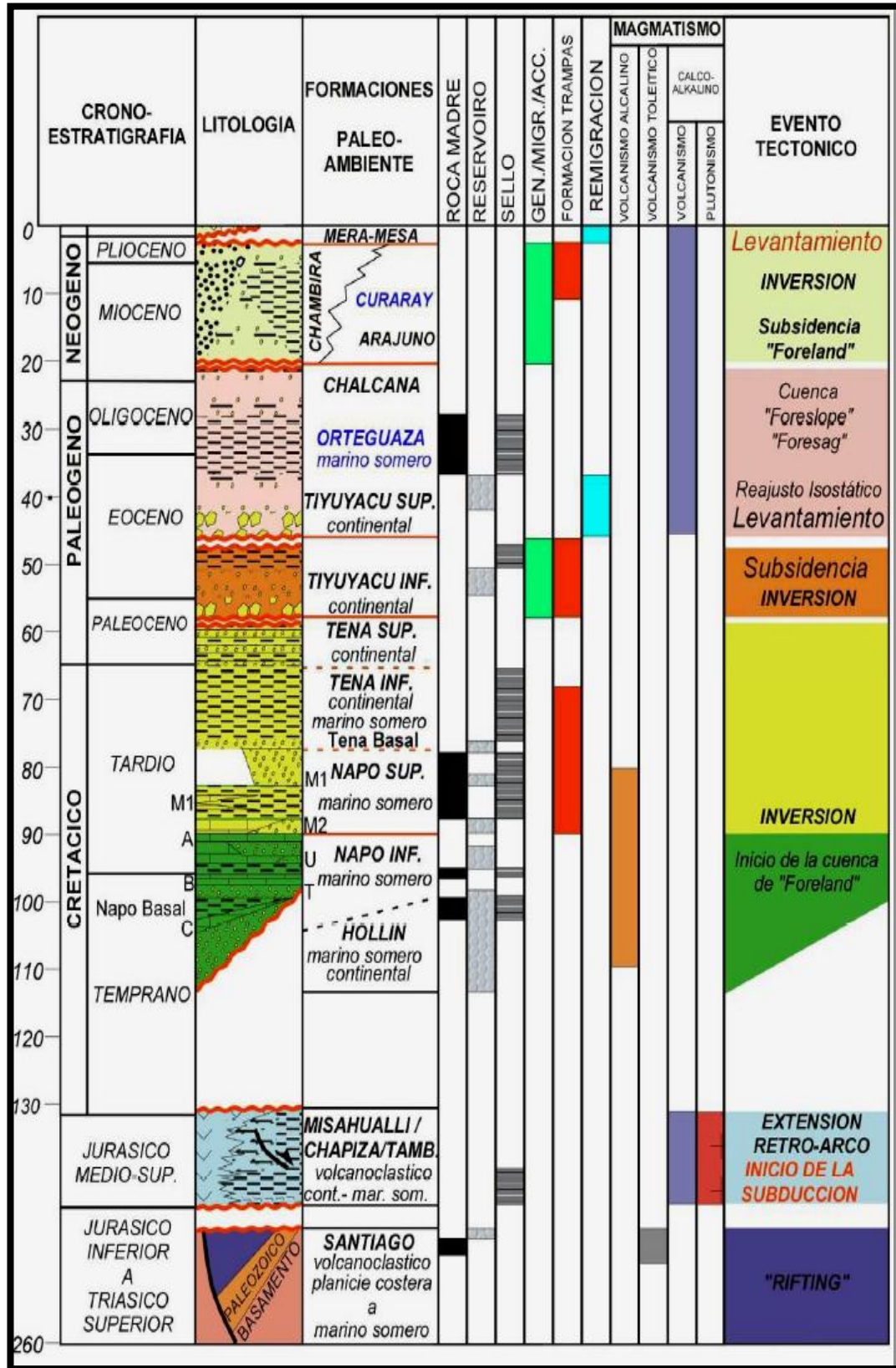
Fuente: La Cuenca Oriente

### 1.4 Estratigrafía

Estratigráficamente, en la Cuenca Oriente se encuentran las formaciones paleozoicas: Pumbuiza y Macuma; mesozoicas: Santiago, Sacha, Chapiza, Hollín, Napo y Tena; terciarias: Tiyuyacu, Orteguzza, Chalcana, Arajuno, Curaray y Chambira; y la cuaternaria: Mesa (Fig. #3); las que han sido depositadas durante una sucesión de ciclos sedimentarios, separados por períodos erosivos. La sección cretácica de las formaciones Napo, Hollín y Basal Tena en la Cuenca Oriente ecuatoriana exhibe características bien definidas de un modo de estratigrafía secuencial.

Sus miembros elásticos documentan las variaciones estáticas ocurridas a escala global durante el período comprendido entre el Aptiano y el Maastrichtiano, reflejando drásticos cambios paleogeográficos, variaciones laterales de facies y fluctuaciones de la línea de costa de hasta 200 km dentro de la plataforma Marín a somera Oriente.

Fig. # 3 Columna Estratigráfica de la Cuenca Oriente



Fuente: La Cuenca Oriente

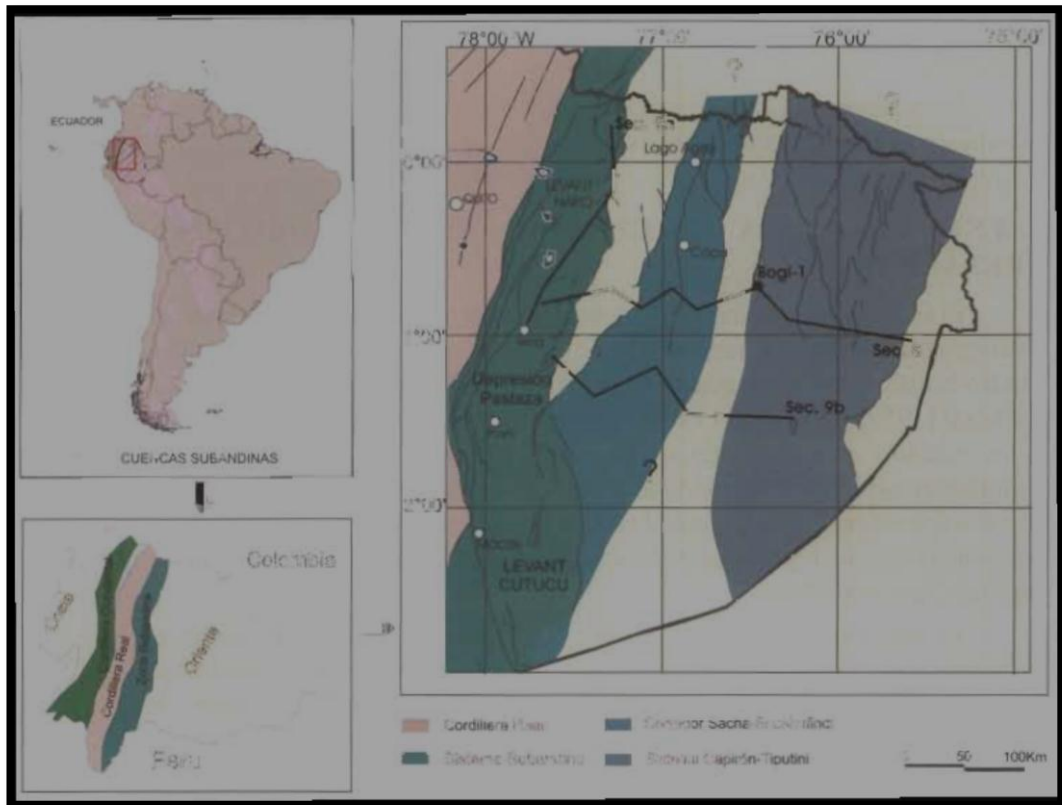
#### **1.4.1 Estratigrafía Secuencial: Sistema Depositacional Cretácico:**

El análisis de estratigrafía secuencial proporciona el marco para una reconstrucción paleogeográfica de la Cuenca Oriente (Fig. #4) desde el Aptiano hasta el Maastrichtiano. El cuadro biostratigráfico usado en el presente estudio corresponde a los reportados por Tschopp (1953), Hoffstcuer (1956), Faucher (1971), Faucher & Savoyat (1973). Y los estudios más recientes de Jaillard (1997) y Toro (1997). Además, ha sido complementado por nuevas duraciones rudiornétricas (método ·"AIP"Ar) de varios cuerpos ígneos máficos intercalados en la secuencia sedimentaria cretácica a lo largo de la Cuenca Oriente.

Las regresiones forzadas se caracterizan por:

- La ocurrencia abrupta de depósitos elásticos de playa o sistemas de elásticos de tipo estuarinos / fluviales sobre facies marinas más distales.
- La erosión profunda asociada a incisión de valles.
- La presencia de límites de secuencias erosivos y discordantes en áreas donde se concentró el "by-pass" sedimentario; y concordante, en las zonas más distales de plataforma (Dalryrnple el al., 1994; Emery & Mycrs. 1996).

Fig. # 4 Localización de la Cuenca Oriente en el contexto geodinámico de las cuencas subandinas



**Fuente:** La Cuenca Oriente

El presente estudio se basa en una integración de datos obtenidos principalmente a través de las descripciones e interpretaciones sedimentológicas de testigos de perforación de la mayoría de pozos exploratorios y de afloramientos de la zona subandina (levantamientos Napo y Cutucú). Además, se realizó un análisis de las respectivas diagráfias de pozos y una correlación e interpretación de varias secciones sísmicas regionales a través de la cuenca. Utilizando un marco de estratigrafía secuencial, se propone, a continuación, una revisión de las subdivisiones previas de las Fms Hollín, Napo y Basal Tena y una reinterpretación del relleno sedimentario cretácico de la Cuenca Oriente, agrupando el mismo en un ciclo sedimentario formado por 5 intervalos depositacionales o secuencias estratigráficas, cada una de ellas separadas por límites de secuencia (SB) mayores de segundo a tercer orden en la escala de Haquet al. (1987) y Wilguset al. (1988).

## 1.5 Topes de las formaciones

Los datos correspondientes a los topes y bases de cada área fueron determinados por el departamento de Geología de Petroproducción.

La revisión en correlaciones estratigráficas permitió identificar los diversos topes estratigráficos de las Formaciones presentes en el campo El Dominio Occidental o Sistema Subandino. Presenta, de Norte a Sur, 3 zonas morfo-estructurales:

- El levantamiento Napo, que corresponde a un inmenso domo alargado en orientación NNE-SSO, limitado al Este y al Oeste por fallas transpresivas.
- La Depresión Pastaza, donde las fallas se vuelven más cabalgantes al contacto Zona Subandina - Cordillera Oriental.
- La Cordillera de Cutucú, la cual se caracteriza por un cambio de orientación de las estructuras, de NS a NNO-SSE, y la aparición de formaciones triásicas y jurásicas (Fm. Santiago y Chapiza) y, en menor proporción, paleozoicas (Fm. Pumbuiza y Macuma).

El Dominio Central o Corredor Sacha-Shushufindi abarca los tiempos petrolíferos más importantes de la Cuenca Oriente (Sacha, Shushufindi, Libertador). Está deformado por mega-fallas en transpresión, orientadas en sentido NNE-SSO, que se verticalizan en profundidad y pueden evolucionar a estructuras en flor hacia la superficie.

### 1.5.1 Dominio Occidental: Sistema Subandino

Constituye los afloramientos de la Cuenca Oriente, se observa fallas inversas de alto a bajo ángulo, con marcadores cinemáticos (estrías, kipples) que evidencian una tectónica transpresiva con movimientos dextrales. Este dominio tectónico se levantó y deformó principalmente durante el Plioceno y el Cuaternario. Las morfologías y las series

sedimentarias implicadas en la deformación conducen a diferenciar, de norte a sur, tres zonas morfoestructurales.

### **1.5.2 Levantamiento Napo**

Estructuralmente, corresponde a un domo de vasta extensión, limitado al Este y al Oeste por fallas de rumbo, donde afloran formaciones sedimentarias cretácicas y terciarias de la Cuenca Oriente. El Cretácico está constituido por la Fm. Misahuallí (de origen volcánico) ubicada en la parte central; y, en el borde occidental, el granito de Abitagua, situado en el borde occidental.

Existencia de estructuras anidadas: Indica que diferentes procesos operan a diferentes escalas, como por ejemplo, alguno o todos los siguientes: A muy pequeñas distancias, la variabilidad puede estar presente debido a cambios de una composición mineral a otra. A pequeñas distancias, la variabilidad puede estar presente debido a errores. A grandes distancias, la variabilidad puede estar presente debido a casos transitorios de desgaste mineral, el cual puede ser resuelto aplicando varios modelos simultáneamente.

## **1.6 Campos donde se realizará el respectivo análisis**

### **1.6.1 Campo Sacha**

El Campo Sacha (Fig. #5) se encuentra ubicado en la provincia de Francisco de Orellana, al Nororiente de la región Amazónica ecuatoriana; delimitado, al Norte, por los campos Palo Rojo, Eno, Ron y Vista; al Sur, por los campos Culebra-Yulebra; al Este, por el campo Mauro Dávalos Cordero y Shushufindi – Aguarico; mientras que, al Oeste, por los campos Pucuna, Paraíso y Huachito. Tiene una extensión areal de aproximadamente 124 km<sup>2</sup>.

Fig. # 5 Mapa de Ubicación Campo Sacha



**Fuente:** Archivo Campo Sacha, Río Napo CEM

La producción de crudo se mantuvo por sobre los 60.000 BPD hasta el año 1994, luego de lo cual ha venido declinando hasta la actualidad, en que su producción diaria aproximadamente es de 40.000 barriles. Actualmente, la Cía. Río Napo Compañía de Economía Mixta está a cargo de las operaciones del campo, se la ha catalogado como en desarrollo y con una producción de aproximadamente 50.000 BPD. La columna estratigráfica del campo Sacha se muestra en la Fig. #6.

Fig. # 6 Columna Estratigráfica del Campo Sacha

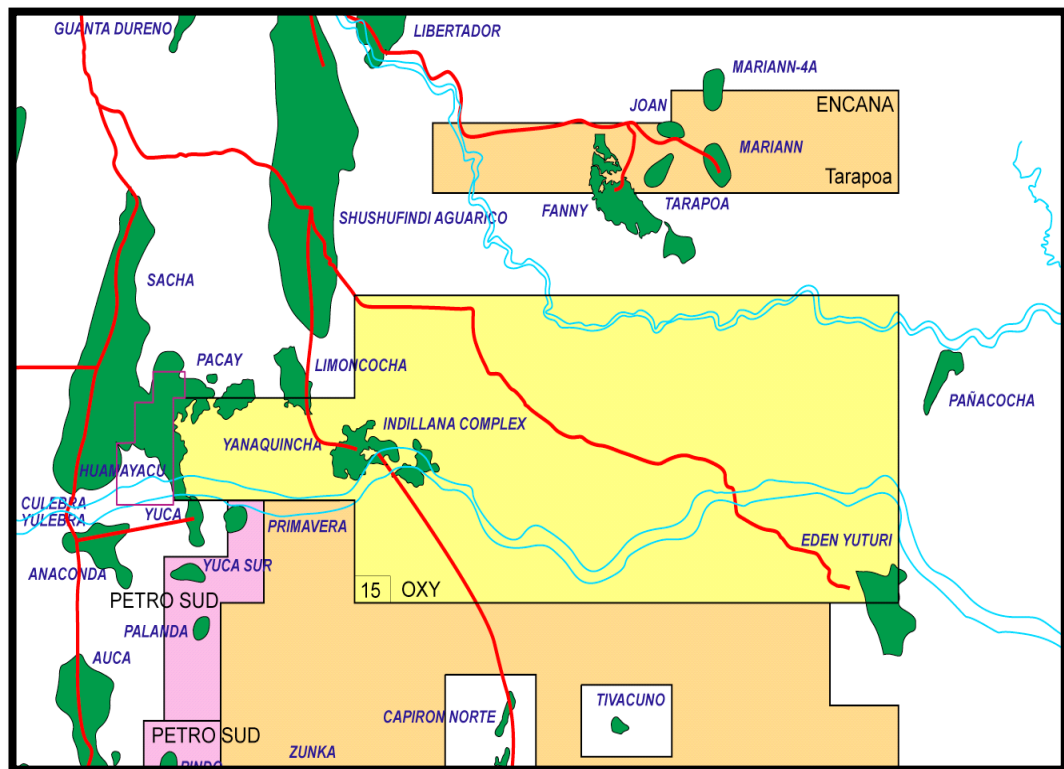
| COLUMNA ESTRATIGRAFICA DEL CAMPO SACHA |            |  |       |
|--|------------|--|-------|
| ORTEGUAZA                              |            | LUTITA: gns verdosa, café, mod dur+suve, lam-astil, no calc.<br>ARENA: Qtz, trasp-trnsl, suelta, grn med, occ grs, sbang, mod sel, no vis matz & cmt.  | 900   |
| TIYUYACU                               |            | ARCILLITA: rojo ladrillo, amarillo, crema, mod dura, no calc.<br>LIMOLITA: Rojo ladrillo, café, mod dura, irreg, no calc.<br>CGL. CHRT: Negro, ahumado, mostaza, muy duro, grs muy grs, ang, fract concoidal | 1700  |
| TENA                                   | Tena       | ARCILLITA: Choc, café rojizo, rojo ladrillo, suave-mod dur, irreg-bloc, calc.  | 630   |
|  | BT         | ARENISCA: Qtz, trasp-trnsl, gris claro, gr fino-med, e/p mtz kao & no vis cmt.   | 10    |
|  |            | LUTITA: Con un intercalaciones calcáreas   | 75    |
|  | "M1"       | CALIZA: blanca, gris oscura, gris claro, terrosa, blocosa, blanda, mnr cristalina.   | 15    |
|  | "M1"       | ARENISCA: binc, qtz, sbtrnsp-sbtrnsl, gris claro, gr muy fin-fin, no vis mtz & calc cmt c/glauc incl.  | ???   |
|  | "L"        | CALIZA: Marcador radiactivo  | 6     |
|  |            | LUTITA: Con un intercalaciones calcáreas   | 150   |
|  | "M2"       | CALIZA: gris oscura, bandeada de blanco, blocosa, criptocristalina, mod dur-dur. Secuencia calcáreo-lutítica.  | 100   |
|  | "M2"       | ARENISCA: Qtz, gris, blanc, sbtrnsp-sbtrnsl, gr muy fin-fin, mtz arcill & calc cmt, e/p incl glauc.  | 24    |
|  | "A"        | CALIZA: Crema, gris bandeada, blanda-mod dur, sbblc, e/p incl glauc.   | 130   |
| NAPO                                   | "U"        | ARENISCA GLAUC: Qtz, blanc, sbtrnsp-sbtrnsl, fri-mod dur, gr muy fin-fin, mtz arg & cmt calc.  | 10    |
|  |            | LUTITA   | 60    |
|  |            | ARENISCA: Qtz, trasp-trnsl, suelt-fri, gr med, no vis mtz occ arg mtz & cmt.   | 35    |
|  |            | LUTITA: con intercalaciones de arena   | 110   |
|  | "B"        | CALIZA: gris oscura, bandeada de blanco, blocosa, criptocristalina, mod dur-dur.   | 30    |
|  | "T"        | ARENISCA GLAUC: Qtz, blanc, sbtrnsp-sbtrnsl, fri-mod dur, gr fin-med, no vis mtz occ mtz arg & cmt calc.   | 15??? |
|  |            | LUTITA: con intercalaciones de arena   | 70    |
|  |            | ARENISCA: Qtz, trasp-trnsl, suelta-fri, gr fin-med, no vis mtz occ mtz arg & cmt calc.   | 50    |
|  | Basal Napo | LUTITA: Gris oscura, mod dura, astillosa-lam, c/ incl pyr, mic, occ glauc.   | 120   |
|  | "C"        | CALIZA: café oscura, mol con blanco, grainstone-mudstone, irreg-blc.   | 12    |
| HOLLIN                                 | H sup      | ARENISCA: blanca, qtz, trasp-trnsl, gr f-med, fri, e/p arg mtz, calc cmt, c/ incl glauc.   | 40-70 |
|  | H inf      | ARENISCA: trasp-trnsl, qtz, gr f-med, suelta, no vis mtz & cmt.  | 110   |

Fuente: Archivo Campo Sacha, Rio Napo CEM

## 1.6.2 Campo Pañacocha

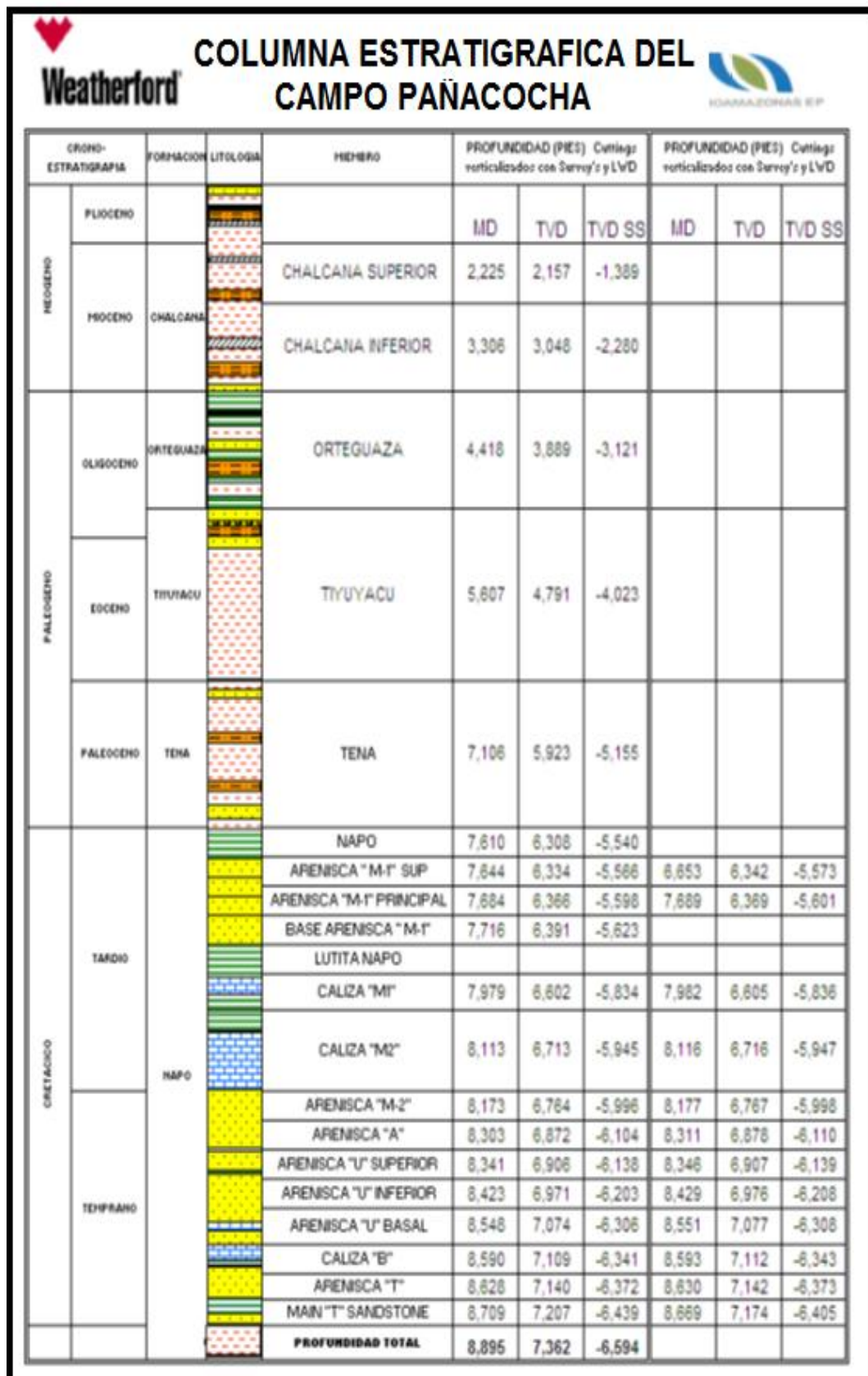
El campo Pañacocha (Fig. #7) es un campo petrolero operado por Petroamazonas en el bloque 12, existen reservas por 42,1 millones de barriles de crudo y se estima que se alcanzará un tope máximo de 20 mil barriles diarios de producción en los próximos 20 años. La columna estratigráfica del campo Pañacocha se muestra en la Fig. #8.

Fig. # 7 Mapa de Ubicación del Campo Pañacocha



Fuente: Conociendo el mundo petrolero, por ksc. ABC, Ediciones Holguín

Fig. # 8 Columna Estratigráfica del Campo Pañacocha



Fuente: Departamento de Geología, Baker Hughes

### **1.6.3 Campo Auca**

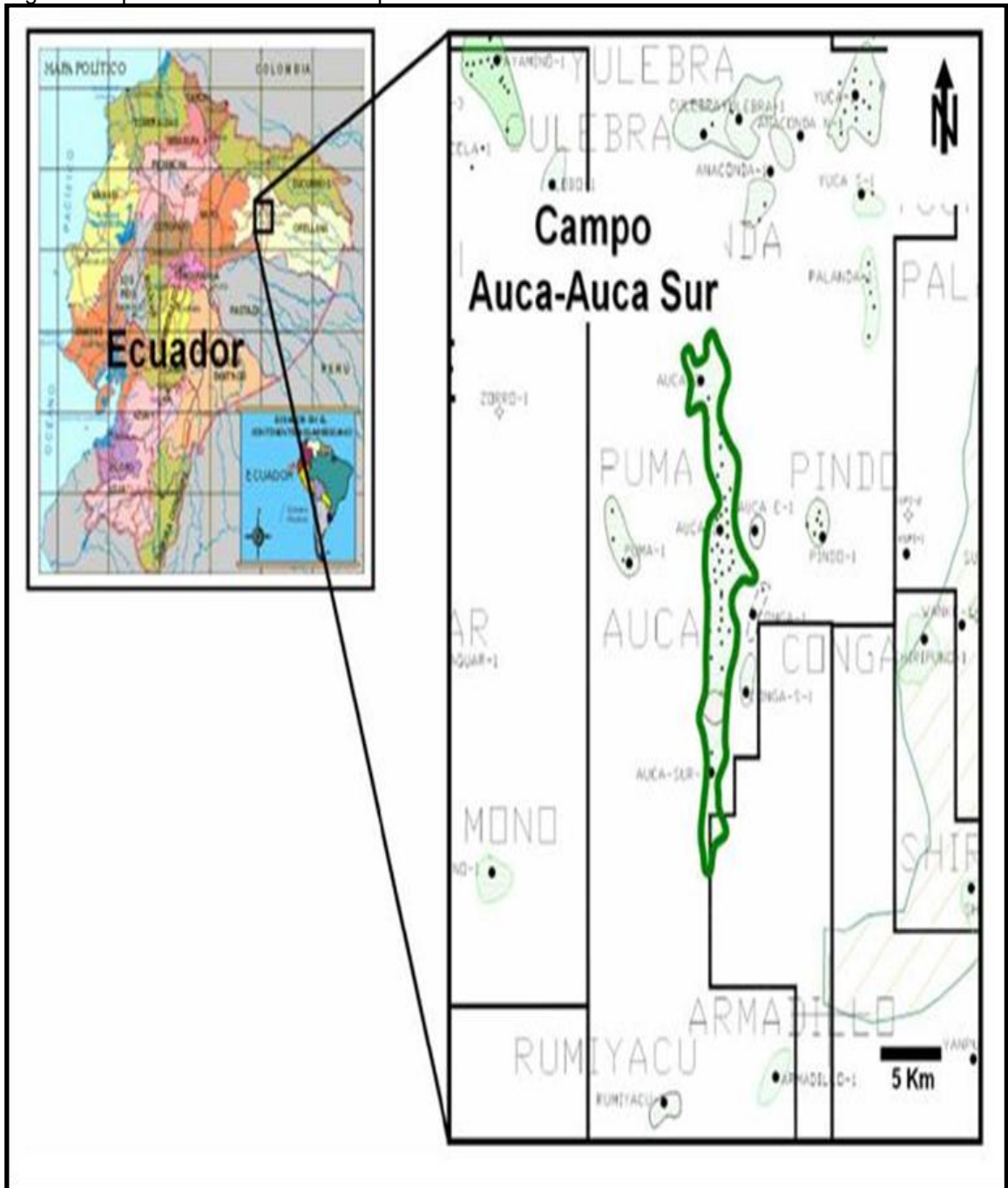
El campo Auca (Fig. #9) se encuentra localizado en el bloque 61, operado por Petroamazonas, en la provincia de Orellana, cantón Francisco de Orellana, parroquia Dayuma (Cuenca oriente del Ecuador), 260 Km al oeste de la ciudad de Quito, 20 Km al sur-este del campo Sacha y a 100 Km al sur de la frontera con Colombia.

Dicho campo se halla constituido por un área de 92 Km<sup>2</sup> al sur de la ciudad del Coca.

Este campo fue descubierto con la perforación del pozo Auca 1, que se inició el 16 de febrero y fue completado el 30 de marzo de 1970, alcanzando una profundidad de 10.578'. Su producción fue de 3.072 BPD de los yacimientos Hollín (31°API) y "T" (27°API). El costo del pozo fue de alrededor de US \$ 300.000,00.

En abril de 1975, este campo comenzó a producir 6.752 BPD. Posteriormente, con altibajos, mantiene un incremento de producción hasta que, en julio de 1994, alcanza su máxima producción histórica promedio de 24.367 BPD. En el año 2006, el promedio fue de 19.408 BPD.

Fig. # 9 Mapa de ubicación del Campo Auca - Auca Sur



Fuente: Departamento de Yacimientos. Petroproducción.

La producción actual del campo Auca es aproximadamente de 21.749 BPD. La columna estratigráfica del campo Auca se muestra en la Fig. #10.

Fig. # 10 Columna Estratigráfica del Campo Auca

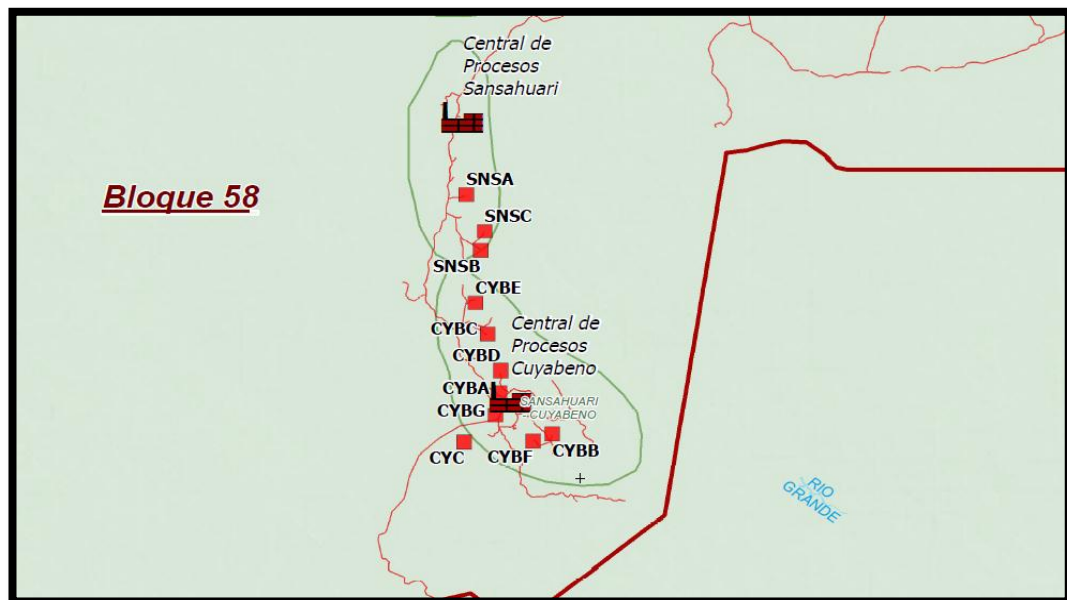
|                     |                 | Weatherford                |                          | COLUMNA ESTRATIGRAFICA DEL CAMPO AUCA |   | IDAMAZONAS EP |        |
|---------------------|-----------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------------------|---|---------------|--------|
| CRONO-ESTRATIGRAFIA |                 | FORMACION                  | LITOLOGIA                | MIEMBRO                               | PROFUNDIDAD (PIES) Cuttings verticalizados con Survey'g y LWD |               |        |
|                     |                 |                            |                          |                                       | MD  | TVD           | TVD SS |
| NEOGENO             | PLIOGENO        |                            |                          |                                       |   |               |        |
|                     | MIOGENO         | CHALCANA                   |                          | CHALCANA SUPERIOR                     |   |               |        |
|                     |                 |                            |                          | CHALCANA INFERIOR                     |   |               |        |
| PALEOGENO           | OLIGOCENO       | ORTEGUAZA                  |                          | ORTEGUAZA                             |   |               |        |
|                     |                 |                            |                          | TIYUYACU                              |   |               |        |
|                     | EOCENO          | TIYUYACU                   |                          | CONGL. SUP. TIYUYACU                  |   |               |        |
|                     |                 |                            |                          | CONGL. INFERIOR TIYUYACU              | 8.060   | 7.921         | -6.979 |
|                     | PALEOGENO       | TENA                       |                          | TENA                                  | 8.430   | 8.291         | -7.349 |
| CRETACICO           | TARDIO          | NAPO                       |                          | BASAL TENA                            | 9.086   | 8.947         | -8.005 |
|                     |                 |                            |                          | NAPO                                  | 9.097   | 8.958         | -8.016 |
|                     |                 |                            |                          | CALIZA "M1"                           | 9.306   | 9.167         | -8.225 |
|                     |                 |                            |                          | BASE CALIZA "M1"                      | 9.345   | 9.206         | -8.264 |
|                     |                 |                            |                          | CALIZA "M2"                           | 9.500   | 9.361         | -8.419 |
|                     |                 |                            |                          | BASE CALIZA "M2"                      | 9.563   | 9.425         | -8.483 |
|                     | TEMPRANO        |                            |                          | "A" CALIZA                            | 9.616   | 9.477         | -8.535 |
|                     |                 |                            |                          | ARENISCA "U" SUPERIOR                 | 9.760   | 9.621         | -8.679 |
|                     |                 |                            |                          | ARENISCA "U" INFERIOR                 | 9.802   | 9.663         | -8.721 |
|                     |                 |                            |                          | BASE ARENISCA "U" INFERIOR            | 9.848   | 9.709         | -8.767 |
|                     |                 |                            |                          | CALIZA "B"                            | 9.963   | 9.824         | -8.882 |
| PRECRETACICO        |                 | ARENISCA "T" SUPERIOR      | 9.972                    | 9.833                                 | -8.891  |               |        |
|                     |                 | ARENISCA "T" INFERIOR      | 10.064                   | 9.925                                 | -8.983  |               |        |
|                     |                 | BASE ARENISCA "T" INFERIOR | 10.132                   | 9.993                                 | -9.051  |               |        |
|                     |                 | CALIZA C                   | 10.228                   | 10.089                                | -9.147  |               |        |
|                     |                 | HOLLIN SUPERIOR            | 10.238                   | 10.099                                | -9.157  |               |        |
|                     | HOLLIN INFERIOR | 10.305                     | 10.166                   | -9.224                                |   |               |        |
|                     |                 |                            | <b>PROFUNDIDAD TOTAL</b> | 10.455                                | 10.316  | -9.374        |        |

Fuente: Departamento de Geología, Baker Hughes

#### 1.6.4 Campo Cuyabeno – Sansahuari

El campo Cuyabeno - Sansahuari (Fig. #11) se encuentra ubicado en el bloque 58 operado por Petroamazonas, al este del campo Libertador y al norte del campo V.H.R., al sur del campo Joan y al noroeste del campo Tipishca. Las interpretaciones estructurales iniciales mostraban dos estructuras independientes: una septentrional, a la que se denominó Sansahuari; y otra meridional, llamada Cuyabeno.

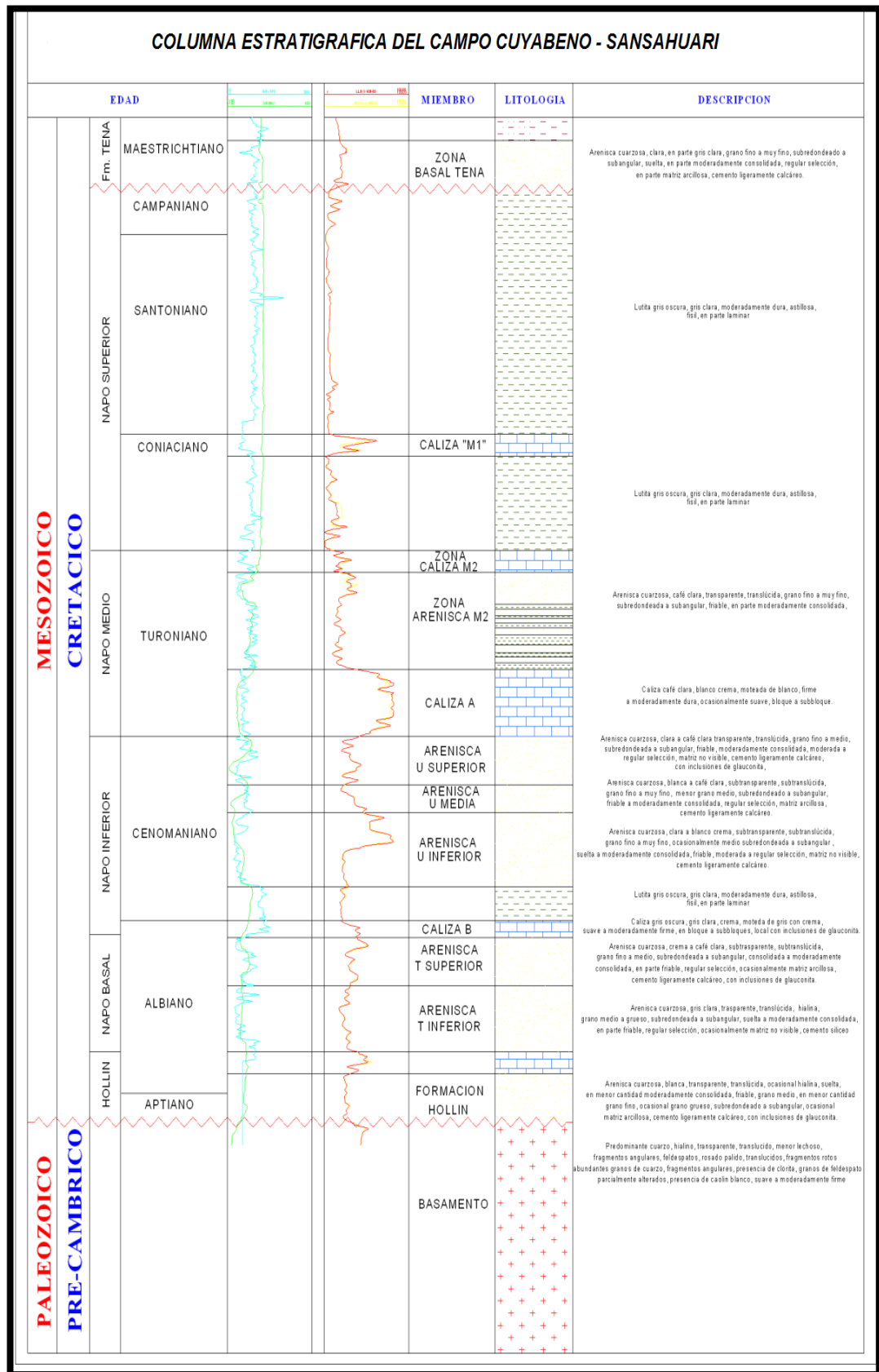
Fig. # 11 Mapa de ubicación del Campo Cuyabeno - Sansahuari



Fuente: Grupo SIG – Facilidades, Petroamazonas EP

El pozo Sansahuari 1, perforado entre el 25 de octubre y el 12 de noviembre de 1979, alcanzó una profundidad de 8.268' y produjo 2.089 BPD de 23-26°API del reservorio "U". El Cuyabeno 1, por su parte, fue perforado a partir del 23 de octubre, siendo completado el 24 de noviembre de 1972, llegando a los 8.157' de profundidad total. Su producción fue de 648 BPD de 26°API de "U", mientras que, de la arsenica Tena Basal, sólo se obtuvo trazas de crudo pesado. La columna estratigráfica del campo Cuyabeno – Sansahuari se muestra en la Fig. #12.

Fig. # 12 Columna Estratigráfica de los Campos Cuyabeno – Sansahuari

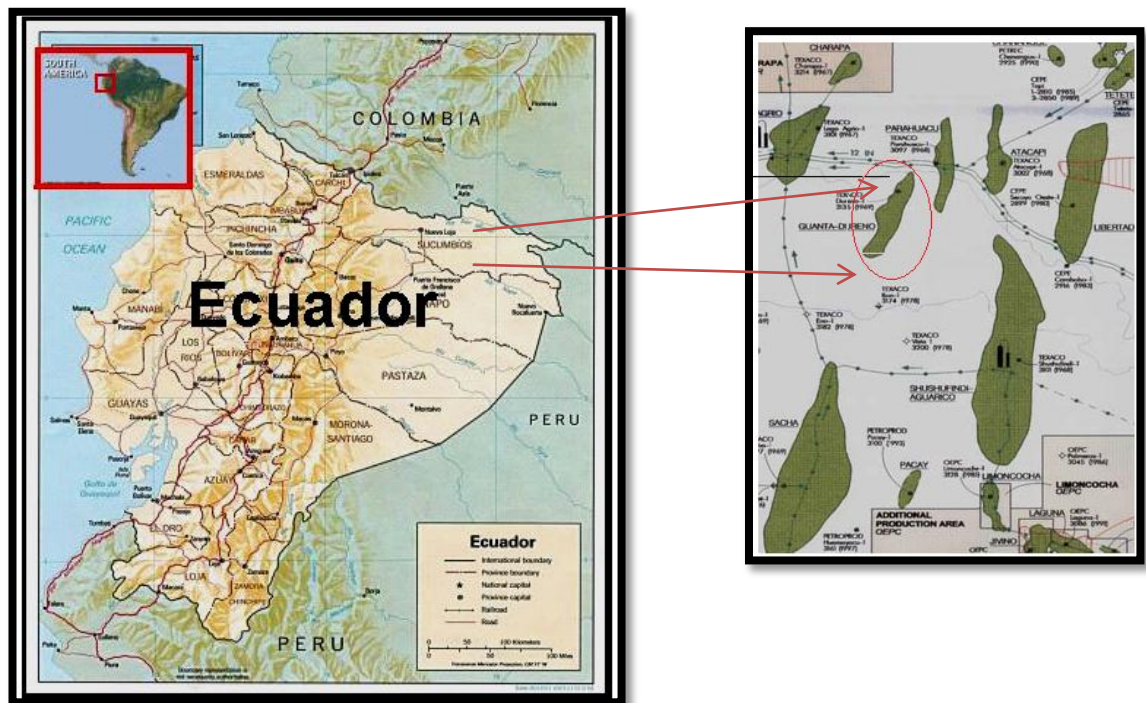


Fuente: Departamento de Geología, Petroproducción

### 1.6.5 Campo Guanta

El campo Guanta (Fig. #13) se encuentra ubicado en el bloque 57 operado por Petroamazonas, al norte del campo Parahuacu y al sur del campo Yanaquincha Este. El pozo Dureno 1 fue perforado a partir del 7 de junio y completado el 5 de julio de 1969, alcanzó los 10.292' de profundidad. Las pruebas de producción dieron un total de 592 BPD de Hollín (348 BPD, 31°API) y "T" (244 BPD, 32°API).

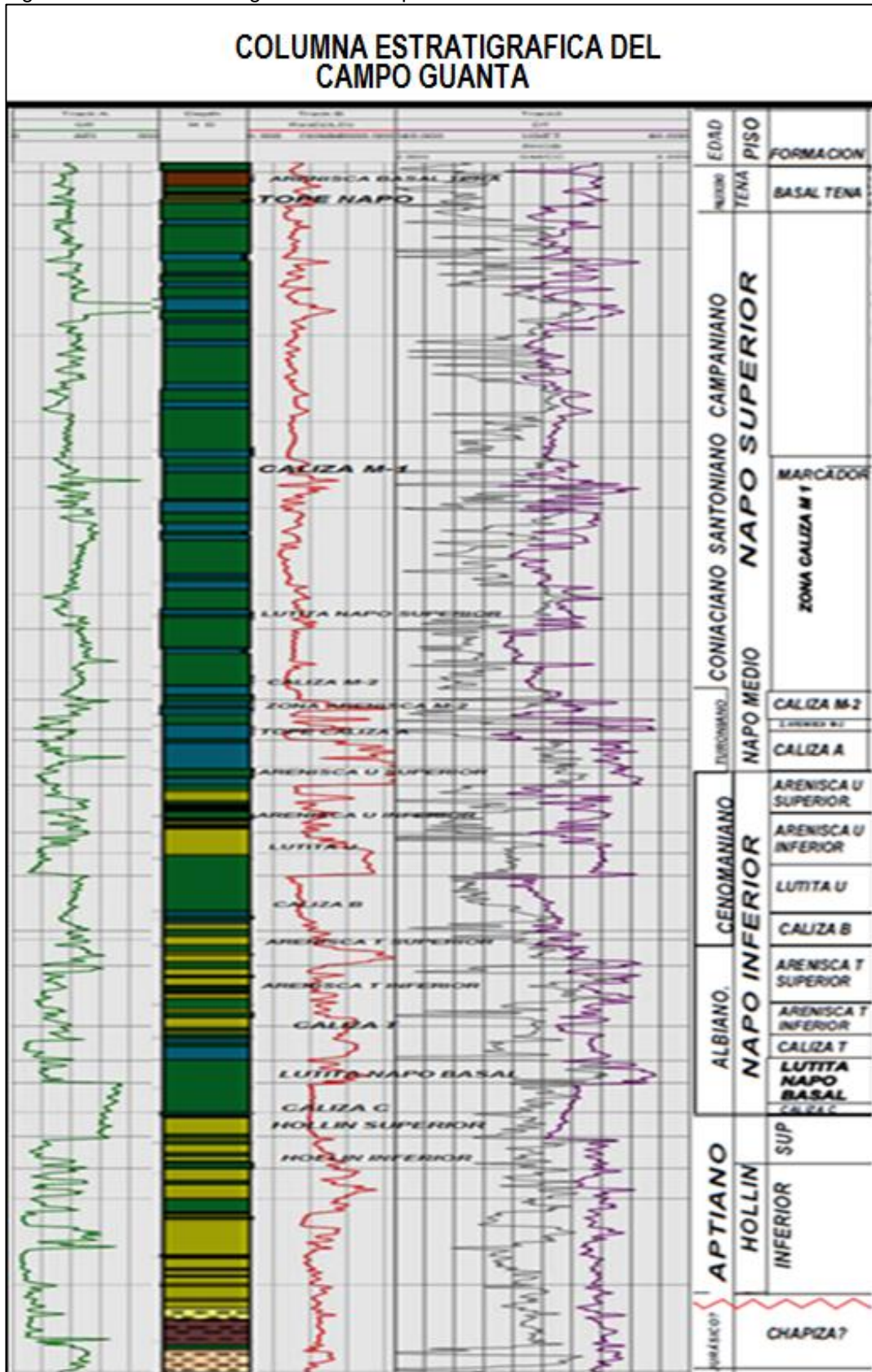
Fig. # 13 Mapa de Ubicación del Campo Guanta



Fuente: Departamento de Geología, PETROPRODUCCIÓN

El Pozo Guanta 1 arrancó el 15 de diciembre de 1985, siendo completado el 11 de febrero de 1986, dando 6.261 BPD de los yacimientos "T" (1.968 BPD, 29°API), "U" (3.576 BPD, 30°API) y una producción menor de los yacimientos Hollín Inferior y Superior (7.17 BPD, 29°API). La columna estratigráfica del campo Guanta se muestra en la Fig. #14.

Fig. # 14 Columna Estratigráfica del Campo Guanta



Fuente: Departamento de Geología, PETROPRODUCCIÓN

### **1.6.6 Campo Palo Azul**

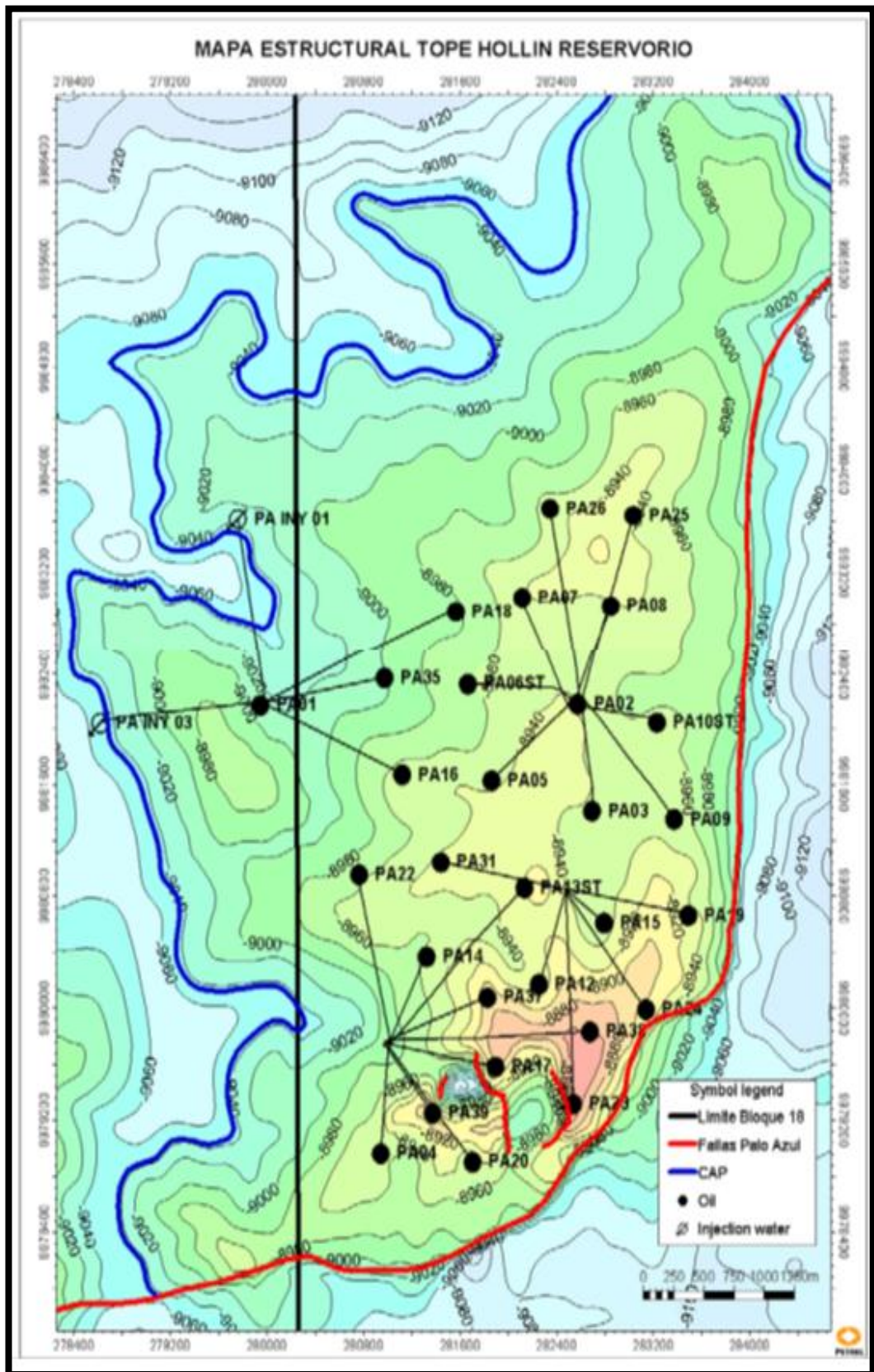
El yacimiento común Hollín del Campo Unificado Palo Azul (Fig. #15) es compartido entre Petroproducción y el Consorcio Petrolero Bloque 18, se encuentra ubicado al noroeste del campo Sacha, al este del río Coca y al noreste del campo Pucuna, en la provincia de Orellana, de la región amazónica del Ecuador. El campo Palo Azul se encuentra a 60 Km. de la ciudad del Coca.

Su estructura original fue definida con la interpretación de 31 líneas sísmicas 2D, realizadas entre 1981 y 1998 por la Ex CEPE, Petroecuador, Amoco y Cayman, y 25 pozos del sector.

El pozo exploratorio Palo Azul-1 fue perforado entre enero y febrero de 1999 y el pozo Palo Azul-2, entre febrero y marzo del 2000.

El consorcio Cayman – PetroManabí perforó el pozo PALO AZUL 01 descubridor, del campo Palo Azul, dentro del BLOQUE 18, asignado para su exploración. Posteriormente, la empresa cede la parte mayoritaria de su paquete accionario a la Compañía Pérez Companc, de Argentina, que lo opera hasta el 2002, cuando es adquirida por PETROBRAS, que se convierte en la operadora a través del CONSORCIO PETROLERO BLOQUE 18. La columna estratigráfica del campo Palo Azul se muestra en la Fig. #16.

Fig. # 15 Mapa Estructural Tope Hollín Yacimiento del Campo Palo Azul



Fuente: Tomado del Departamento de Yacimiento – Consorcio Petrolero Bloque 18

Fig. # 16 Columna Estratigráfica del Campo Palo Azul

| COLUMNA ESTRATIGRAFICA DEL CAMPO PALO AZUL |                  |   |  |          |
|--|------------------|---|--|----------|
| ORTEGUAZA                                  |                  | LUTITA: gris verdosa, café, mod duramedia, lam-astil, no calc.<br>ARENA: Qtz, trasp-trnsl, suelta, grn med, occ grs, sbang, mod sel, no vis mtz & cmt.  | 900  |          |
| TIVUYACU                                   |                  | ARCILLITA: rojo ladrillo, amarillo, crema, mod dura, no calc.<br>LIMOLITA: Rojo ladrillo, café, mod dura, irreg, no calc.<br>CGL CRT: Negro, ahumado, mostaza, muy duro, grs muy grs, ang, fract concoidal. | 1700   |          |
| TENA                                       | Tena             | ARCILLITA: Choc, café rojizo, rojo ladrillo, suave-mod dur, irreg-bloc, calc.   | 630  |          |
|  | BT               | ARENISCA: Qtz, trasp-trnsl, gris claro, gr fino-med, e/p mtz kao & no vis cmt.  | 10   |          |
| NAPO                                       |                  | LUTITA: Con un intercalaciones calcáreas  | 75   |          |
|  | "M1"             | CALIZA: blanca, gris oscura, gris claro, terrosa, blocosa, blanda, mnr cristalina.  | 15   |          |
|  | "M1"             | ARENISCA: blanc, qtz, sbtrnsp-sbtrnsl, gris claro, gr muy fin-fin, no vis mtz & calc cmt c/glauc incl.  | ???  |          |
|  | "L"              | CALIZA: Marcador radiactivo   | 6  |          |
|  |                  | LUTITA: Con un intercalaciones calcáreas  | 150  |          |
|  | "M2"             | CALIZA: gris oscura, bandeada de blanco, blocosa, criptocristalina, mod dur-dur. Secuencia calcáreo-lutítica.   | 100  |          |
|  | "M2"             | ARENISCA: Qtz, gris, blanc, sbtrnsp-sbtrnsl, gr muy fin-fin, mtz arcill & calc cmt, e/p incl glauc.   | 24   |          |
|  | "A"              | CALIZA: Crema, gris bandeada, blanda-mod dur, sbbloc, e/p incl glauc.   | 130  |          |
|  | "U"              | U <sup>sup</sup>  | ARENISCA GLAUC: Qtz, blanc, sbtrnsp-sbtrnsl, fr-mod dur, gr muy fin-fin, mtz arg & cmt calc.                                   | 10       |
|  |                  | U <sup>inf</sup>  | LUTITA<br>ARENISCA: Qtz, trasp-trnsl, suelt-fri, gr med, no vis mtz occ arg mtz & cmt.   | 60<br>35 |
|  |                  | LUTITA: con intercalaciones de arena  | 110  |          |
|  | "B"              | CALIZA: gris oscura, bandeada de blanco, blocosa, criptocristalina, mod dur-dur.  | 30   |          |
|  | "T"              | T <sup>sup</sup>  | ARENISCA GLAUC: Qtz, blanc, sbtrnsp-sbtrnsl, fr-mod dur, gr fin-med, no vis mtz occ mtz arg & cmt calc.                        | 15???    |
|  |                  | T <sup>inf</sup>  | LUTITA: con intercalaciones de arena<br>ARENISCA: Qtz, trasp-trnsl, suelta-fri, gr fin-med, no vis mtz occ mtz arg & cmt calc. | 70<br>50 |
| Basal Napo                                 |                  | LUTITA: Gris oscura, mod dura, astillosa-lam, c/ incl pyr, mic, occ glauc.  | 120  |          |
| "C"  |                  | CALIZA: café oscura, mot con blanco, grainstone-mudstone, irreg-bloc.   | 12   |          |
| HOLLIN                                     | H <sup>sup</sup> | ARENISCA: blanca, qtz, trasp-trnsl, gr f-med, fri, e/p arg mtz, calc cmt, c/ incl glauc.  | 40-70  |          |
|  | H <sup>inf</sup> | ARENISCA: trasp-trnsl, qtz, gr f-med, suelta, no vis mtz & cmt.   | 110  |          |

Fuente: Departamento de Geología, Baker Hughes

### **1.6.7 Campo Pucuna**

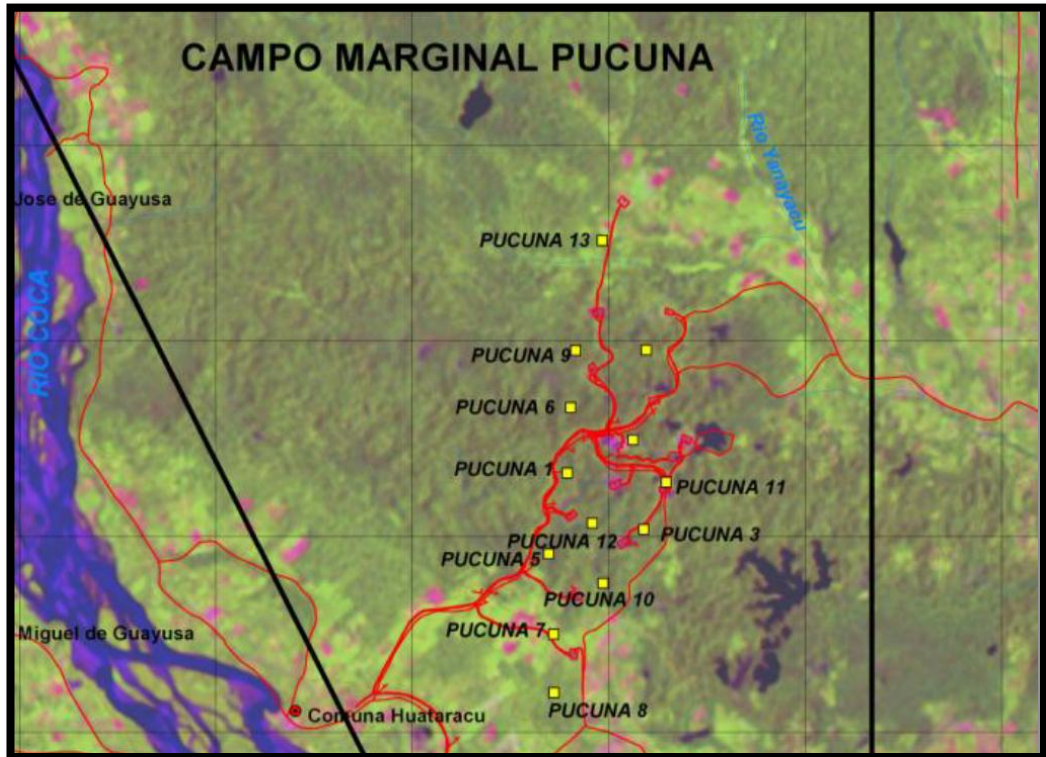
El campo Pucuna (Fig. #17) se encuentra ubicado en la provincia Francisco de Orellana, en el bloque 47, en el centro oeste de la cuenca oriente; al este del campo Sacha, al suroeste de los campos Paraíso, Biguno, Huachito; y al norte del campo Palo Azul.

El campo Pucuna fue descubierto por la Compañía Texaco en el año 1970 mediante la perforación del pozo Pucuna-01, con una producción inicial de 740 BPD, de la arenisca Hollín y 230 BPD, de la arenisca "T", considerado en ese entonces económicamente no rentable. Una vez que esta área fue revertida a CEPE, la que, con base en una reinterpretación sísmica del campo, perfora el pozo de desarrollo Pucuna -02, del cual se obtuvo 2.553 BPD de 26° API, de la arenisca Hollín; 1.583 BPD de 34° API, de la arenisca "T"; y 120 BPD de 29° API, de la arenisca "U", considerándose rentables.

A inicios del año 2008, el campo Pucuna fue adjudicado como Campo Marginal al Consorcio Petrolero CPA, el cual nominó a SUELOPETROL como compañía operadora y entró en operación el 18 de abril del 2008, con una producción inicial aproximada de 2.200 BPD. Como dato histórico relevante, cabe mencionar la producción del pozo Pucuna - 08, la misma que fue de 456 BPD, con una gravedad de 44° API, de la arena T superior.

El campo fue revertido al Estado ecuatoriano el 18 de enero del 2011 al no llegar a un acuerdo en la negociación, por lo cual pasa a ser operado nuevamente por EP PETROECUADOR. Al 30 de junio del 2011, el campo Pucuna cuenta con un total de 12 pozos productores y un pozo reinector, con una producción aproximada de 2.300 BPD.

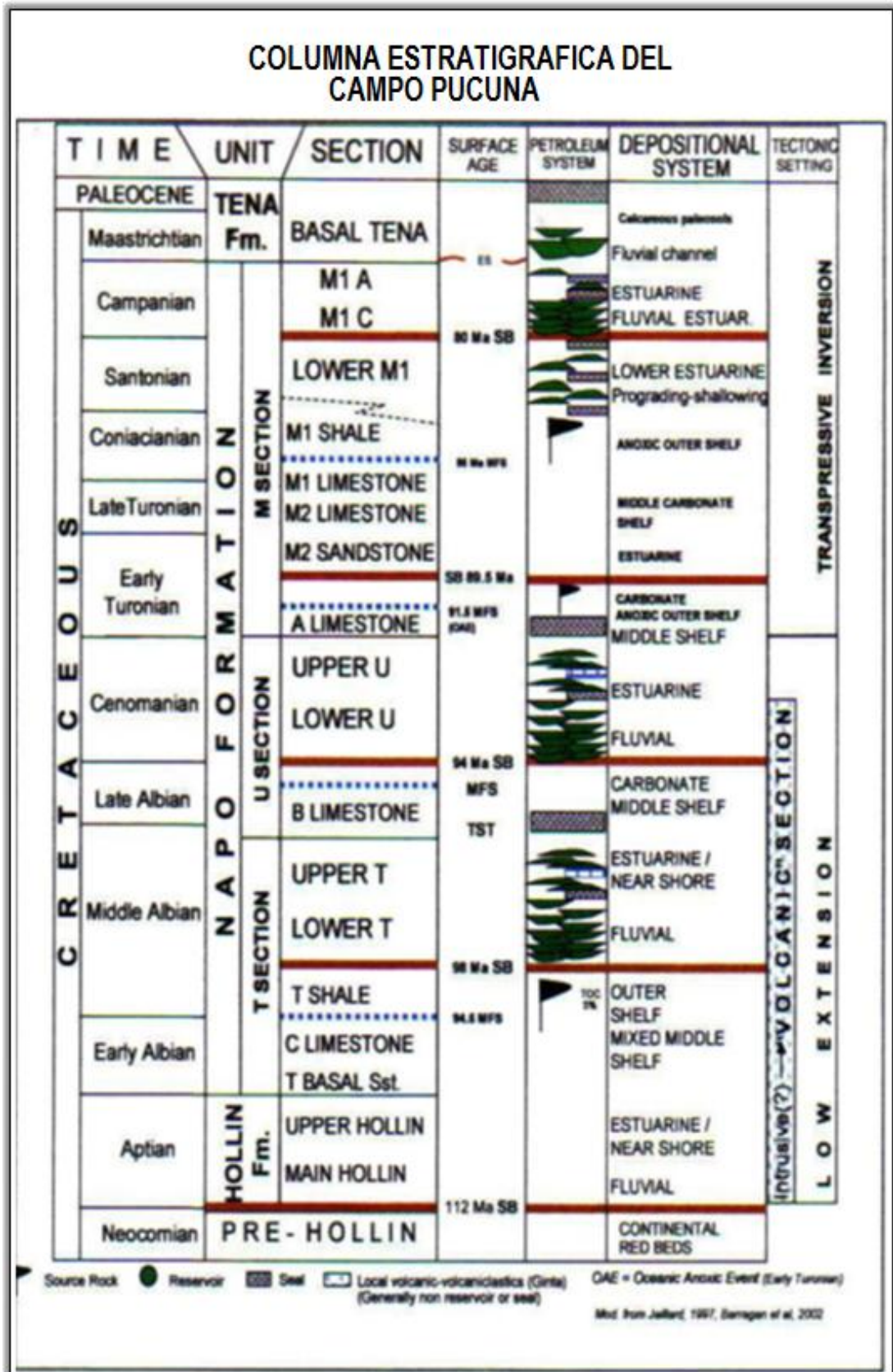
Fig. # 17 Mapa de Ubicación del Campo Pucuna



Fuente: Departamento de Cartografía, EP PETROECUADOR

La columna estratigráfica del campo Pucuna se muestra en la Fig. #18.

Fig. # 18 Columna Estratigráfica del Campo Pucuna

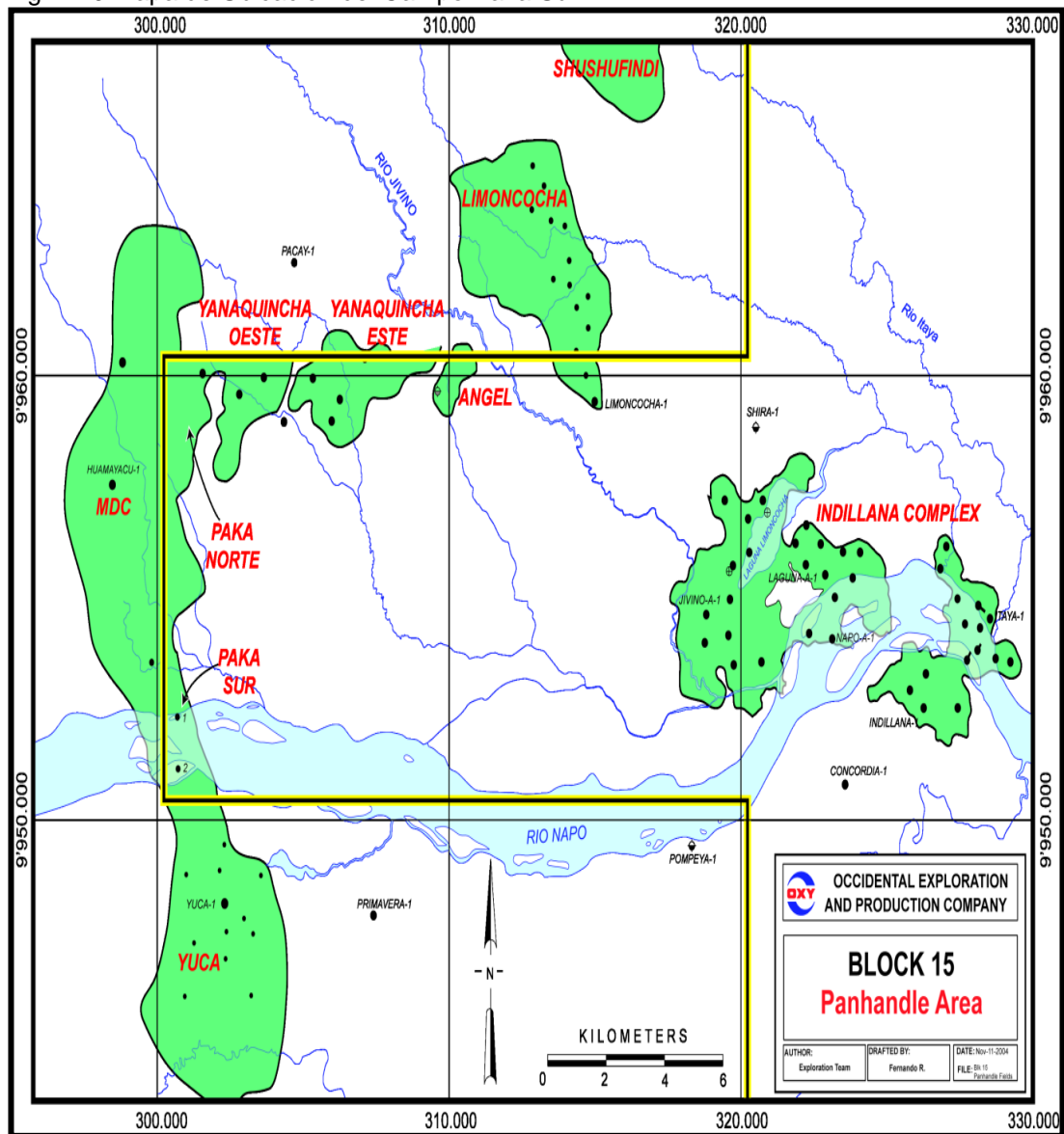


Fuente: Departamento de Cartografía, EP PETROECUADOR

### 1.6.8 Campo Paka Sur

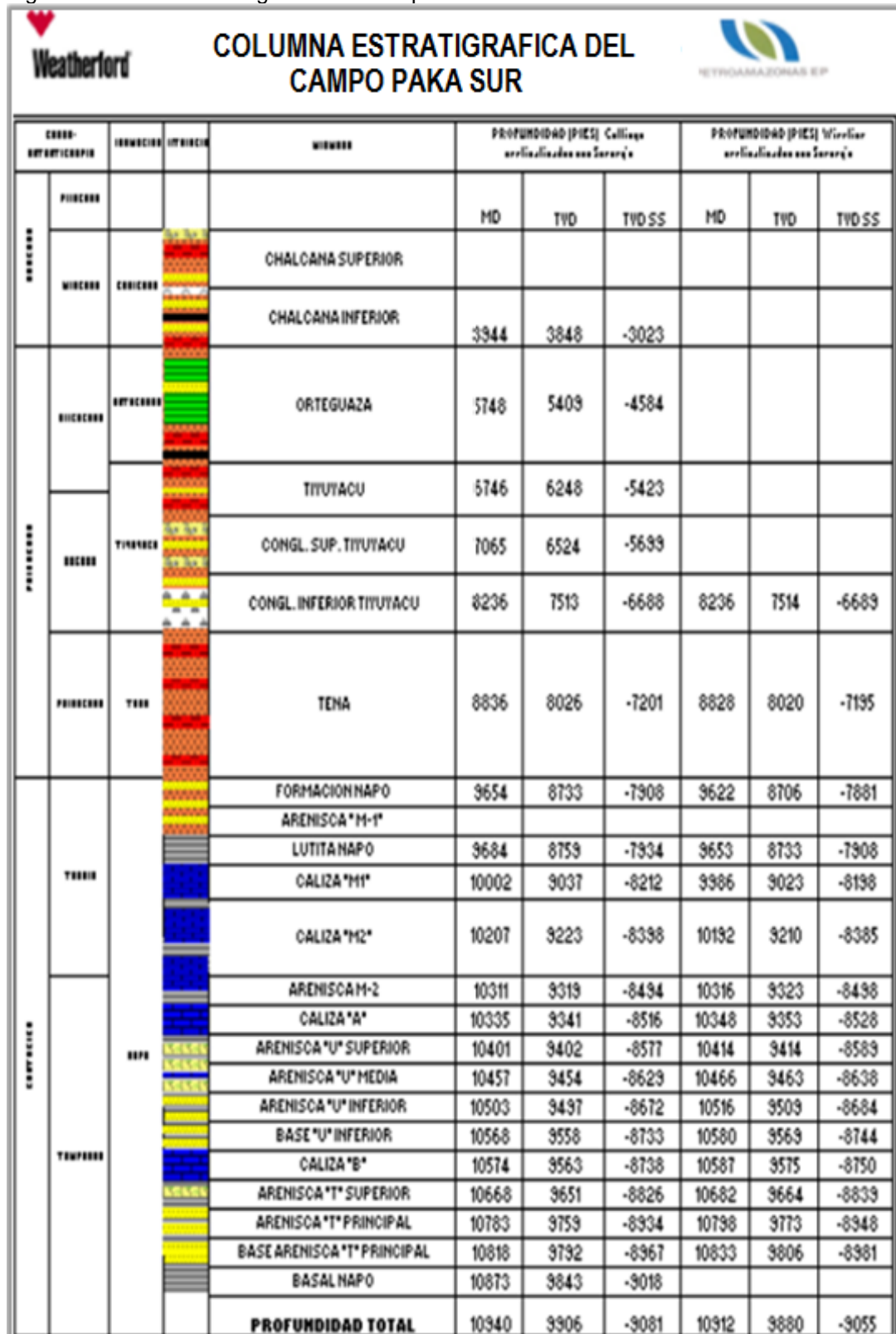
El campo Paka Sur (Fig. #19) se encuentra ubicado en el límite del bloque 15, al norte del campo Yuca y al sur del campo Yuca operado por PAM (Petroamazonas Ecuador S.A) junto al campo M.D.C. (Mauro Dávalos Cordero). La columna estratigráfica del campo Paka Sur se muestra en la Fig. #20.

Fig. # 19 Mapa de Ubicación del Campo Paka Sur



Fuente: Biblioteca Petroamazonas Ecuador S.A

Fig. # 20 Columna Estratigráfica del Campo Paka Sur

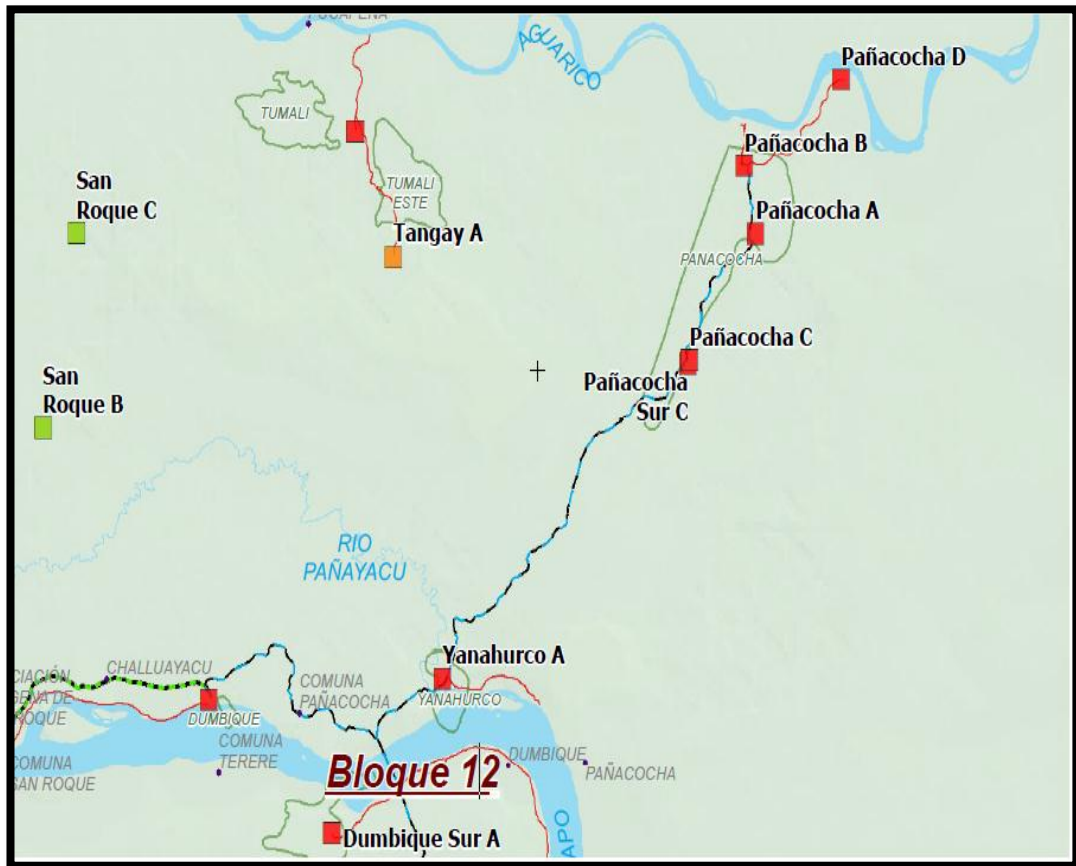


Fuente: Departamento de Geología, Baker Hughes

### 1.6.9 Campo Tangay

El campo Tangay (Fig. #21) se encuentra ubicado en el bloque 12, el cual es operado por Petroamazonas, al oeste del campo Pañacocha, al este del campo Quinde y al sur del campo Edén Yuturi. La producción actual del campo Tangay es aproximadamente de 316 BPD.

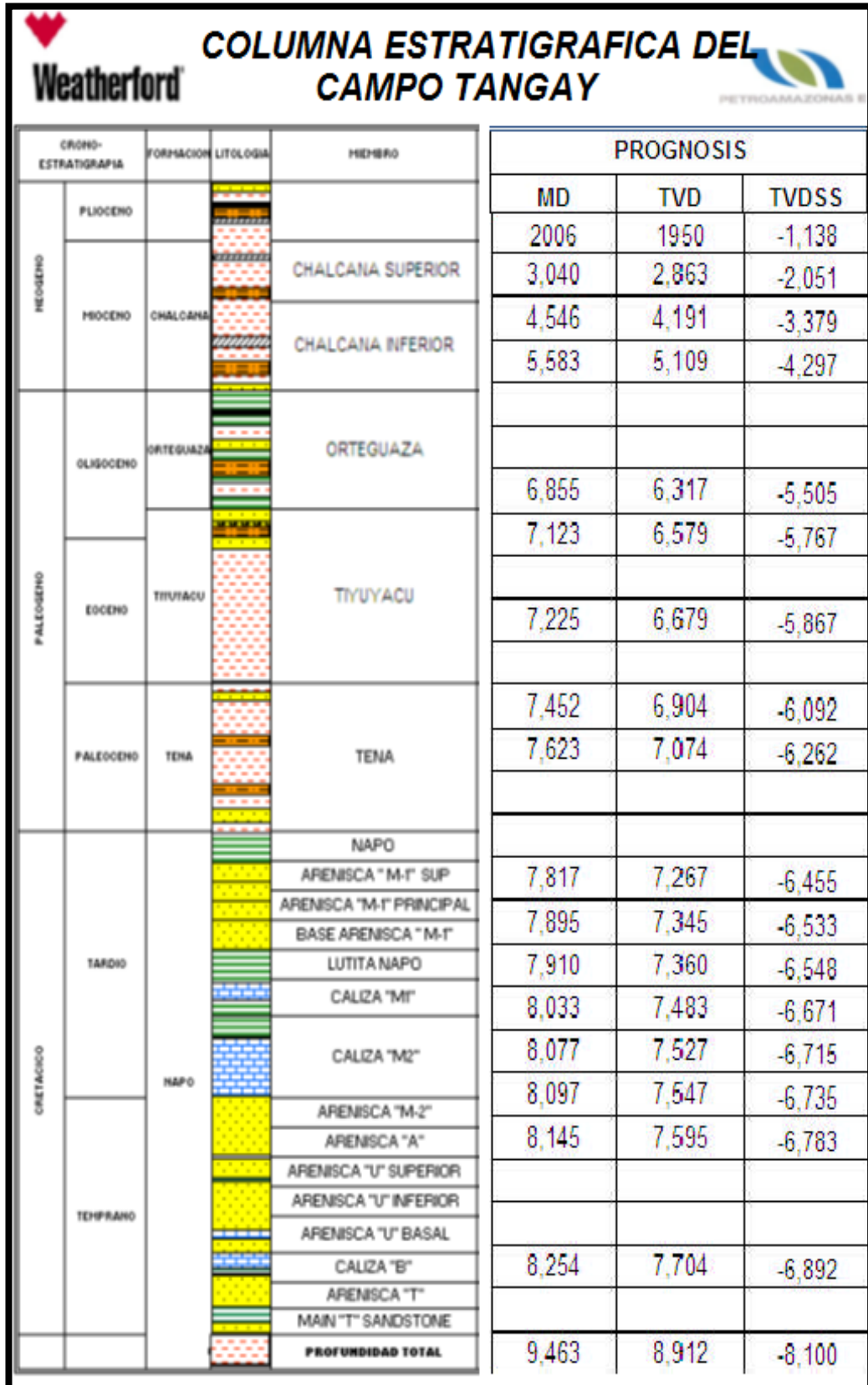
Fig. # 21 Mapa de Ubicación del Campo Tangay



Fuente: Grupo SIG – Facilidades, Petroamazonas EP

La columna estratigráfica del campo Tangay se muestra en la Fig. #22.

Fig. # 22 Columna Estratigráfica del Campo Tangay

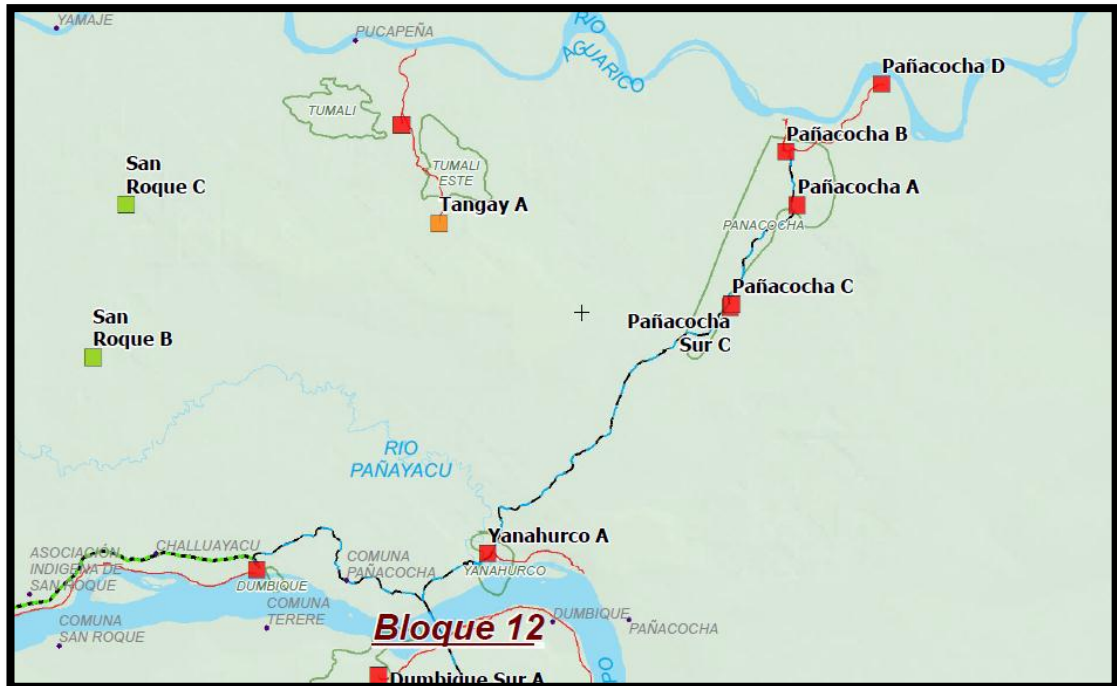


Fuente: Departamento de Geología, Baker Hughes

### 1.6.10 Campo Tumali

El campo Tumali (Fig. #23) se encuentra ubicado en el bloque 12, el cual es operado por Petroamazonas, al oeste del campo Pañacocha, al este del campo Quinde y al sur del campo Edén Yuturi.

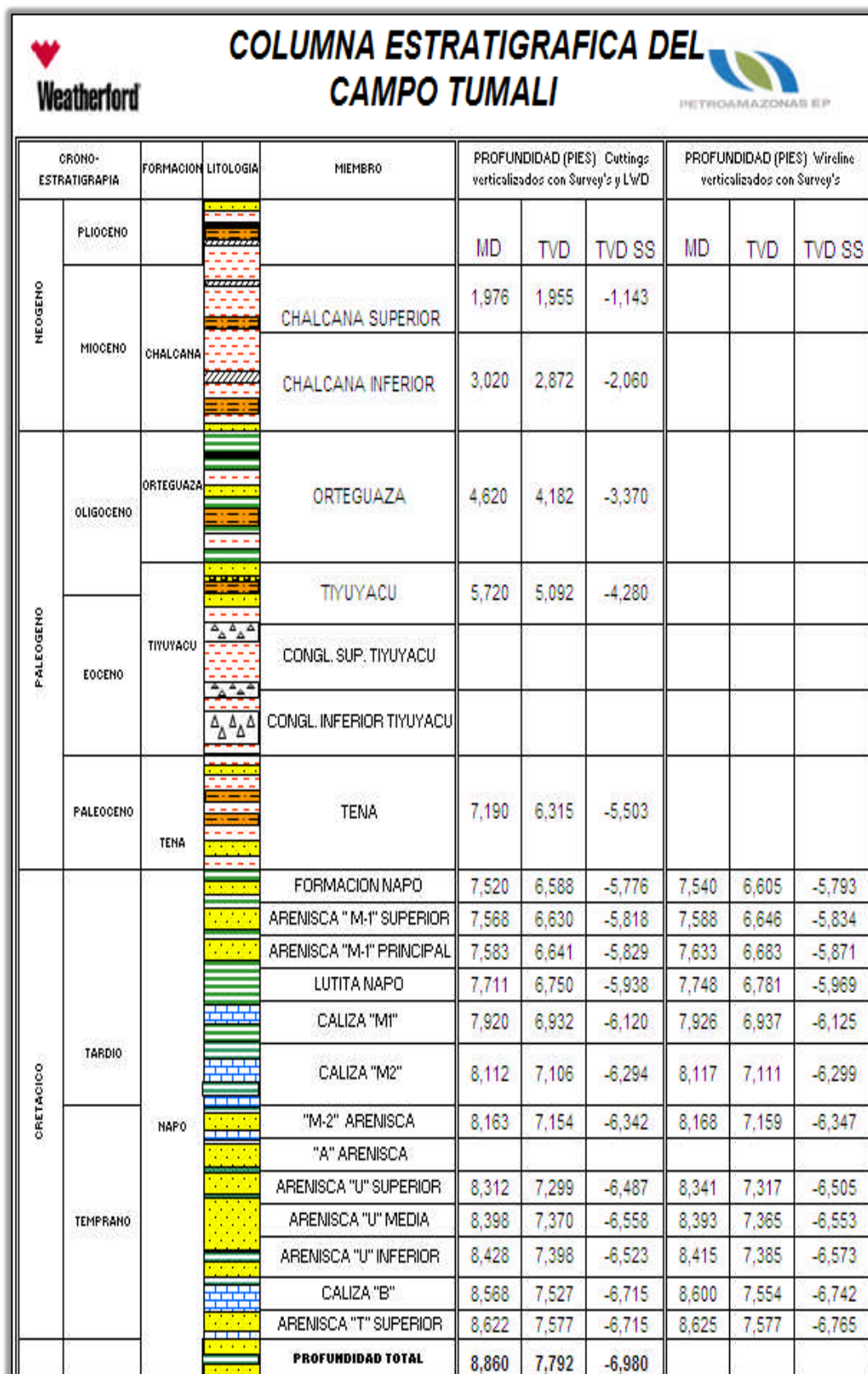
Fig. # 23 Mapa de Ubicación del Campo Tumali



Fuente: Grupo SIG – Facilidades, Petroamazonas EP

La columna estratigráfica del campo Tumali se muestra en la Fig. #24.

Fig. # 24 Columna Estratigráfica del Campo Tumali

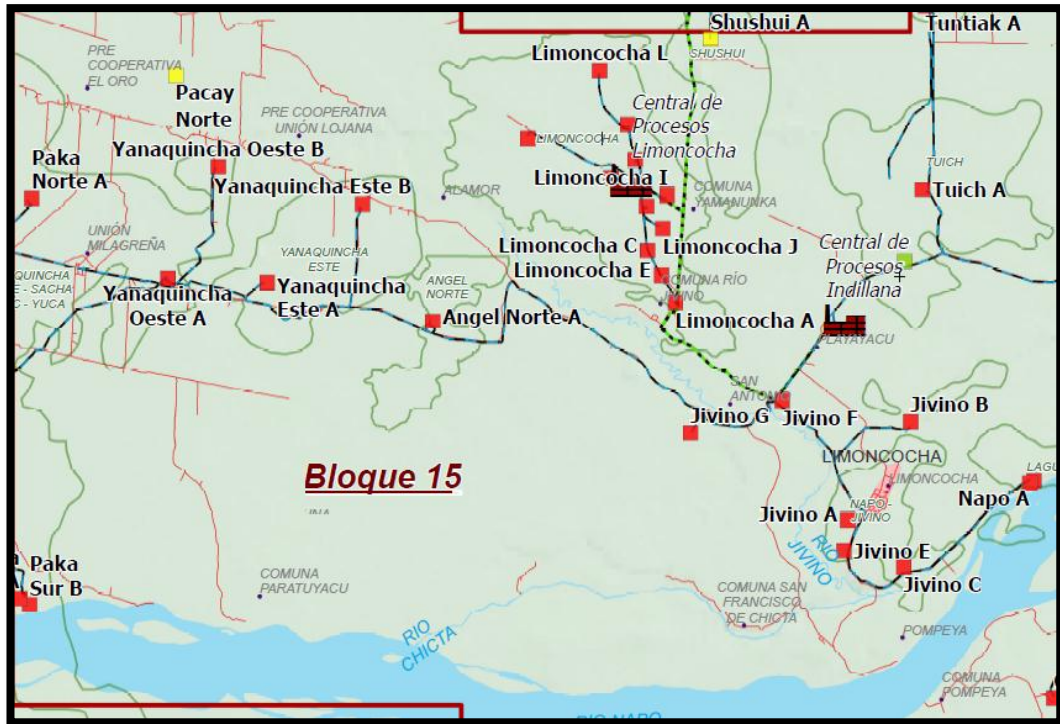


Fuente: Departamento de Geología, Baker Hughes

### 1.6.11 Campo Yanaquincha

El campo Yanaquincha (Fig. #25) se encuentra ubicado en el bloque 15, el cual es operado por Petroamazonas, al oeste del campo Limoncocha, al sur del campo Primavera y al este del campo Paka Norte.

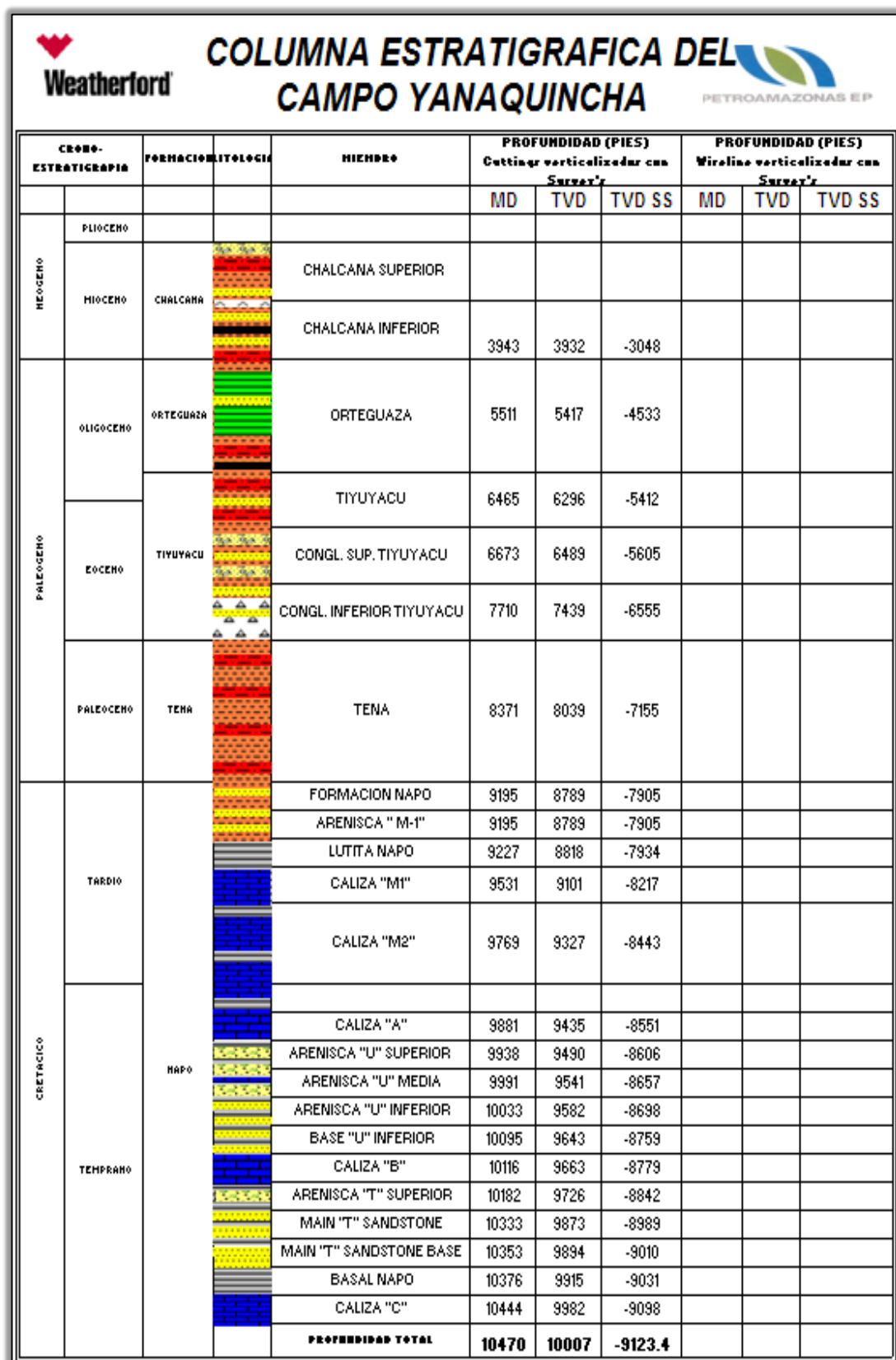
Fig. # 25 Mapa de Ubicación del Campo Yanaquincha



Fuente: Grupo SIG – Facilidades, Petroamazonas EP

La columna estratigráfica del campo Yanaquincha se muestra en la Fig. #26.

Fig. # 26 Columna Estratigráfica del Campo Yanaquincha



Fuente: Departamento de Geología, Baker Hughes

### 1.6.12 Campo Tuich

El campo Tuich (Fig. #27) se encuentra ubicado en el bloque 15, el cual es operado por Petroamazonas al norte del campo Palmar Oeste, al este del campo Pañayacu y al oeste del campo Limoncocha.

Fig. # 27 Mapa de Ubicación del Campo Tuich



Fuente: Grupo SIG – Facilidades, Petroamazonas EP

La columna estratigráfica del campo Tuich se muestra en la Fig. #28.

Fig. # 28 Columna Estratigráfica del Campo Tuich

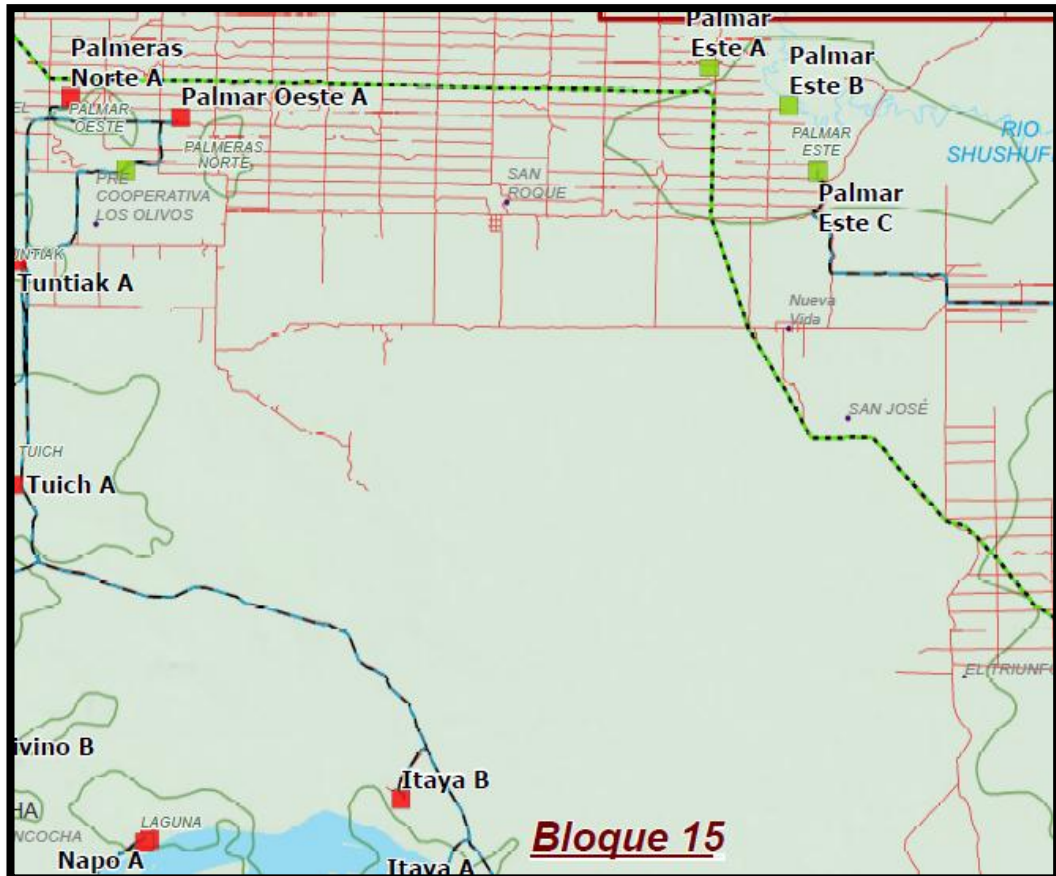
|                     |                         | Weatherford |           | COLUMNA ESTRATIGRAFICA DEL CAMPO TUICH |                          |          | PETROAMAZONAS EP   |       |     |  |  |  |
|---------------------|-------------------------|-------------|-----------|--|--------------------------|----------|--|-------|-----|--|--|--|
| CRONO-ESTRATIGRAFIA |                         | FORMACION   | LITOLOGIA | MIEMBRO                                |                          |          | PROFUNDIDAD (PIES) Cuttings<br>verticalizados con Survey's |       |     | PROFUNDIDAD (PIES) Wireline<br>verticalizados con Survey's |  |  |
| PERIODO             | PLIOCENO                |             |           |  | MD                       | TVD      | TVD SS   | MD    | TVD | TVD SS   |  |  |
|                     | MIOCENO                 | CHALCANA    |           |  | CHALCANA SUPERIOR        | 2675     | 2637   | -1787 |     |  |  |  |
|                     |                         |             |           | CHALCANA INFERIOR                      | 3947                     | 3747     | -2897  |       |     |  |  |  |
| PALEOCENO           | Oligoceno               | ORTEGUAZA   |           | ORTEGUAZA                              | 5789                     | 5218     | -4368  |       |     |  |  |  |
|                     |                         |             |           |  | TIYUYACU                 | 6874     | 6086   | -5236 |     |  |  |  |
|                     | Eoceno                  | TIYUYACU    |           | CONGL. SUP. TIYUYACU                   | 7095                     | 6265     | -5415  |       |     |  |  |  |
|                     |                         |             |           |  | CONGL. INFERIOR TIYUYACU | 8522     | 7420   | -6570 |     |  |  |  |
| Paloceno            | TENA                    |             | TENA      | 8910                                   | 7733                     | -6883    |  |       |     |  |  |  |
| CRETACEO            | TARDIO                  |             |           | FORMACION NAPO                         | 9728                     | 8401     | -7551  |       |     |  |  |  |
|                     |                         |             |           | ARENISCA "M-1"                         | 9728                     | 8401     | -7551  |       |     |  |  |  |
|                     |                         |             |           | LUTITA NAPO                            | 9790                     | 8450     | -7800  |       |     |  |  |  |
|                     |                         |             |           | CALIZA "M1"                            | 10148                    | 8743     | -7893  |       |     |  |  |  |
|                     |                         |             |           | CALIZA "M2"                            | 10450                    | 9002     | -8152  |       |     |  |  |  |
|                     | TEMPRANO                | NAPO        |           | "M-2" SANDSTONE                        | 10480                    | 9028     | -8178  |       |     |  |  |  |
|                     |                         |             |           | CALIZA "A"                             | 10506                    | 9051     | -8201  |       |     |  |  |  |
|                     |                         |             |           | ARENISCA "U" SUPERIOR                  | 10548                    | 9087     | -8237  |       |     |  |  |  |
|                     |                         |             |           | ARENISCA "U" MEDIA                     | 10648                    | 9175     | -8325  |       |     |  |  |  |
|                     |                         |             |           | ARENISCA "U" INFERIOR                  | 10698                    | 9219     | -8369  |       |     |  |  |  |
|                     |                         |             |           | BASE "U" INFERIOR                      | 10767                    | 9279     | -8429  |       |     |  |  |  |
|                     |                         |             |           | CALIZA "B"                             | 10780                    | 9290     | -8440  |       |     |  |  |  |
|                     |                         |             |           | ARENISCA "T" SUPERIOR                  | 10873                    | 9371     | -8521  |       |     |  |  |  |
|                     |                         |             |           | MAIN "T" SANDSTONE                     | 11000                    | 9482     | -8632  |       |     |  |  |  |
|                     | MAIN "T" SANDSTONE BASE |             |           |  |                          |          |  |       |     |  |  |  |
|                     | BASAL NAPO              | 11102       | 9570      | -8720                                  |                          |          |  |       |     |  |  |  |
|                     | CALIZA "C"              |             |           |  |                          |          |  |       |     |  |  |  |
|                     | PROFUNDIDAD TOTAL       |             |           | 11160                                  | 9621                     | -8771.14 |  |       |     |  |  |  |

Fuente: Departamento de Geología, Baker Hughes

### 1.6.13 Campo Palmeras Norte

El campo Palmeras Norte (Fig. #29) se encuentra ubicado en el bloque 15, el cual es operado por Petroamazonas al este del campo Palmar Este y al sur del campo Tuich.

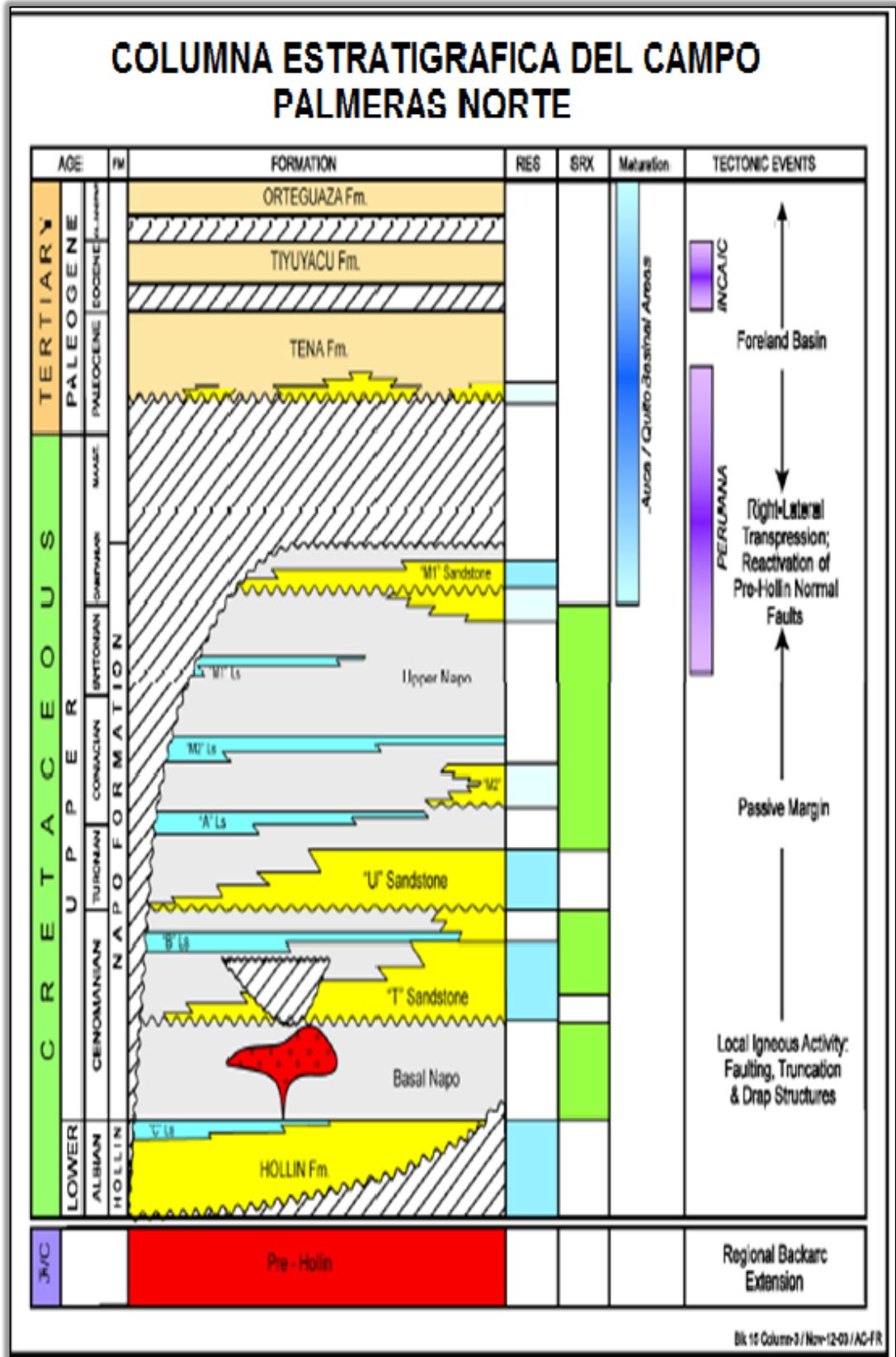
Fig. # 29 Mapa de Ubicación del Campo Palmeras Norte



Fuente: Grupo SIG - Facilidades Petroamazonas EP

La columna estratigráfica del campo Palmeras Norte se muestra en la Fig. # 30.

Fig. # 30 Columna Estratigráfica del Campo Palmeras Norte

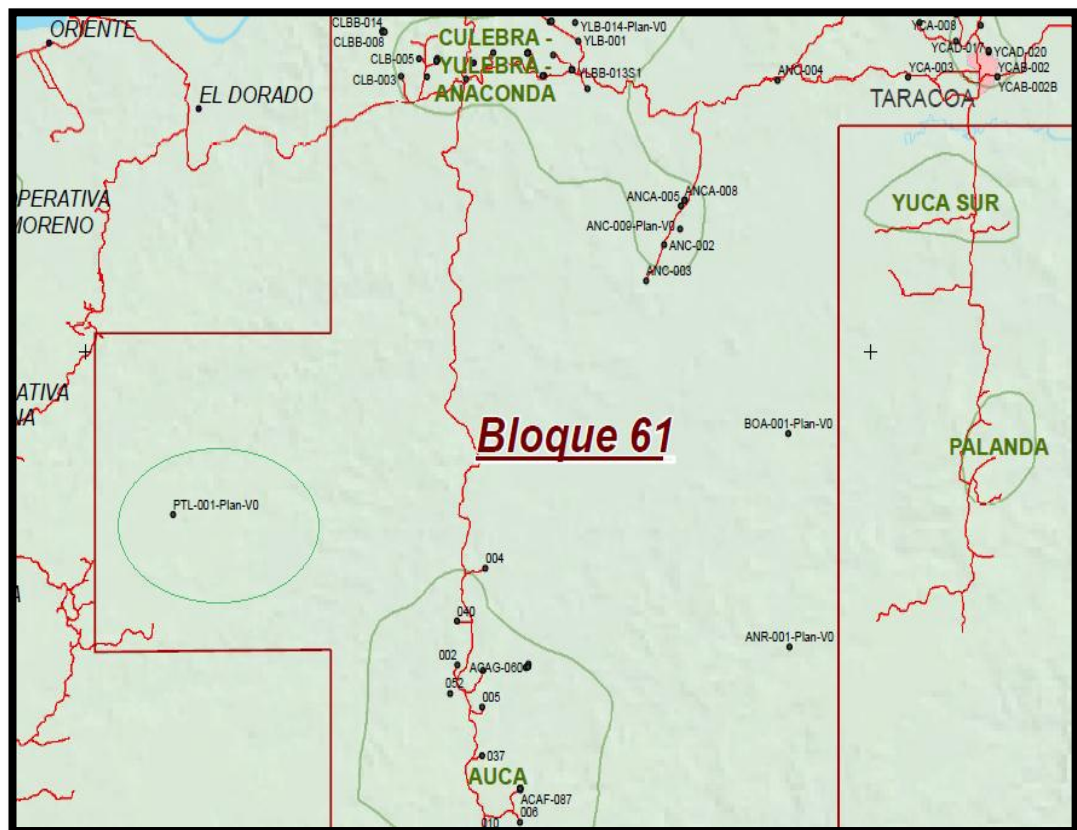


Fuente: Departamento de Geología, Baker Hughes

### 1.6.14 Campo Pitalala

El campo Pitalala (Fig. #31) se encuentra ubicado en el bloque 61 operado por Petroamazonas al noroeste del campo Culebra-Yulebra-Anaconda, al este del campo Palanda, al noreste del campo Lobo y al sur del campo Puma.

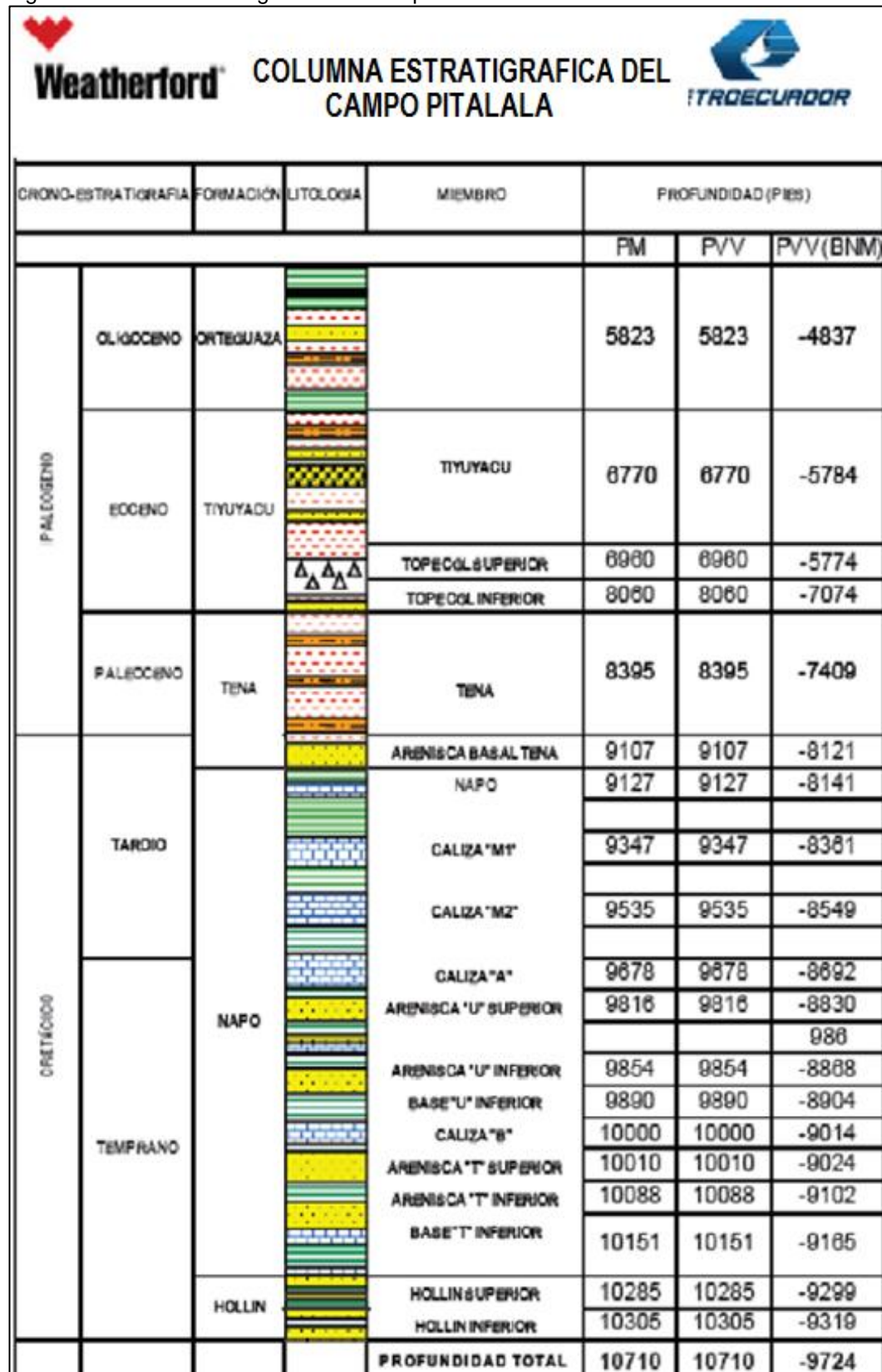
Fig. # 31 Mapa de Ubicación del Campo Pitalala



Fuente: Grupo SIG – Facilidades, Petroamazonas EP

La columna estratigráfica del campo Pitalala se muestra en la Fig. #32.

Fig. # 32 Columna Estratigráfica del Campo Pitalala

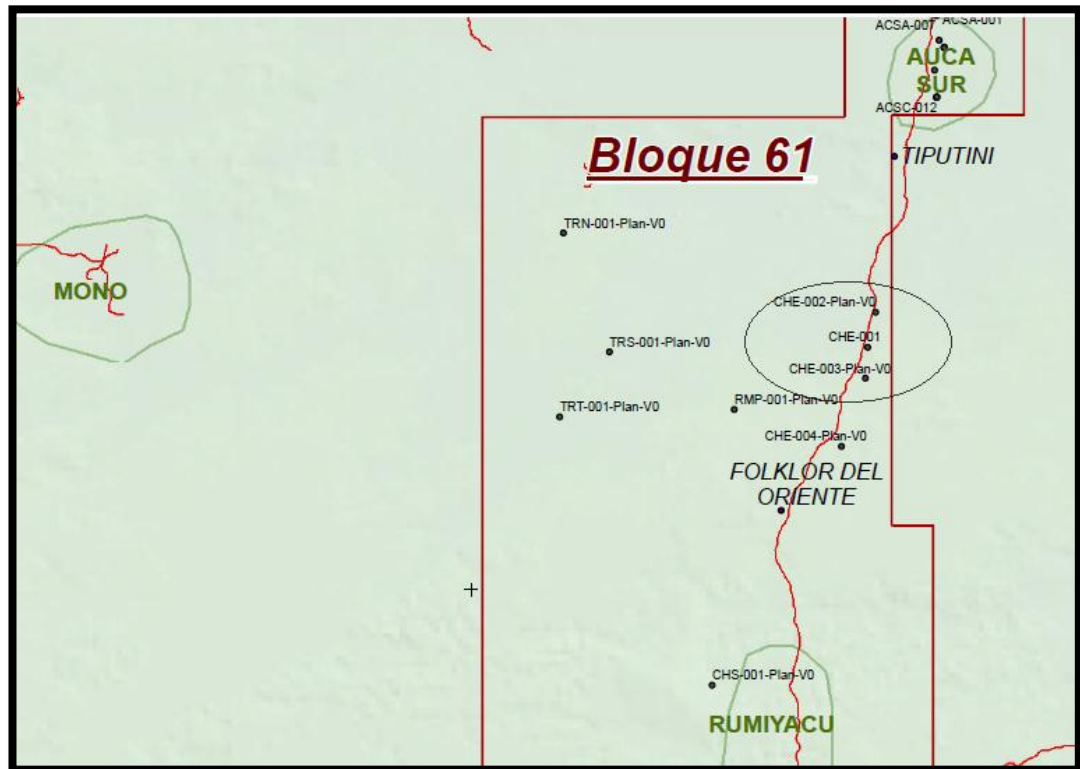


Fuente: Departamento de Geología, Baker Hughes

### 1.6.15 Campo Chonta

El campo Chonta (Fig. #33) se encuentra ubicado en el bloque 61 operado por Petroamazonas al norte del campo Auca, al sur del campo Rumiayacu, al este del campo Mono y al oeste del campo Shiripuno Centro.

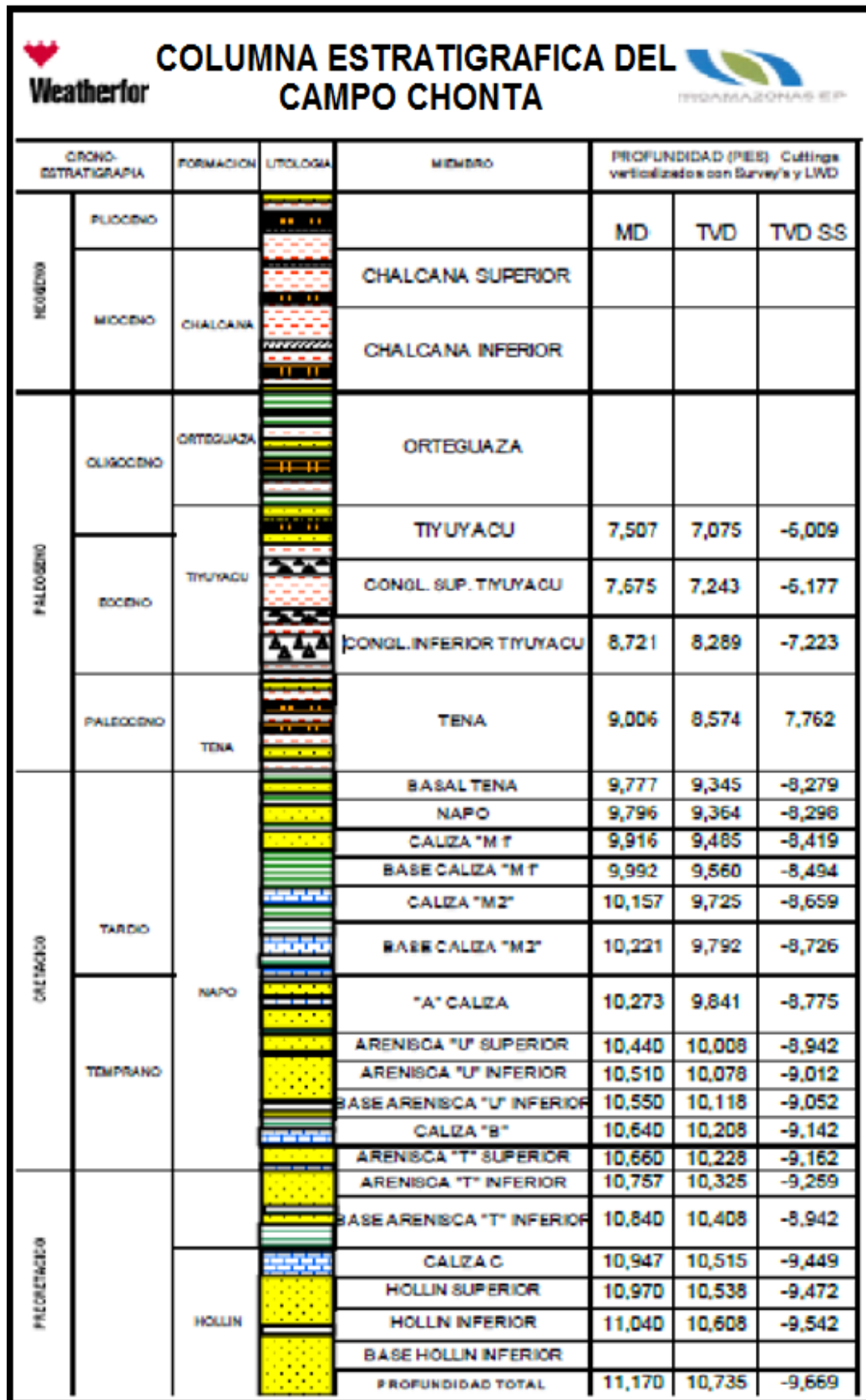
Fig. # 33 Mapa de Ubicación del Campo Chonta



Fuente: Grupo SIG – Facilidades, Petroamazonas EP

La columna estratigráfica del campo Chonta se muestra en la Fig. #34.

Fig. # 34 Columna Estratigráfica del Campo Chonta



Fuente: Departamento de Geología, Baker Hughes

## CAPÍTULO II

### 2 INFORMACIÓN GENERAL DE LA PERFORACIÓN

#### 2.1 Procedimiento de perforación en pozos en tierra

El contratista desplaza el equipo de perforación hasta la localización y un agrimensor certifica su posición. A medida que la cuadrilla de perforación monta el equipo, las distintas secciones de la tubería guía, de gran diámetro, se sueldan entre sí y se hincan en el terreno; generalmente, hasta alcanzar un punto de rechazo, más allá del cual no pueden avanzar. En el extremo superior de la tubería guía, se fija un cabezal de pozo.

En la plataforma, la cuadrilla de perforación arma el BHA, que consta de una barrena, portamechas (lastrabarrenas), estabilizadores y, en ciertos casos, un rectificador. Al BHA, se le puede incorporar sensores de adquisición de registros durante la perforación (LWD), un motor de lodo y un sistema para direccionar la barrena a lo largo de la trayectoria especificada. El BHA puede pasar de un tramo del pozo a otro para incrementar, mantener o reducir su ángulo de inclinación.

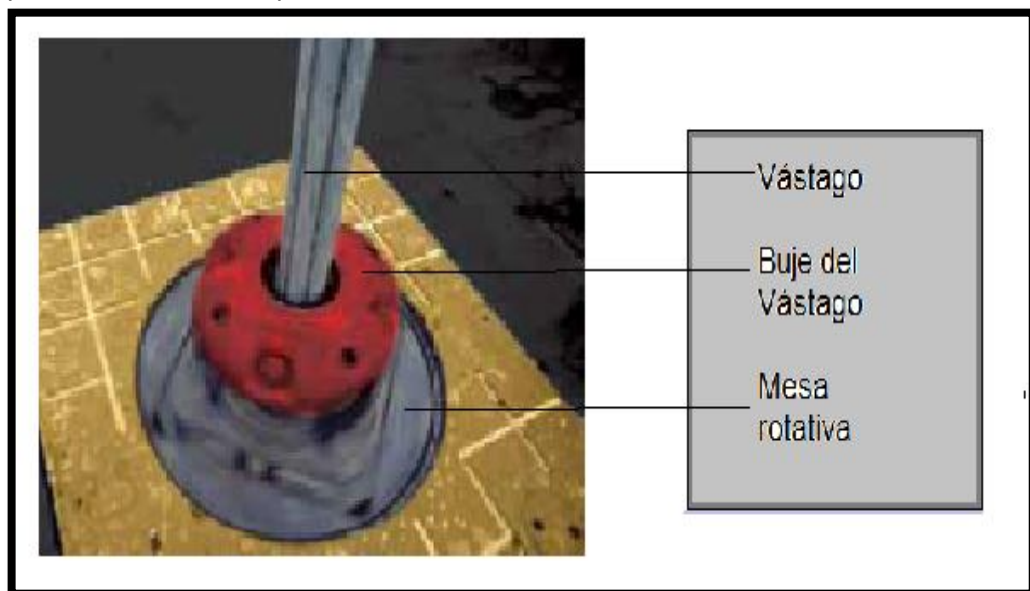
Cada pieza del BHA está diseñada para desempeñar un rol específico. Los *portamechas* —secciones de tuberías pesadas y de paredes gruesas— proporcionan rigidez y peso para evitar la flexión de la columna de perforación.

Los estabilizadores incrementan la rigidez del BHA para prevenir las vibraciones y mantener la trayectoria. En ciertas formaciones, se emplea rectificadores especiales para mantener el pozo en calibre apropiado o ensancharlo más allá del diámetro de la barrena y para ayudar a reducir el torque y el arrastre. A su vez, el BHA se conecta a los elementos

tubulares de 9,5 m [31 pies] de la columna de perforación pesada, que constituyen una transición entre los portamechas del BHA y la columna de perforación estándar utilizada para armar la *sarta de perforación* que acciona la barrena.

El BHA se baja a través de la plataforma de perforación, cabezal del pozo y hacia el interior de la tubería guía. Una vez que la barrena se encuentra en el fondo, una tubería de forma hexagonal o cuadrada, conocida como *vástago*, se enrosca en el elemento tubular superior extremo de la columna de perforación.

Fig. # 35 Buje del vástago de perforación. El vástago se fija a través del centro del buje, que rota cuando se acopla la mesa rotativa



Fuente: Schlumberger, Matt Varhaug Editor senior

El vástago de perforación (Fig. #35) se inserta en el buje (KB) y se acopla a la unidad de mando rotativa del equipo de perforación. La mesa rotativa hace girar el KB, que, a su vez, rota el vástago de perforación (arriba). La sarta de tubería rota (girando hacia la derecha en el sentido de las agujas del reloj) y comienza la perforación. El inicio de esta operación se conoce en inglés como *spudding in*, y, al igual que la fecha de nacimiento

de una persona, se registra como la fecha de inicio de la perforación del pozo.

A medida que la barrena penetra más profundamente en el subsuelo, cada tramo adicional de la columna de perforación se conecta al elemento tubular anterior y la sarta de perforación se vuelve cada vez más larga. Para enfriar y lubricar la barrena, se bombea fluido de perforación, o lodo, en el fondo del pozo.

El lodo también transporta los recortes de roca generados por la barrena. Los fluidos de perforación habitualmente consisten en una fórmula especial de agua o una fase continua no acuosa mezclada con barita en polvo y otros aditivos para controlar la reología del lodo. (A veces, se emplea agua en las partes superiores de un pozo).

Mediante bombas de alta presión, se extrae el lodo de los tanques de superficie y se envía por el centro de la columna de perforación. El lodo se descarga a través de las boquillas situadas en el frente de la barrena. La presión de la bomba impulsa el lodo hacia arriba, a lo largo del exterior de la columna de perforación y, luego, éste llega a la superficie a través del espacio anular existente entre la columna de perforación y la tubería de revestimiento, y emerge a través de una línea de flujo instalada por encima del preventor de reventones (BOP). El lodo pasa por un cedazo (filtro) de mallas situado en la zaranda vibratoria (temblorina); allí, los recortes de la formación son separados del lodo líquido, que cae en los tanques de lodo a través de los cedazos antes de volver a circular en el pozo. El fluido de perforación es vital para mantener el control del pozo. El lodo se bombea en el fondo para compensar los incrementos de la presión, que, de otro modo, obligarían a los fluidos de formación a ingresar al pozo, lo cual produciría un peligroso golpe de presión o, incluso, un reventón. No obstante, la presión ejercida por el lodo no debe ser tan alta como para fracturar la roca propiamente dicha, lo que

reduciría la presión del lodo. La presión ejercida por el lodo es principalmente función de la densidad, que, generalmente, se ajusta mediante el control de la cantidad de barita u otros espesantes del sistema.

La presión en general se incrementa con la profundidad, de modo que la densidad del lodo también debe incrementarse con la profundidad. El proceso de perforación normalmente sigue adelante hasta que incrementos adicionales de la densidad fracturarían la formación, punto en el cual se coloca la tubería de revestimiento.

### **2.1.1 Ejecución de maniobras con la barrena**

Las superficies de corte de la barrena se desgastan gradualmente a medida que trituran la roca, lo cual disminuye la velocidad de penetración (ROP).

Tarde o temprano, la barrena gastada debe ser reemplazada por una nueva. Esto exige que la cuadrilla de perforación extraiga la sarta de perforación o que se ejecute un viaje de salida del pozo. Primero, el lodo se hace circular para llevar los recortes y el gas a la superficie; proceso que se conoce como circulación de los recortes a la superficie. A continuación, el personal de la torre desconecta el vástago de la sarta de perforación y engancha el elemento tubular superior extremo de la indicada sarta con los elevadores de la torre usando las abrazaderas metálicas para levantar la tubería.

El perforador controla el malacate que hace subir los elevadores hacia el interior de la torre.

La sarta de perforación se extrae del pozo un tiro por vez. En la mayoría de los equipos de perforación, un tiro consta de tres elementos tubulares

de la columna conectados entre sí. Algunos equipos de perforación sólo pueden subir tiros de dos elementos tubulares; otros, suben tiros de cuatro elementos tubulares; esto depende de la altura de la torre. Cada uno de los tiros se desenrosca de la sarta de perforación y, luego, se dispone verticalmente en filas, con la guía del enganchador.

El último tiro lleva la barrena a la superficie, la cual se desconecta del BHA y se clasifica según el desgaste. Una barrena nueva se conecta en la base del BHA y el proceso se invierte. El proceso completo —el viaje de salida y nueva entrada del pozo— se denomina viaje de ida y vuelta

### **2.1.2 Profundidad de entubación**

Tarde o temprano, la mayoría de los pozos requiere una forma de prevenir el colapso de la formación de manera que pueda continuar la perforación. El lodo de perforación, bombeado por el pozo para ejercer presión hacia afuera contra la pared, es efectivo sólo hasta un cierto punto. Luego, debe bajarse y cementarse la tubería de revestimiento de acero para estabilizar la pared del pozo.

El perforador hace circular todos los recortes a la superficie y la columna de perforación se extrae del pozo. La sección de agujero descubierto generalmente se evalúa utilizando herramientas de adquisición de registros de pozos operadas con cable. Una vez concluida la operación de adquisición de registros, una cuadrilla baja la tubería de revestimiento hasta el fondo del pozo (Fig. #36), cuyo diámetro es menor que la barrena, es bajada al pozo en un proceso similar al de ejecución de conexiones con la columna de perforación.

Los centralizadores instalados a intervalos regulares a lo largo del exterior de la sarta de entubación aseguran que exista la separación correcta entre la tubería de revestimiento y la formación para permitir el pasaje del cemento durante las operaciones subsiguientes. Se bombea una lechada

de cemento a través del centro de la sarta de entubación y del fondo, y, de regreso, por el espacio anular existente entre la tubería de revestimiento y el pozo. Y, mientras el cemento se endurece, se mantiene la presión sobre éste.

Fig. # 36 Perfil del pozo. Para perforar un pozo, se utiliza barrenas y sartas de entubación de diámetro cada vez más pequeño, lo que genera un perfil telescópico.



Fuente: Schlumberger, Matt Varhaug Editor senior

### 2.1.3 Prueba de pérdida de fluido

La integridad de la operación de cementación y de la formación que se encuentra por debajo de la tubería de revestimiento se evalúa mediante la ejecución de una *prueba de pérdida de fluido* (LOT), la cual se lleva a cabo inmediatamente después de reperforar desde debajo de la tubería de revestimiento para obtener una estimación crítica de los límites de la densidad del lodo que puede utilizarse para perforar en forma segura hasta la profundidad de entubación siguiente.

Después de perforar a través del cemento, en la zapata de entubación y a través de aproximadamente 3 a 6 m [10 a 20 pies] de formación nueva, el perforador hace circular los recortes a la superficie para confirmar que la barrena ha penetrado la formación nueva. Luego, el pozo se cierra y, en su interior, se bombea el fluido de perforación para incrementar gradualmente la presión contra la formación. El incremento o reducción de la presión indicará si el fluido de perforación se ha perdido o ha ingresado en la formación.

Los resultados de la prueba LOT dictaminan el valor máximo de presión o densidad del lodo que puede aplicarse en el fondo del pozo durante la perforación antes de colocar la tubería de revestimiento. La presión de operación máxima es fijada normalmente un poco por debajo del resultado de la prueba de pérdida de fluido para mantener un factor de seguridad pequeño. El ciclo de perforación, viajes de entrada y salida, y entubación del pozo, continúa hasta que el pozo alcanza la TD.

#### **2.1.4 Tecnologías en evolución**

La tendencia en perforación ha evolucionado, desde los pozos verticales hasta los pozos direccionales, y los pozos horizontales se han vuelto muy comunes, en gran medida gracias a los sistemas rotativos direccionales.

Conforme los ambientes y los objetivos de perforación se vuelven más desafiantes, los avances registrados en los sistemas direccionales y LWD están ayudando a los perforadores a modificar las trayectorias de los pozos y mantenerse en la zona para alcanzar múltiples objetivos. Los pozos pueden ser perforados utilizando técnicas de bajo balance o de manejo de la presión para evitar el daño de la formación. Ahora, en vez de simplemente perforar agujeros con la mayor rapidez posible, las cuadrillas altamente calificadas perforan pozos que toleran los esfuerzos impuestos por el subsuelo y los procesos de producción, con lo cual crean

pozos que pueden producir y ser registrados y terminados en forma segura.

## **2.2 ¿Qué es Optimización y por qué se debe optimizar?**

Optimizar, según Webster, significa: “Para hacer lo más perfecto, eficaz o funcional como sea posible.” Esto, por supuesto, debería ser como objetivo principal en cualquier esfuerzo de perforación.

Optimización, para el punto de vista de la perforación de pozos, es:

- Menor costo de perforación.
- Menos días de perforación.
- Operación más segura.
- Un mejor pozo.

Una manera de optimizar, desde luego, es perforar muchos pozos. De esta manera, por la experiencia y aprendizaje de los errores, eventualmente podemos optimizar el procedimiento de perforación a un punto en que sería difícil de mejorar. Sin embargo, la manera más rentable de beneficiarse del análisis de los registros de desplazamiento o pozos cercanos es revisando y dando lo mejor de sus buenas selecciones, así como de sus errores.

### **2.2.1 Pasos y procedimientos de optimización**

Un sumario del proceso de perforación optimizado (orden de la planificación) se enumera a continuación. Recopilar datos para pozos offset y propuestos. Los datos requeridos serían: registros de brocas, registros de recapitulación de lodos, registros (lodo y wireline), informes resumidos del problema del pozo, informes de evaluación posterior (si está disponible), sección geológica atravesada y catálogos, etc.

La perforación prefiere tener una sección transversal geológica de los pozos utilizados para la optimización. La razón es para que podamos determinar si el pozo propuesto tiene buzamiento abajo, buzamiento arriba o la misma profundidad. Con esta información, la perforabilidad del pozo propuesto puede ser proyectada con mayor precisión. Si el buzamiento es hacia abajo, la sobrecarga hará que la roca tenga una mayor compactación, por lo que conduce a una perforación más lenta. Del mismo modo, si el buzamiento es hacia arriba, habrá menos sobrecarga y la perforación será más rápida.

- Analizar la data.
- Seleccionar y crear el control del registro.
- Normalizar los datos y seleccionar el control de brocas. Datos de lodos que pueden ser examinados para la toma de decisiones técnicas (balance de materiales, temperaturas, presiones, etc.).
- Realizar registros de control y selección de intervalos, perforabilidad. Los registros offset pueden ser utilizados para seleccionar intervalos de perforabilidad.
- Tomar el material compuesto de la broca desde el paso 5 y tratar de mejorar el lodo y la hidráulica en esas brocas para mejorar aún más la perforabilidad / rendimiento.
- Definir el programa propuesto de instalación del casing.
- Definir las especificaciones y límites de los equipos de perforación. Prestar atención al supervisor del equipo de perforación, capacidad de carga del taladro, bombas de lodo, sistemas de lodo, potencia Drawwork, potencia de rotación y sarta de perforación.
- Generar un programa óptimo de hidráulica.
- Generar el programa óptimo de brocas (tipos de brocas y PESO/RPM).
- Ajustar el programa de perforación para problemas especiales (planes direccionales).
- Tomar decisiones óptimas respecto al control de registros.

- Finalizar el plan del pozo y ceder a la gerencia, jefe de perforación, contratistas. Sostener una reunión de trabajo con la gente de campo para implementar el programa.

## **2.3 Descripción de tiempos de perforación**

### **2.3.1 ¿Qué son NPT?**

La mejor definición en la industria petrolera sería aquel tiempo donde no haya avance de perforación (aunque, hoy, cada operador tiene sus estándares de definición).

Los principales causantes son:

- Inestabilidad de hoyo/agujero.
- Viajes de reconocimiento.
- Fallas de herramientas de terceros.
- Falla de tubería de perforación.
- Bajadas de tuberías de revestimiento.
- Logística / mal tiempo.
- Fallas en equipo de perforación.
- Problemas direccionales.
- Decisiones erradas.
- Operaciones de pesca.

¿La medición de los tiempos no productivos en la perforación de pozos petroleros cambiará el enfoque en los años próximos?

Actualmente y en el pasado, el enfoque estaba en el Tiempo No productivo (NPT).

El NPT ha sido la medida favorita de la industria del petróleo por una razón. La mayoría de los estudios demostró que entre el 15% - 20% del

total del tiempo de perforación como NPT no estaba en los planes. La preocupación es que, si los contratistas y los grupos que perforan se centran en la reducción de NPT, el comportamiento que pudo ser desarrollado e implementado podría estar lejos del valor actual/real. La economía que se tendría en la perforación de pozos se basaría en los parámetros siguientes:

- Seguridad.
- Rapidez.
- Bajos costos.

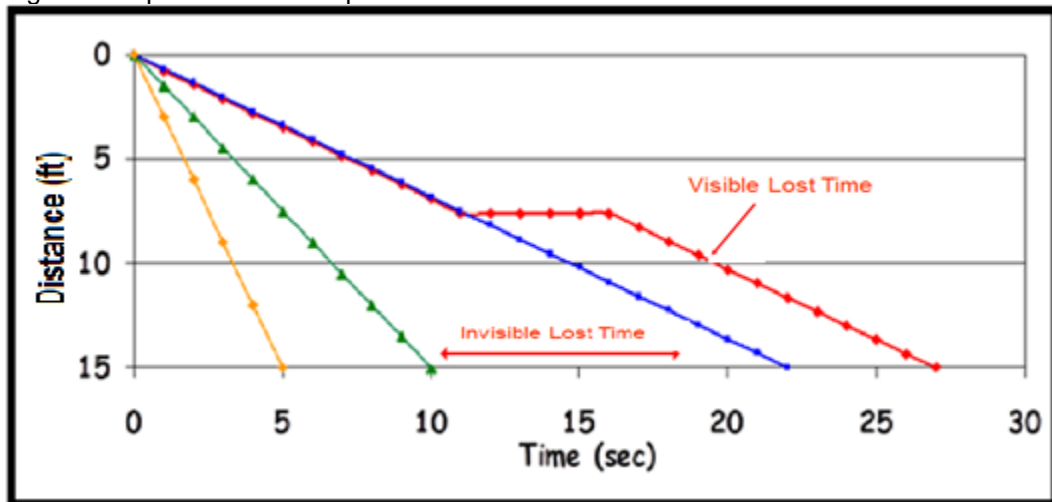
El NPT puede ser reducido a través de: 1) La reducción al mínimo de los problemas en pozos y 2) Mejor comunicación entre las compañías de petróleo. La industria y los contratistas de servicio también llevan un porcentaje del problema, referente a la confiabilidad de la herramienta y al control de calidad de la fabricación. En la perforación de pozos petroleros, hay que comprobar si la calidad de las herramientas es la causa del NPT. Las compañías petroleras necesitarán tomar un papel más proactivo en el control de calidad de la fabricación de las herramientas o las compañías de servicio tendrán que aumentar el costo si la expectativa está para que tales valores alcancen el precio de NPT.

### **2.3.2 ¿Qué son tiempos invisibles?**

Este rimado puede ser innecesario, las malas labores de conexión de tubería, tasas de penetración (ROP) sub óptimo, viajes de brocas, etc., que se añadirá al tiempo de perforación, quedarían registrados como una operación planificada normal y, por lo tanto, invisible.

El siguiente gráfico (Fig. #37) es un registro de tiempo para pasar al frente del curso de entrenamiento.

Fig. # 37 Explicación de tiempos invisibles



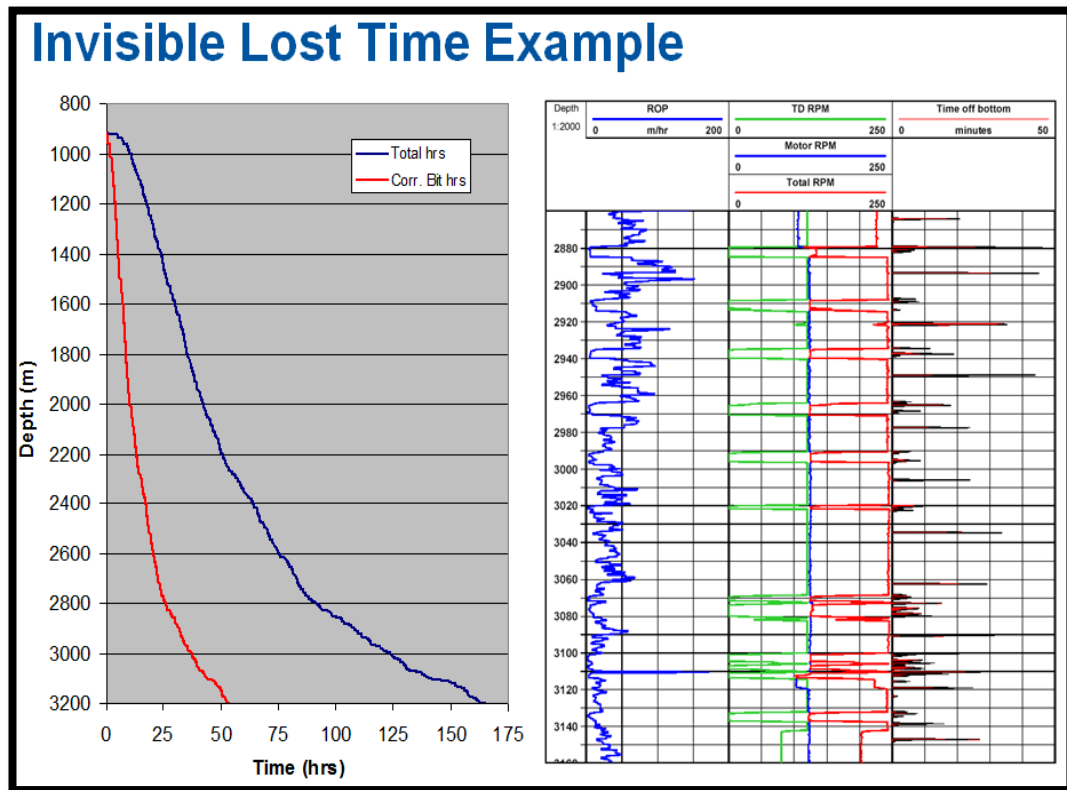
Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes

Este ejercicio aclarará diferencias entre tiempos perdidos visibles e invisibles.

En la curva amarilla y verde, se aprecia que no se involucra tiempo perdido visible e invisible. En estas curvas, se realiza operaciones, las cuales pueden ser rectificadas antes de llevar a cabo el proceso de perforación o acataron el plan direccional dado por la empresa prestadora de servicios.

En la curva azul, el plan direccional que estaba previsto para realizar las prácticas operacionales se salió del plan. La curva roja indica las operaciones que se realizó por diversos inconvenientes, como por ejemplo, falla de herramientas direccionales, bombas, componentes del taladro que se utiliza en el proceso de perforación (tiempo perdido visible). Entre las curvas verde y azul, se aprecia un ejemplo de tiempo perdido invisible. La curva azul tiene mayor tiempo en el proceso de las operaciones, las cuales están en perforar, tiempos planos (bajadas de revestidor, registros y cementar el casing), diversos ensambles de fondo (BHA). En la Fig. # 38 se muestra un ejemplo de tiempos invisibles.

Fig. # 38 Ejemplo de tiempos invisibles



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes

Perfil S desviado en el hoyo 17 ½” con broca PDC.

Se puede atribuir la creciente separación entre las horas de brocas y el total de horas de conexiones más largas – la tasa de penetración (ROP), en horas en que rota la broca no muestra pérdida significativa de velocidad.

Los datos de profundidad, basados en el tiempo fuera de fondo registrado por intervalo de profundidad (1m), muestran el aumento de incidencia del tiempo fuera de fondo durante las fases de deslizamiento – relacionado con problemas de control del tool face.

Se debe investigar más el uso de los datos de tiempo, basado en que el operador decide aumentar el rimado y circulando en las conexiones

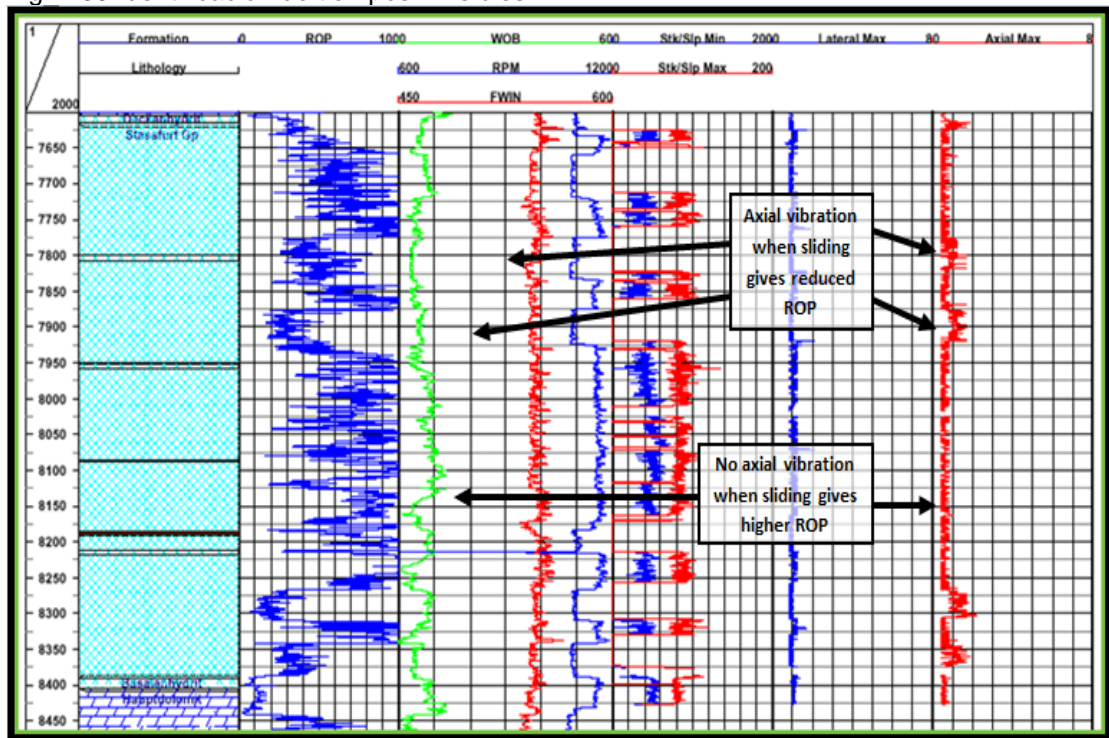
porque esto podría mejorar la limpieza del pozo y transferir peso a la broca.

El inconveniente estaría solucionado con adecuado torque e instalando una mejor broca.

### 2.3.2.1 Identificando los tiempos invisibles

En un análisis de datos de profundidad, se mostrará los tiempos invisibles (Fig. #39) durante las operaciones de perforación y se tomará en cuenta los datos de profundidad y tiempo como sean requeridos.

Fig. # 39 Identificación de tiempos invisibles



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes

El rendimiento sub óptimo vinculado a la disfunción de perforación - vibraciones axiales más de la mitad ROP, indica que, mientras existan más vibraciones, habrá menor tasa de penetración.

Basado en los datos de tiempo, también muestran tiempos fuera de fondo cuando perforan, los cuales pueden ser registrados como tiempo perdido

invisible, por ejemplo, cuando se trata del control del tool face mientras se desliza, puede resultar en tiempo fuera de fondo, lo cual sería significativo para restablecer el tool face, pero esta información no es evidente en los datos de profundidad con base.

## **2.4 Descripción de la curva de profundidad vs tiempo**

En la curva de profundidad vs tiempo (Fig. #40), se integran los códigos, tiempo planeado, entradas diarias, tubería, total de tiempos no productivos, tiempos no productivos de las diversas compañías y curva de tiempos. Se explica estos ítems a continuación:

**Códigos:** Cada número o código tienen su respectivo significado en el proceso de la perforación, los cuales tienen operaciones normales o tiempos productivos que van del código 1 al 24, por ejemplo, el código 14 (Armar/ desarmar y bajar registros), y tiempos no productivos que van del código 25 al 45, como por ejemplo, el código 30 (Problemas de motor, MWD).

**Tiempo Planeado:** Calculan todos los tiempos en cada sección, ya sea armando, subiendo, bajando BHA, cambio de la broca, circulación, viajes, bajada de tuberías, tomas de registros, cementaciones, armado de BOP para diferentes secciones y asentamiento de línea. Todos estos tiempos son calculados por las líneas de servicio para el respectivo pozo.

**Entradas Diarias:** En este ítem, se reporta fecha, hora, tiempo que demora esa operación, profundidad, tamaño del hoyo en el que se perfora con sus respectivos códigos; este ítem almacena la información completa del pozo, las actividades normales que se lleva a cabo, los problemas que tuvieron durante el proceso y la cantidad de tiempo improductivo ya sea del taladro, hoyo o alguna herramienta en el fondo del pozo.

**La Tubería:** Se selecciona el diámetro de la tubería para la sección, esto es desde donde comienza hasta que termina la sección indicada.

**Total de los Tiempos No Productivos:** En este ítem, se reporta todos los tiempos que no se había planeado o no estaban dentro del plan indicado en dicho pozo.

**Tiempos No Productivos de las diversas compañías:** Los tiempos reportados están asignados a cada una de las líneas de las diferentes compañías de servicio para, luego, poder negociar esos tiempos no productivos (NPT), de manera que, si hubo problemas en brocas, esa compañía que estuvo direccionando en esa línea deberá negociar esos tiempos.

**Curva de profundidad vs tiempo:** Para trazar la curva, se necesita información de los anteriores ítems, donde se describe en qué tiempo va avanzando la perforación, diferentes tipos de viajes, tiempos no productivos, sección que se está perforando, corrida de registros, tiempo en bajar casing. Además de crear la curva real, se tiene una curva del plan, la cual indica el tiempo que se demora en perforar cada una de las secciones. También, dice en qué forma se va a direccionar el pozo, si es tipo Vertical, S, J o H. En la curva, describe a qué profundidad está el tope de cada revestidor o liner.



## **CAPÍTULO III**

### **3 METODOLOGÍA**

La metodología se efectuó para identificar los principales factores que retrasan las operaciones de perforación, a través de la utilización de cálculos estadísticos que permitieron realizar evaluaciones y comparaciones entre las áreas operacionales de estudio, con la finalidad de disminuir los tiempos de perforación depurando las actividades y encaminando las operaciones hacia una mejora en la productividad y en las ganancias.

Lo que se busca es estandarizar las operaciones de perforación en las áreas estudiadas, a partir de actividades no productivas que posean mayor índice de frecuencias mediante la obtención de parámetros que funcionen como bases para futuras perforaciones de pozos.

#### **3.1 Información a analizar**

Esta fase de la metodología tiene como meta agrupar la información requerida para realizar la evaluación estadística.

El trabajo consiste en recopilar la información necesaria para poder establecer un pozo ideal y, a continuación, se describirá el proceso que se llevará a cabo:

Recopilar la información de los diferentes pozos gerenciados por Baker Hughes para proceder a llenar los datos en una tabla de Excel, en la cual se describirá paso a paso. En las respectivas líneas KPI drill bits, KPI

fluids y KPI services, donde, en cada uno de ellos, se obtuvo los datos siguientes para la tabla asignada.

#### KPI DRILL BITS

Datos:

- Campo.
- Pozo.
- Tipo de pozo ya sea vertical, S, J.
- Taladro utilizado.
- Cliente.
- Fecha de terminación del pozo.
- Número de brocas y tiempo de perforación sin conexiones en las diferentes secciones (26", 16", 12 1/4", 8 1/2").

#### KPI DRILLING FLUIDS

Datos:

- Profundidad del casing.
- Píldoras.
- Número de viajes incluyendo cambio de brocas.
- Desplazamiento.
- Tiempos de rimados (horas).

#### KPI DRILL SERVICES

Datos:

- Anticolisión en la sección 16".
- Número de BHA's (ensamble de fondo del pozo) utilizados.
- DDI.

- Tiempos deslizados (horas).
- Pies deslizados (Ft).

En los reportes de perforación direccional, se encuentran los datos siguientes por secciones:

- Listados de surveys, en los cuales se determina la profundidad, así como los parámetros: inclinación mínima y máxima, azimuth mínimo y máximo, Dog Legs Severity (DLS) promedio dentro y fuera de rangos del plan, desviación estándar de rangos del plan.

En los reportes de perforación diarios, se encuentran los datos siguientes:

- Tiempos de cambio de fluido.
- Tiempos de cambio de brocas.
- Herramienta LWD (registrando mientras se perfora) en 12 ¼" y 8 ½"
- Herramienta RSS (sistema rotatorio direccional) en 12 ¼" y 8 ½"

En los reportes de fluidos, se puede hallar los diámetros de la tubería (drill pipe) ya sea de 5" ó 5 ½". A continuación, se tiene los archivos de curvas de tiempos de los pozos por secciones, de donde se obtiene datos como:

- Tiempos de circulación.
- Tiempos de viajes (acondicionamiento, calibración).
- Tiempos de registros eléctricos.
- Tiempos de bajada del casing.
- Tiempos de asentamiento y expansión del liner.
- Tiempos de cementación.
- Tiempos de armado del BOP y otros (trabaja en boca del pozo).

- Tiempos planos.
- NPT: se discretiza por código
- Tiempo total de las operaciones de perforación en el pozo.
- NPT Taladro.
- NPT Baker.
- NPT Otros.

### 3.2 Procesamiento de la información

La información se presenta en una tabla en Excel (Fig. #41), en la cual se describirá todos los ítems, se procedió a detallar para tener una mejor visualización en el respectivo análisis:

#### 3.2.1 Por tipo de pozo

Se indica las características, las cuales tienen sus respectivos desplazamientos (Tabla #1) con las diferentes secciones (26", 16", 12 ¼", 8 ½").

Tabla # 1 Por tipo de pozos, describiendo el desplazamiento

| TIPOS DE POZOS |                |
|----------------|----------------|
| POZOS          | DESPLAZAMIENTO |
| VERTICALES     |                |
| S              | ≥ CURVA = 0    |
| J              | VS < 2500      |
|                | VS 2501 ≤ 4000 |
|                | VS > 4000      |
| H              | SECCION 6 1/8" |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes

### 3.2.2 Por categoría

Luego, se procedió a describir por categorías (Tabla #2) para tener en cuenta qué características tienen los diferentes tipos de pozos con las diferentes secciones (26", 16", 12 ¼", 8 ½").

Tabla # 2 Por categoría

| TIPOS DE POZOS |           |                |
|----------------|-----------|----------------|
| POZOS          | CATEGORÍA | DESPLAZAMIENTO |
| VERTICALES     | 1         |                |
| S              | 2         | ≥ CURVA = 0    |
| J              | 3         | VS < 2500      |
|                | 4         | VS 2501 ≤ 4000 |
|                | 5         | VS > 4000      |
| H              | 6         | SECCION 6 1/8" |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes

### 3.2.3 Por campo

Para tener una mayor perspectiva de lo que desea realizar, se desarrolló por campo (Tabla #3) para determinar el número de los pozos con las diferentes secciones (26", 16", 12 ¼", 8 ½").

Tabla # 3 Por campo

| CAMPOS         | N° POZOS |
|----------------|----------|
| Paka Sur       | 1        |
| Palmeras Norte | 2        |
| Tuich          | 2        |

|             |    |
|-------------|----|
| Yanaquincha | 11 |
| Sansahuari  | 1  |
| Cuyabeno    | 2  |
| Sacha       | 17 |
| Palo Azul   | 2  |
| Pañacocha   | 8  |
| Tangay      | 3  |
| Tumali      | 3  |
| Auca        | 17 |
| Guanta      | 2  |
| Pitalala    | 1  |
| Pucuna      | 2  |
| Chonta      | 2  |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes

### 3.2.4 Por taladro

Finalmente, se estableció detallar por taladro (Tabla #4) de las diferentes secciones (26", 16", 12 ¼", 8 ½"), porque este formato da información completa de todos los pozos y es una manera más cómoda de obtener los análisis.

Tabla # 4 Por taladro

| RIG       | CAMPOS         |
|-----------|----------------|
| CCDC - 36 | Paka Sur       |
|           | Palmeras Norte |
|           | Tuich          |

|                    |             |
|--------------------|-------------|
|                    | Yanaquincha |
| <b>CCDC - 38</b>   | Sansahuari  |
| <b>CCDC - 39</b>   | Cuyabeno    |
| <b>CPV - 16</b>    | Sacha       |
| <b>HP - 121</b>    | Palo Azul   |
| <b>HP - 138</b>    | Pañacocha   |
|                    | Tangay      |
|                    | Tumali      |
| <b>SINOPEC 128</b> | Auca        |
|                    | Guanta      |
| <b>SINOPEC 219</b> | Auca        |
|                    | Pitalala    |
|                    | Pucuna      |
| <b>SINOPEC 248</b> | Auca        |
|                    | Chonta      |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes

### 3.3 Análisis de la información

El análisis correspondiente se lo realizó en Excel mediante la opción de PivotTable (Fig. #41), donde se procedió a detallar toda la información por taladro, donde involucra el campo, tipo de pozo y secciones, etc.



Descripción de los ILT.

Se obtiene realizando cálculos de tiempos de proyectos donde se va a utilizar la formula siguiente:

$$(min + max + 4 * promedio)/6$$

Dónde:

Min: valor mínimo de los pozos del taladro a realizarse.

Max: valor máximo de los pozos del taladro a utilizarse,

Promedio: valor promedio de los pozos del taladro.

Esta es una estimación de tres valores, la cual es más precisa que una estimación única ya que considera riesgos asociados a la actividad, tomando en cuenta también valores máximos y mínimos. Se realiza un promedio aritmético de las tres estimaciones y se toma como referente de la duración de la actividad. Con esto, se define una línea base donde se indicará cuáles son los valores que se exceden de ese tiempo definido.

Luego que se ha realizado este procedimiento para cada sección y categoría del taladro, se procede por categoría, uniendo todas las secciones de cada pozo para, al final, poder graficar, mediante histogramas en columnas y pastel, los diferentes tiempos productivos, invisibles y no productivos, para optimizar la mayor cantidad de estos tiempos y llegar al objetivo, esto es, construir un pozo ideal.

Se realizó una evaluación de las mejoras y optimizaciones que aportan las líneas de servicio para llegar a cumplir el objetivo.

# CAPÍTULO IV

## 4 PROCESAMIENTO DE DATOS

### 4.1 Descripción por Taladro

Se detalla de esta manera porque es una de las opciones donde se va a encontrar en qué campos operan dichos taladros y de cómo mejoran las operaciones en cada una de las líneas de servicio.

Para cumplir con este objetivo, se realizó lo siguiente:

- Obtención de toda la información que se ingresa en un documento de Excel y se elaboró una tabla dinámica donde se obtuvo toda la información requerida, para luego proceder a confeccionar varias tablas para el respectivo análisis de los taladros siguientes.

A continuación, se presenta los códigos de la curva de tiempo (Tabla #5 y #6):

#### 4.1.1 Operaciones normales

Tabla # 5 Tiempos productivos

|    |                                    |
|----|------------------------------------|
| 1  | Mueve / desliza equipo             |
| 2  | Arma / desarma y prueba BOP        |
| 3  | Limpia conductor                   |
| 4  | Levanta, arma desarma y prueba BHA |
| 5  | Muele cemento                      |
| 6  | Perfora                            |
| 7  | Saca core                          |
| 8  | Perfora elementos flotadores       |
| 9  | Viaje de limpieza                  |
| 10 | Lava y rima                        |
| 11 | Viaje de tubería                   |
| 12 | Acondiciona lodo / circula         |
| 13 | Servicio al equipo / corta cable   |

|    |  |
|----|--|
| 14 | Arma / desarma y baja registros          |
| 15 | Arma / desarma y baja revestidor / liner |
| 16 | Arma / desarma equipo / cementa          |
| 17 | Trabaja en boca del pozo, wear bushing   |
| 18 | CIT/ FIT / LOT                           |
| 19 | Reunión de seguridad, surveys, otros     |
| 20 | Completación                             |
| 21 | Top job / bull head                      |
| 22 | Espera por fraguado                      |
| 23 | Asienta colgador del liner               |
| 24 | Armar paradas                            |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes

#### 4.1.2 Tiempos no productivos

Tabla # 6 Tiempos no productivos

|    |   |
|----|---|
| 25 | Limpia línea de flujo (arcilla)                   |
| 26 | Corrida de registros fallidos                     |
| 27 | Cambio de ensamble de fondo del pozo              |
| 28 | Suministro de aire                                |
| 29 | Pega de tubería / registros                       |
| 30 | Problema del motor y MWD                          |
| 31 | Problemas de control de sólidos / lodos           |
| 32 | Problemas de cementación                          |
| 33 | Problemas del revestidor, liner, cabezal del pozo |
| 34 | Reparación del equipo                             |
| 35 | Problemas del hoyo, lava / rima                   |
| 36 | Problemas de embolamiento broca / estab.          |
| 37 | Problemas del sistema del top drive (TDS)         |
| 38 | Esperando herramientas                            |
| 39 | Viaje no planeado                                 |
| 40 | M/U and L/D BHA & DP & Csg                        |
| 41 | M/U and Test BOP fail                             |
| 42 | Install Wear bushing / Cut DL velocity            |
| 43 | Fuga en las líneas de flujos                      |
| 44 | Alto nivel de gas, acondicionamiento de lodo      |
| 45 | Pega de la herramienta de registros eléctricos    |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes

Actividades con sus respectivos códigos (Tabla #7):

Tabla # 7 Actividades de la perforación

| ACTIVIDADES    | CÓDIGOS                |
|----------------|------------------------|
| DRILLING       | 5,6,7,8                |
| FLAT TIME      | 2,14,15,16,17,21,22,23 |
| TRIPPING       | 9,10,11                |
| OTHER DRILLING | 1,3,4,12,18,24         |
| NPT            | 25 al 45               |
| SERVICIO RIG   | 13                     |
| REUNION HSE    | 19                     |
| TIEMPO TOTAL   | Todos los códigos      |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

- Drilling sin Cnx (Tabla #8) se obtuvo: drilling – (tiempos de conexión promedio\* número de conexiones).
- ILT POZO se obtiene sumando de la tabla de tiempo total – tiempo proyecto de cada pozo.
- Todos los códigos son obtenidos de las curvas de tiempo de todos los pozos en que se plantea realizar el análisis.
- Esta tabla es para cada sección con la respectiva categoría.

Tabla # 8 Actividades de las operaciones de perforación del taladro HP – 138 de la sección 16”, categoría 4 (tiempos en horas)

| Pozos                | Drilling | Drilling sin Cnx | Flat time   | Tripping    | Others Drilling | NPT  | Servicio rig | Reunión HSE | Tiempo Total     | ILT POZO     |
|----------------------|----------|------------------|-------------|-------------|-----------------|------|--------------|-------------|------------------|--------------|
| PCCA 024             | 63,50    | 43,70            | 29,50       | 21,00       | 31,00           | 8,50 | 0,00         | 11,00       | 164,50           | 2,50         |
| PCCD 027             | 61,00    | 39,90            | 27,50       | 21,50       | 27,50           | 2,00 | 7,00         | 0,50        | 147,00           | 0,00         |
| TMSA - 004           | 71,50    | 50,00            | 33,50       | 26,50       | 30,50           | 0,00 | 1,50         | 11,00       | 174,50           | 10,18        |
| TMSB - 005           | 78,00    | 55,70            | 38,00       | 32,00       | 27,50           | 8,50 | 2,00         | 3,00        | 189,00           | 23,88        |
| TNEB 001             | 54,50    | 32,30            | 32,00       | 22,50       | 26,00           | 0,50 | 0,50         | 1,00        | 137,00           | 0,00         |
| <b>ILT Actividad</b> |          | <b>17,29</b>     | <b>6,87</b> | <b>7,90</b> | <b>4,50</b>     |      |              |             | <b>TOTAL ILT</b> | <b>36,56</b> |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

- Se realiza una tabla de drilling sin conexiones vs KPI (Tabla #9).
- Drilling sin conexiones se obtiene del KPI drill bits, en la cual se obtiene por secciones.
- La profundidad total (TD) se la obtiene del KPI drilling fluids.
- El número de conexiones se determina del TD/94, donde 94 es la longitud de cada tubería.
- El tiempo de conexión promedio se obtuvo tomando como referencia 3 pozos, pero este valor se calculó para cada sección (16”, 12 ¼”, 8 ½”).
- Con la función IF.
- Esta tabla se elaboró en cada sección con su respectiva categoría.

Tabla # 9 Perforando sin conexiones vs KPI del taladro HP – 138, sección 16”, Categoría 4 (tiempos en horas)

| Drlg sin CNX vs KPI |       |                    |            |         |                      |
|---------------------|-------|--------------------|------------|---------|----------------------|
| Pozos               |       | Drlg sin cnx (KPI) | TD Seccion | No. Cnx | T conexion Avg (hrs) |
| PCCA 024            | 2,476 | 41,23              | 4378       | 47      | 0,425                |
| PCCD 027            | 3,508 | 36,40              | 4665       | 50      |                      |
| TMSA - 004          | 3,467 | 46,58              | 4745       | 50      |                      |
| TMSB - 005          | 5,437 | 50,30              | 4924       | 52      |                      |
| TNEB 001            |       | 34,00              | 4901       | 52      |                      |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

- Se calculará los valores máximos, mínimos, promedios y tiempo del proyecto de los pozos de esa sección (Tabla #10), que corresponde a la tabla # 8.
- La primera columna corresponde a drilling sin conexiones.
- Segunda columna a flat time.
- Tercera columna a tripping.
- Cuarta columna a other drilling.
- Para calcular el tiempo del proyecto, se utilizó la formula siguiente:

$$(\text{min} + \text{max} + 4 * \text{promedio})/6^*$$

Dónde:

- Min: valor mínimo de los pozos del taladro a realizarse.
- Max: valor máximo de los pozos del taladro a utilizarse.
- Promedio: valor promedio de los pozos del taladro.
- Esta es una estimación de tres valores, la cual es más precisa que una estimación única ya que considera riesgos asociados a la actividad, tomando en cuenta también valores máximos y mínimos,

se realizó un promedio aritmético de las tres estimaciones y se tomó como la duración de la actividad. Con esto, se definió una línea base, donde se indicó cuáles son los valores que se exceden de ese tiempo definido.

Tabla # 10 Cálculo Tiempo Proyecto del taladro HP – 138, sección 16”, Categoría 4 (tiempos en horas)

| <b>Cálculo Tiempo Proyecto</b> |              |              |              |              |
|--------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>min</b>                     | 32,341       | 27,50        | 21,00        | 26,00        |
| <b>max</b>                     | 55,737       | 38,00        | 32,00        | 31,00        |
| <b>avg</b>                     | 44,348       | 32,10        | 24,70        | 28,50        |
| <b>Tiemp Proy</b>              | <b>44,24</b> | <b>32,32</b> | <b>25,30</b> | <b>28,50</b> |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

- Cálculo del tiempo total - tiempo proyecto (Tabla #11).
- Se resta los valores de drilling sin conexiones en cada uno de los pozos de la tabla # 8 con el tiempo proyecto que corresponde al drilling sin conexiones (tabla # 10).
- Para la siguiente columna, se resta los valores de tiempos planos (flat time) de cada uno de los pozos con el tiempo proyecto del indicado tiempo plano.
- Se resta las columnas de tripping y other drilling con su respectivo tiempo de proyecto para los cálculos correspondientes.

Tabla # 11 Tiempo Total – Tiempo Proyecto del taladro HP – 138, sección 16”, Categoría 4 (tiempos en horas)

| Tiempo Total – Tiempo Proyecto |        |       |       |       |
|--------------------------------|--------|-------|-------|-------|
| PCCA 024                       | -0,54  | -2,82 | -4,30 | 2,50  |
| PCCD 027                       | -4,34  | -4,82 | -3,80 | -1,00 |
| TMSA – 004                     | 5,80   | 1,18  | 1,20  | 2,00  |
| TMSB – 005                     | 11,49  | 5,68  | 6,70  | -1,00 |
| TNEB 001                       | -11,90 | -0,32 | -2,80 | -2,50 |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

- Separación de los tiempos invisibles (ILT) de las actividades siguientes (Tabla #12):
- Drilling.
- Flat time.
- Tripping.
- Other drilling.

Se restó los valores de drilling de la tabla # 8 con el tiempo total – tiempo proyecto de la tabla # 11 de cada uno de los pozos para poder establecer sólo tiempos productivos de las actividades que se mencionó anteriormente, este proceso se repitió para las actividades indicadas.

- En la tabla, se aisló los tiempos invisibles de los pozos y por actividad.
- El tiempo invisible de las actividades se lo obtuvo de la suma de todos los pozos de la tabla # 11.

Tabla # 12 Aislado el tiempo invisible de drilling, flat time, tripping, other drilling del taladro HP – 138, sección 16”, Categoría 4 (tiempos en horas)

| Pozos                | Drilling     | Drilling sin Cnx | Flat time   | Tripping    | Others Drilling | NPT  | Servicio rig | Reunión HSE | Tiempo Total     | ILT POZO     |
|----------------------|--------------|------------------|-------------|-------------|-----------------|------|--------------|-------------|------------------|--------------|
| PCCA 024             | 63,50        | 43,70            | 29,50       | 21,00       | 28,50           | 8,5  | 0,00         | 11,00       | <b>162,00</b>    | <b>2,50</b>  |
| PCCD 027             | 61,00        | 39,90            | 27,50       | 21,50       | 27,50           | 2,00 | 7,00         | 0,50        | <b>147,00</b>    | <b>0,00</b>  |
| TMSA - 004           | 65,70        | 50,00            | 32,30       | 25,30       | 28,50           | 0,00 | 1,50         | 11,00       | <b>164,32</b>    | <b>10,18</b> |
| TMSB - 005           | 66,50        | 55,70            | 32,30       | 25,30       | 27,50           | 8,50 | 2,00         | 3,00        | <b>165,12</b>    | <b>23,88</b> |
| TNEB 001             | 54,50        | 32,30            | 32,00       | 22,50       | 26,00           | 0,50 | 0,50         | 1,00        | <b>137,00</b>    | <b>0,00</b>  |
| <b>ILT Actividad</b> | <b>17,29</b> |                  | <b>6,87</b> | <b>7,90</b> | <b>4,50</b>     |      |              |             | <b>TOTAL ILT</b> | <b>36,56</b> |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

- Los NPT (Tabla #13) se clasifica en
- NPT Baker.
- NPT Hoyo, Otras CIAS.
- Total NPT.

Tabla # 13 Tiempos no productivos con su respectiva clasificación del taladro HP – 138, sección 16”, Categoría 4 (tiempos en horas)

| NPT BAKER | NPT RIG | NPT HOYO + OTRAS CIAS | TOTAL NPT |
|-----------|---------|-----------------------|-----------|
| 0,00      | 3,00    | 5,50                  | 8,50      |
| 0,00      | 0,00    | 2,00                  | 2,00      |
| 0,00      | 0,00    | 0,00                  | 0,00      |
| 0,00      | 8,50    | 0,00                  | 8,50      |
| 0,00      | 0,00    | 0,50                  | 0,50      |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

Después de elaborar las diversas tablas para separar los tiempos invisibles de cada uno de los pozos por secciones con la respectiva

categoría, se procedió a unir todas las secciones de la categoría correspondiente de la tabla # 10 y # 11.

Este proceso se repitió para cada una de las categorías porque, luego, se confeccionó una tabla final donde se suma todas las categorías para poder realizar la gráfica correspondiente (Tabla # 14), en la cual se presenta cada una de las líneas de servicio y qué porcentaje se puede mejorar, pero, en la tabla, se incluyó el costo de las operaciones de perforación de cada uno de los pozos.

Tabla # 14 Actividades de la perforación aislando los tiempos invisibles del taladro HP – 138, todas las categorías con sus respectivas secciones (tiempos en horas)

| Pozos                | Drilling       | Drilling sin Cnx | Flat time      | Tripping       | Others Drilling | NPT           | Servicio rig  | Reunión HSE   | ILT POZO      | COSTO                  |
|----------------------|----------------|------------------|----------------|----------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------------------|
| PCCB 029             | 127,50         | 93,28            | 87,00          | 55,50          | 54,50           | 3,50          | 4,50          | 0,00          | <b>0,00</b>   | \$2.549.033,26         |
| PCCB 030             | 185,00         | 146,46           | 122,50         | 73,00          | 52,00           | 0,00          | 5,50          | 2,00          | <b>0,00</b>   | \$3.191.461,23         |
| PCCA 024             | 128,00         | 89,85            | 129,83         | 70,77          | 71,85           | 21,00         | 4,50          | 16,00         | <b>30,05</b>  | \$2.719.225,66         |
| PCCD 027             | 180,06         | 206,44           | 126,20         | 103,20         | 79,13           | 6,50          | 17,50         | 2,00          | <b>146,41</b> | \$3.815.435,58         |
| TMSA - 004           | 151,18         | 123,93           | 106,95         | 106,73         | 80,13           | 1,00          | 7,50          | 24,00         | <b>68,01</b>  | \$3.234.493,60         |
| TMSB - 005           | 133,01         | 103,83           | 127,45         | 82,07          | 71,35           | 16,00         | 7,00          | 3,00          | <b>25,13</b>  | \$2.757.602,00         |
| TNEB 001             | 160,74         | 138,41           | 115,00         | 75,00          | 64,50           | 3,50          | 5,00          | 1,00          | <b>21,26</b>  | \$2.597.961,16         |
| PCCA 023             | 135,50         | 94,07            | 131,50         | 105,00         | 82,77           | 29,50         | 6,50          | 13,50         | <b>2,23</b>   | \$2.836.649,16         |
| PCCA 025             | 131,50         | 90,50            | 141,60         | 87,50          | 79,00           | 158,50        | 4,50          | 5,50          | <b>16,40</b>  | \$3.036.184,75         |
| PCCC 026             | 173,63         | 137,45           | 125,77         | 109,52         | 87,76           | 305,00        | 9,50          | 23,00         | <b>54,31</b>  | \$4.075.988,22         |
| PCCD 028             | 178,97         | 173,94           | 145,10         | 106,08         | 83,26           | 21,50         | 6,00          | 2,00          | <b>113,59</b> | \$3.518.103,39         |
| TMSA - 003           | 164,65         | 131,41           | 139,50         | 115,01         | 81,56           | 39,00         | 9,00          | 14,00         | <b>110,28</b> | \$3.740.471,04         |
| TNEB 002             | 158,73         | 116,05           | 113,50         | 79,50          | 55,00           | 4,50          | 7,00          | 1,50          | <b>4,27</b>   | \$2.995.924,57         |
| TNEB 003             | 179,19         | 144,71           | 134,38         | 86,44          | 82,76           | 101,00        | 6,50          | 5,00          | <b>51,72</b>  | \$3.608.798,67         |
| <b>ILT Actividad</b> | 205,34         | 0,00             | 144,72         | 196,67         | 96,91           |               |               |               |               |                        |
| <b>T. Actividad</b>  | <b>2187,66</b> | <b>1790,32</b>   | <b>1746,28</b> | <b>1255,33</b> | <b>1025,59</b>  | <b>710,50</b> | <b>100,50</b> | <b>112,50</b> | <b>643,65</b> | <b>\$44.677.332,29</b> |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

De la tabla anterior, se procedió a obtener porcentajes tanto para tiempos productivos, no productivos e invisibles y su respectivo costo para los

tiempos de perforación (Tabla #15) en la gráfica que se mostrará al final de este análisis.

Tabla # 15 Porcentajes de los tiempos productivos, NPT, ILT y el total de todos los tiempos del taladro HP – 138, todas las categorías con sus respectivas secciones.

| TIEMPOS           | HORAS          | PORCENTAJES | COSTOS           |
|-------------------|----------------|-------------|------------------|
| <b>PRODUCTIVO</b> | <b>6427,85</b> | 82,60%      | \$ 36.903.028,98 |
| <b>NPT</b>        | <b>710,50</b>  | 9,13%       | \$ 4.079.059,96  |
| <b>ILT</b>        | <b>643,65</b>  | 8,27%       | \$ 3.695.243,36  |
| <b>TOTAL</b>      | <b>7782</b>    |             | \$ 44.677.332,29 |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

De la misma manera, se recolectó la información de todas las secciones de los tiempos no productivos (Tabla #16).

Tabla # 16 Tiempos no productivos discretizados del taladro HP – 138, todas las categorías con sus respectivas secciones (tiempos en horas)

| Pozos      | NPT BAKER | NPT RIG | NPT HOYO + OTRAS CIAS | TOTAL NPT |
|------------|-----------|---------|-----------------------|-----------|
| PCCB 029   | 0,00      | 1,00    | 2,50                  | 3,50      |
| PCCB 030   | 0,00      | 0,00    | 0,00                  | 0,00      |
| PCCA 024   | 0,00      | 5,00    | 16,00                 | 21,00     |
| PCCD 027   | 0,00      | 2,50    | 4,00                  | 6,50      |
| TMSA - 004 | 0,00      | 0,00    | 1,00                  | 1,00      |
| TMSB - 005 | 0,00      | 12,50   | 3,50                  | 16,00     |
| TNEB 001   | 0,00      | 0,00    | 3,50                  | 3,50      |
| PCCA 023   | 0,00      | 9,00    | 20,50                 | 29,50     |
| PCCA 025   | 86,00     | 3,00    | 69,50                 | 158,50    |
| PCCC 026   | 0,00      | 2,50    | 302,50                | 305,00    |

|                  |              |              |               |               |
|------------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| PCCD 028         | 0,00         | 8,00         | 13,50         | 21,50         |
| TMSA - 003       | 0,00         | 0,00         | 39,00         | 39,00         |
| TNEB 002         | 0,00         | 0,50         | 4,00          | 4,50          |
| TNEB 003         | 0,00         | 4,00         | 97,00         | 101,00        |
| <b>TOTAL NPT</b> | <b>86,00</b> | <b>48,00</b> | <b>576,50</b> | <b>710,50</b> |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

Se estableció un porcentaje de las actividades del ILT (Tabla #17) de la manera siguiente:

Se dividió el valor de cada actividad para el total ILT, como por ejemplo, drilling/total ILT. Así, se procedió para las demás actividades.

Tabla # 17 Porcentajes de las actividades de la perforación del taladro HP – 138, todas las categorías con sus respectivas secciones.

| ACTIVIDADES            | HORAS         | PORCENTAJES |
|------------------------|---------------|-------------|
| <b>DRILLING</b>        | <b>205,34</b> | 32%         |
| <b>FLAT TIME</b>       | <b>144,72</b> | 22%         |
| <b>TRIPPING</b>        | <b>196,67</b> | 31%         |
| <b>OTHERS DRILLING</b> | <b>96,91</b>  | 15%         |
| <b>TOTAL ILT</b>       | <b>643,65</b> |             |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

De la misma manera, se obtuvo el porcentaje para los diversos NPT, como por ejemplo, Baker/total NPT (Tabla #18).

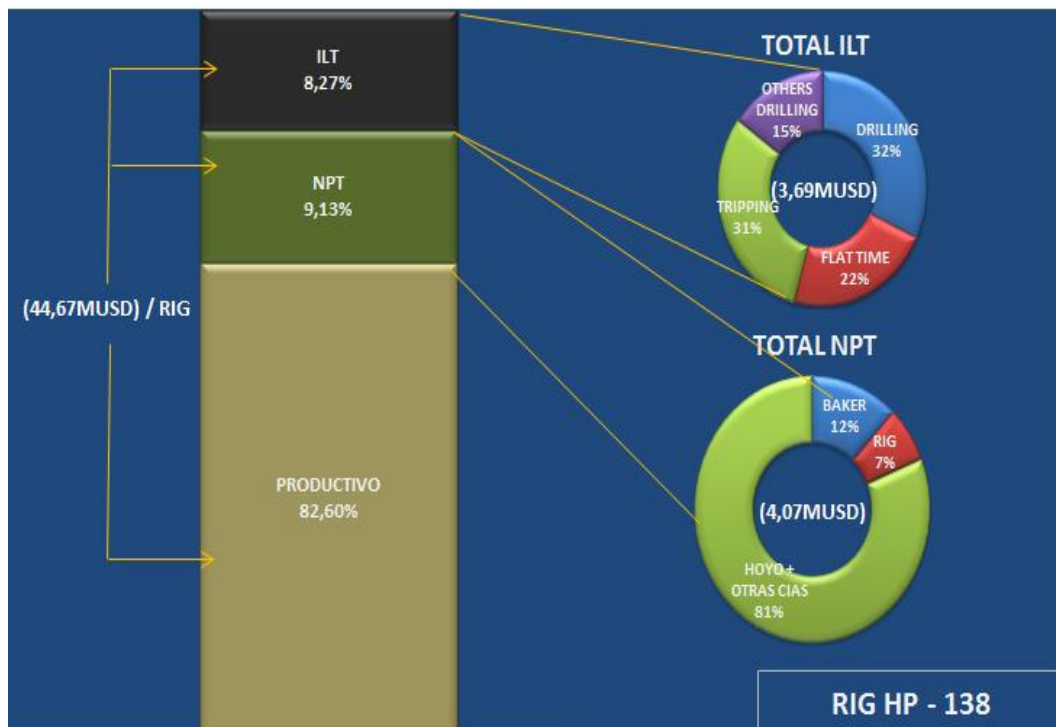
Tabla # 18 Porcentajes de los tiempos no productivos discretizados del taladro HP – 138, todas las categorías con sus respectivas secciones.

| ACTIVIDADES       | HORAS  | PORCENTAJES |
|-------------------|--------|-------------|
| BAKER             | 86,00  | 12%         |
| RIG               | 48,00  | 7%          |
| HOYO + OTRAS CIAS | 576,50 | 81%         |
| TOTAL NPT         | 710,50 |             |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

Luego de tener los porcentajes, se pudo graficar (Fig. #42) y presentar cada línea de servicio para la optimización de los tiempos de perforación.

Fig. # 42 Gráfica del taladro HP – 138, todas las categorías con sus respectivas secciones



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

## 4.2 Categorización por tipo de pozo

Se efectuó de la siguiente manera:

- Recolección de la información de la descripción por taladro de todas las categorías, como son 1, 2, 3, 4, 5.
- En las diferentes categorías, encontramos las tablas de los tiempos invisibles y NPT ya aislados, pero por taladro, siendo el objetivo la obtención de los tiempos invisibles y NPT por categorías. Luego, la información de cada taladro contiene varias categorías, donde se va a recolectar la información de cada una de ellas. A continuación, se muestra un ejemplo de la categoría 4 (Tabla #19).

Tabla # 19 Actividades de las operaciones de perforación aislando los tiempos invisibles del taladro CCDC - 36, todas las secciones, categoría 4 (tiempos en horas)

| Pozos                | Drilling       | Drilling sin Cnx | Flat time     | Tripping      | Others Drilling | NPT           | Servicio rig | Reunión HSE  | ILT Pozo      |
|----------------------|----------------|------------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|--------------|--------------|---------------|
| <b>PKSB 020</b>      | 215,03         | 187,19           | 96,20         | 114,17        | 61,85           | 38,00         | 4,00         | 9,50         | 40,76         |
| <b>YNE A 024</b>     | 199,00         | 149,77           | 102,60        | 114,15        | 56,35           | 24,50         | 6,00         | 16,00        | 34,40         |
| <b>YNE A 029</b>     | 188,50         | 139,66           | 102,35        | 107,65        | 45,50           | 27,50         | 5,50         | 12,00        | 21,50         |
| <b>YNOB 021</b>      | 214,87         | 188,85           | 99,50         | 118,83        | 55,07           | 10,00         | 7,00         | 11,00        | 34,73         |
| <b>YNOB 023</b>      | 206,50         | 155,62           | 92,50         | 118,33        | 56,57           | 27,50         | 8,00         | 9,50         | 26,60         |
| <b>ILT Actividad</b> | <b>47,60</b>   |                  | <b>29,85</b>  | <b>54,87</b>  | <b>25,67</b>    |               |              |              |               |
| <b>T. Actividad</b>  | <b>1023,90</b> | <b>821,09</b>    | <b>493,15</b> | <b>573,13</b> | <b>275,33</b>   | <b>127,50</b> | <b>30,50</b> | <b>58,00</b> | <b>157,99</b> |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

Recolección de la información del taladro CCDC – 36 de los tiempos no productivos (Tabla #20).

Tabla # 20 Tiempos no productivos discretizados del taladro CCDC - 36, todas las secciones, categoría 4 (tiempos en horas)

| Pozos            | NPT BAKER    | NPT RIG      | NPT HOYO + OTRAS CIAS | TOTAL NPT     |
|------------------|--------------|--------------|-----------------------|---------------|
| <b>PKSB 020</b>  | 0,00         | 30,50        | 7,50                  | <b>38,00</b>  |
| <b>YNE A 024</b> | 17,50        | 1,50         | 5,50                  | <b>24,50</b>  |
| <b>YNE A 029</b> | 0,00         | 26,50        | 1,00                  | <b>27,50</b>  |
| <b>YNOB 021</b>  | 0,00         | 5,00         | 5,00                  | <b>10,00</b>  |
| <b>YNOB 023</b>  | 6,50         | 8,50         | 12,50                 | <b>27,50</b>  |
| <b>TOTAL</b>     | <b>24,00</b> | <b>72,00</b> | <b>31,50</b>          | <b>127,50</b> |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

- En las tablas en donde se aisló los tiempos no productivos y tiempos invisibles que se mostró del taladro CCDC 36, categoría 4, se realizó el mismo procedimiento con los demás taladros, pero sólo en la categoría en la que se va a elaborar el respectivo análisis. En este caso, se tiene un ejemplo de la categoría 4.
- En el paso siguiente, se elaboró una tabla general donde se mostrará los taladros que contienen categoría 4.
- En la tabla que tiene categoría 4, se indica los costos de operación de cada pozo y se obtuvo el total de las actividades de los tiempos invisibles (drilling, flat time, tripping, other drilling) de todos los pozos, actividades y tiempos invisibles de cada pozo (Tabla #21).

Tabla # 21 Los taladros de la categoría 4 (tiempos en horas)

| Pozos         | Drilling | Drilling sin Cnx | Flat time | Tripping | Others Drilling | NPT    | Servicio rig | Reunión HSE | ILT POZO      | COSTO              |
|---------------|----------|------------------|-----------|----------|-----------------|--------|--------------|-------------|---------------|--------------------|
| PKSB 020      | 215,03   | 187,19           | 96,20     | 114,17   | 61,85           | 38,00  | 4,00         | 9,50        | <b>40,76</b>  | \$<br>3.332.527,00 |
| YNE A 024     | 199,00   | 149,77           | 102,60    | 114,15   | 56,35           | 24,50  | 6,00         | 16,00       | <b>34,40</b>  | \$<br>3.122.432,00 |
| YNE A 029     | 188,50   | 139,66           | 102,35    | 107,65   | 45,50           | 27,50  | 5,50         | 12,00       | <b>21,50</b>  | \$<br>3.309.699,00 |
| YNOB 021      | 214,87   | 188,85           | 99,50     | 118,83   | 55,07           | 10,00  | 7,00         | 11,00       | <b>34,73</b>  | \$<br>3.344.369,00 |
| YNOB 023      | 206,50   | 155,62           | 92,50     | 118,33   | 56,57           | 27,50  | 8,00         | 9,50        | <b>26,60</b>  | \$<br>3.464.969,90 |
| SACHA 216D    | 228,64   | 185,92           | 91,68     | 56,64    | 50,75           | 26,00  | 4,00         | 8,50        | <b>26,29</b>  | \$<br>2.934.072,80 |
| SACHA 258D    | 216,66   | 188,51           | 86,67     | 52,38    | 60,30           | 11,50  | 6,00         | 8,00        | <b>50,50</b>  | \$<br>2.912.278,80 |
| SACHA 267D    | 225,81   | 179,52           | 92,17     | 56,48    | 62,74           | 6,50   | 3,50         | 9,50        | <b>34,81</b>  | \$<br>2.885.163,09 |
| SACHA 282D    | 215,23   | 171,39           | 88,50     | 50,38    | 58,50           | 20,50  | 2,00         | 24,00       | <b>12,89</b>  | \$<br>2.879.360,20 |
| SACHA 283D    | 222,77   | 211,50           | 92,17     | 60,86    | 62,99           | 139,50 | 4,50         | 9,00        | <b>62,22</b>  | \$<br>3.693.802,80 |
| SACHA 286D    | 205,58   | 193,47           | 87,18     | 44,14    | 34,50           | 20,50  | 4,50         | 2,50        | <b>33,10</b>  | \$<br>2.986.722,00 |
| SACHA 287D    | 232,72   | 235,04           | 81,00     | 51,48    | 49,50           | 23,50  | 4,50         | 6,00        | <b>45,30</b>  | \$<br>3.382.066,40 |
| PALO AZUL 29  | 259,95   | 225,63           | 113,75    | 92,75    | 81,50           | 55,00  | 7,00         | 7,00        | <b>30,55</b>  | \$<br>5.696.677,56 |
| PALO AZUL 48  | 261,67   | 229,19           | 108,00    | 95,50    | 95,00           | 76,00  | 12,50        | 17,00       | <b>42,83</b>  | \$<br>4.696.255,48 |
| PCCA 024      | 128,00   | 89,80            | 129,80    | 70,80    | 71,90           | 21,00  | 4,50         | 16,00       | <b>30,05</b>  | \$<br>2.719.225,66 |
| PCCD 027      | 180,10   | 206,40           | 126,20    | 103,20   | 79,10           | 6,50   | 17,50        | 2,00        | <b>146,41</b> | \$<br>3.815.435,58 |
| TMSA - 004    | 151,20   | 123,90           | 107,00    | 106,70   | 80,10           | 1,00   | 7,50         | 24,00       | <b>68,01</b>  | \$<br>3.234.493,60 |
| TMSB - 005    | 133,00   | 103,80           | 127,50    | 82,10    | 71,40           | 16,00  | 7,00         | 3,00        | <b>25,13</b>  | \$<br>2.757.602,00 |
| TNEB 001      | 160,70   | 138,40           | 115,00    | 75,00    | 64,50           | 3,50   | 5,00         | 1,00        | <b>21,26</b>  | \$<br>2.597.961,16 |
| Auca 127      | 281,82   | 231,09           | 139,25    | 104,50   | 72,75           | 64,00  | 5,00         | 11,00       | <b>55,68</b>  | \$<br>3.636.047,84 |
| GNTD 43       | 287,73   | 244,27           | 129,25    | 98,75    | 59,25           | 30,00  | 12,50        | 7,50        | <b>33,02</b>  | \$<br>3.701.637,02 |
| Auca 121      | 271,20   | 220,80           | 110,20    | 114,90   | 85,20           | 48,00  | 3,50         | 13,50       | <b>53,58</b>  | \$<br>4.791.440,51 |
| Auca 123      | 251,50   | 196,60           | 127,40    | 106,90   | 81,30           | 29,00  | 6,00         | 9,00        | <b>54,47</b>  | \$<br>3.779.469,13 |
| Auca 161      | 281,50   | 249,00           | 119,40    | 98,50    | 82,30           | 79,00  | 3,50         | 8,50        | <b>33,30</b>  | \$<br>3.144.821,32 |
| Auca 88D      | 269,00   | 235,00           | 101,70    | 127,10   | 67,00           | 0,00   | 6,50         | 6,00        | <b>36,72</b>  | \$<br>4.016.863,65 |
| Auca Sur 12 D | 263,50   | 202,80           | 129,90    | 132,00   | 70,90           | 43,00  | 8,50         | 29,50       | <b>37,70</b>  | \$<br>4.016.863,65 |

|                          |         |         |         |         |         |         |        |        |                |                      |
|--------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|----------------|----------------------|
| <b>Auca 110</b>          | 243,82  | 217,89  | 116,83  | 84,08   | 76,17   | 42,00   | 4,00   | 6,00   | <b>73,10</b>   | \$<br>4.289.885,57   |
| <b>Auca 153</b>          | 226,40  | 189,37  | 125,17  | 83,92   | 78,42   | 32,00   | 9,00   | 11,00  | <b>38,61</b>   | \$<br>4.357.495,83   |
| <b>Auca 154</b>          | 254,68  | 216,43  | 107,50  | 92,25   | 64,83   | 116,50  | 4,00   | 5,50   | <b>30,74</b>   | \$<br>3.173.325,54   |
| <b>Auca 94</b>           | 239,29  | 185,84  | 123,17  | 87,00   | 75,75   | 10,00   | 5,00   | 2,00   | <b>29,80</b>   | \$<br>3.904.407,99   |
| <b>ILT<br/>Actividad</b> | 467,72  |         | 244,49  | 339,19  | 212,64  |         |        |        |                |                      |
| <b>T. Actividad</b>      | 6716,28 | 5692,73 | 3269,51 | 2701,31 | 2011,86 | 1048,00 | 188,00 | 305,00 | <b>1264,04</b> | \$<br>106.577.372,07 |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

- A continuación, se muestra una tabla donde se obtuvo el porcentaje de los tiempos de perforación y los costos totales de los pozos (Tabla #22).

Tabla # 22 Porcentajes de los tiempos productivos, NPT, ILT y Total de los tiempos de la categoría 4

| TIEMPOS           | HORAS           | PORCENTAJES | COSTOS            |
|-------------------|-----------------|-------------|-------------------|
| <b>PRODUCTIVO</b> | <b>15191,96</b> | 86,79%      | \$ 92.499.922,96  |
| <b>NPT</b>        | <b>1048,00</b>  | 5,99%       | \$ 6.381.003,54   |
| <b>ILT</b>        | <b>1264,04</b>  | 7,22%       | \$ 7.696.445,58   |
| <b>TOTAL</b>      | <b>17504,00</b> |             | \$ 106.577.372,07 |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

- La tabla siguiente que se muestra se refiere a los tiempos no productivos (Tabla #23) que se clasifican en:
  - NPT BAKER.
  - NPT RIG.
  - NPT HOYO + OTRAS CIAS.

Tabla # 23 Tiempos no productivos discretizados de la categoría 4 (tiempos en horas)

| Pozos            | NPT BAKER    | NPT RIG       | NPT HOYO + OTRAS CIAS | TOTAL NPT      |
|------------------|--------------|---------------|-----------------------|----------------|
| PKSB 020         | 0,00         | 30,50         | 7,50                  | <b>38,00</b>   |
| YNE A 024        | 17,50        | 1,50          | 5,50                  | <b>24,50</b>   |
| YNE A 029        | 0,00         | 26,50         | 1,00                  | <b>27,50</b>   |
| YNOB 021         | 0,00         | 5,00          | 5,00                  | <b>10,00</b>   |
| YNOB 023         | 6,50         | 8,50          | 12,50                 | <b>27,50</b>   |
| SACHA 216D       | 2,50         | 12,00         | 11,50                 | <b>26,00</b>   |
| SACHA 258D       | 7,50         | 0,00          | 4,00                  | <b>11,50</b>   |
| SACHA 267D       | 0,00         | 2,50          | 4,00                  | <b>6,50</b>    |
| SACHA 282D       | 0,00         | 2,00          | 18,50                 | <b>20,50</b>   |
| SACHA 283D       | 0,00         | 2,50          | 137,00                | <b>139,50</b>  |
| SACHA 286D       | 1,50         | 19,00         | 0,00                  | <b>20,50</b>   |
| SACHA 287D       | 16,00        | 0,00          | 7,50                  | <b>23,50</b>   |
| PALO AZUL 29     | 2,00         | 1,00          | 52,00                 | <b>55,00</b>   |
| PALO AZUL 48     | 0,00         | 2,00          | 74,00                 | <b>76,00</b>   |
| PCCA 024         | 0,00         | 5,00          | 16,00                 | <b>21,00</b>   |
| PCCD 027         | 0,00         | 2,50          | 4,00                  | <b>6,50</b>    |
| TMSA - 004       | 0,00         | 0,00          | 1,00                  | <b>1,00</b>    |
| TMSB - 005       | 0,00         | 12,50         | 3,50                  | <b>16,00</b>   |
| TNEB 001         | 0,00         | 0,00          | 3,50                  | <b>3,50</b>    |
| Auca 127         | 0,00         | 47,00         | 17,00                 | <b>64,00</b>   |
| GNTD 43          | 0,00         | 8,00          | 22,00                 | <b>30,00</b>   |
| Auca 121         | 13,50        | 0,00          | 34,50                 | <b>48,00</b>   |
| Auca 123         | 0,00         | 4,50          | 24,50                 | <b>29,00</b>   |
| Auca 161         | 0,00         | 2,00          | 77,00                 | <b>79,00</b>   |
| Auca 88D         | 0,00         | 0,00          | 0,00                  | <b>0,00</b>    |
| Auca Sur 12 D    | 18,50        | 5,00          | 19,50                 | <b>43,00</b>   |
| Auca 110         | 0,00         | 3,50          | 38,50                 | <b>42,00</b>   |
| Auca 153         | 0,00         | 8,00          | 24,00                 | <b>32,00</b>   |
| Auca 154         | 12,00        | 12,50         | 92,00                 | <b>116,50</b>  |
| Auca 94          | 0,00         | 4,50          | 5,50                  | <b>10,00</b>   |
| <b>TOTAL NPT</b> | <b>97,50</b> | <b>228,00</b> | <b>722,50</b>         | <b>1048,00</b> |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

- En las siguientes tablas, se establece un porcentaje de las actividades de drilling, flat time, tripping, other drilling (Tabla #24) y de los diferentes NPT (Tabla #25) para realizar la gráfica

correspondiente para mejorar las actividades en cada una de las líneas.

Tabla # 24 Porcentajes de las actividades de la perforación de la categoría 4

| ACTIVIDADES     | HORAS   | PORCENTAJES |
|-----------------|---------|-------------|
| DRILLING        | 467,72  | 37%         |
| FLAT TIME       | 244,49  | 19%         |
| TRIPPING        | 339,19  | 27%         |
| OTHERS DRILLING | 212,64  | 17%         |
| TOTAL ILT       | 1264,04 |             |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

Tabla # 25 Porcentajes de los tiempos no productivos discretizados de la categoría 4

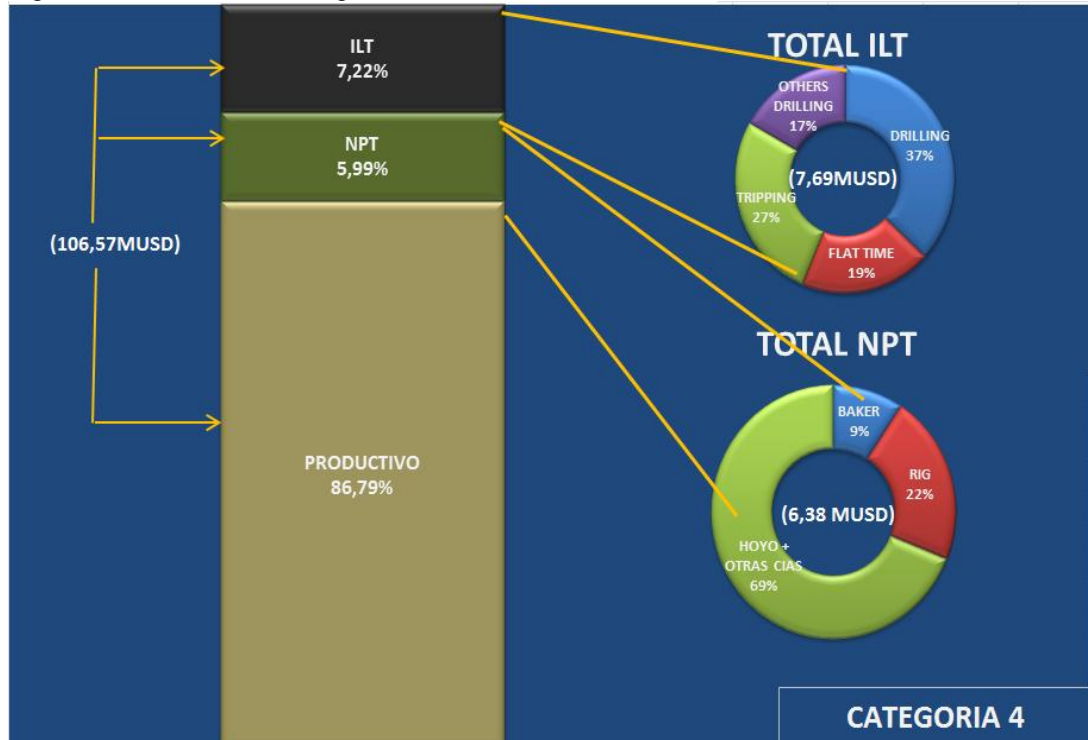
| ACTIVIDADES       | HORAS   | PORCENTAJES |
|-------------------|---------|-------------|
| BAKER             | 97,50   | 9%          |
| RIG               | 228,00  | 22%         |
| HOYO + OTRAS CIAS | 722,50  | 69%         |
| TOTAL NPT         | 1048,00 |             |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

- Los porcentajes de las tablas de los NPT, tiempos productivos, costos de operación y tiempos invisibles de las actividades establecidas se representa en una gráfica (Fig. #43), en la cual se puede indicar el porcentaje de los diferentes tiempos de

perforación y qué porcentaje se va a optimizar en cada una de las líneas de servicio.

Fig. # 43 Grafica de la Categoría 4.



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

### 4.3 Descripción por secciones (26", 16", 12 ¼", 8 ½")

En la descripción por secciones, el procedimiento seguido fue el siguiente:

- Se recolectó la información de los 76 pozos, pero por secciones, para realizar el análisis correspondiente de los tiempos de perforación (Tabla #26).
- Se tomó como ejemplo la sección 8 ½" del talado CPV 16.
- A medida que se va explicando el proceso para separar los tiempos, se realizó el mismo proceso para las demás secciones.
- A continuación, se presenta las tablas de las secciones de 8 ½" de todos los pozos, pero también se da información de la descripción

del taladro, por secciones, para facilitar el objetivo al cual se quiere llevar acabo.

Tabla # 26 Actividades de la perforación aislando los tiempos invisibles del Taladro CPV – 16 de la sección 8 ½" (tiempos en horas)

| Pozos         | Drilling | Drilling sin Cnx | Flat time | Tripping | Others Drilling | NPT    | Servicio rig | Reunión HSE | ILT Pozo |
|---------------|----------|------------------|-----------|----------|-----------------|--------|--------------|-------------|----------|
| SACHA 270V    | 37,50    | 0,00             | 50,50     | 24,00    | 15,50           | 2,50   | 5,50         | 1,50        | 0,00     |
| SACHA 268D    | 49,82    | 59,91            | 31,00     | 6,00     | 18,08           | 165,50 | 1,00         | 1,00        | 26,60    |
| SACHA 271 D   | 44,00    | 37,81            | 29,00     | 12,67    | 14,00           | 3,00   | 0,00         | 6,50        | 3,83     |
| SACHA 272 D   | 46,92    | 42,31            | 31,50     | 12,67    | 18,08           | 0,00   | 0,00         | 4,00        | 14,33    |
| SACHA 281D    | 28,00    | 22,22            | 33,42     | 12,67    | 7,00            | 55,00  | 1,00         | 3,50        | 8,92     |
| SACHA 215D    | 38,13    | 42,09            | 42,06     | 14,00    | 12,69           | 0,00   | 2,00         | 0,50        | 20,12    |
| SACHA 257D    | 22,50    | 16,31            | 40,50     | 13,50    | 10,00           | 0,00   | 0,50         | 4,50        | 0,00     |
| SACHA 280D    | 31,00    | 24,81            | 39,50     | 16,92    | 12,50           | 0,00   | 0,50         | 0,50        | 5,08     |
| SACHA 216D    | 67,00    | 56,68            | 31,00     | 17,00    | 13,00           | 12,00  | 1,00         | 1,00        | 6,50     |
| SACHA 258D    | 43,00    | 36,39            | 26,50     | 13,00    | 12,50           | 0,00   | 3,00         | 1,50        | 0,00     |
| SACHA 267D    | 69,31    | 60,18            | 31,00     | 22,48    | 15,19           | 6,00   | 1,50         | 3,00        | 24,02    |
| SACHA 282D    | 55,00    | 47,98            | 29,00     | 13,00    | 12,00           | 2,00   | 0,50         | 0,00        | 0,00     |
| SACHA 283D    | 70,55    | 59,44            | 30,50     | 22,48    | 15,19           | 125,00 | 2,50         | 1,00        | 6,28     |
| SACHA 286D    | 69,31    | 72,68            | 31,00     | 18,00    | 10,50           | 1,50   | 1,50         | 0,50        | 13,69    |
| SACHA 287D    | 70,14    | 80,85            | 28,00     | 22,48    | 10,50           | 0,00   | 1,00         | 1,50        | 24,39    |
| SACHA 220D    | 78,48    | 102,52           | 32,25     | 22,50    | 25,00           | 86,00  | 0,50         | 1,50        | 50,27    |
| SACHA 266D    | 37,50    | 30,48            | 24,50     | 22,75    | 18,50           | 1,00   | 1,50         | 6,50        | 0,25     |
| ILT Actividad | 107,84   |                  | 24,28     | 34,90    | 37,26           |        |              |             |          |
| T. Actividad  | 858,16   | 792,62           | 561,22    | 286,10   | 240,24          | 459,50 | 23,50        | 38,50       | 204,28   |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

- En esta tabla, se separa las actividades de los tiempos invisibles en general en cada uno de los pozos. A continuación, se presenta la información de los diferentes NPT del mismo taladro y sección.
- Esta tabla reúne información de los tiempos no productivos de cada uno de los pozos (Tabla #27).

Tabla # 27 Tiempos no productivos discretizados del Taladro CPV – 16 de la sección 8 ½" (tiempos en horas)

| Pozos        | NPT BAKER    | NPT RIG       | NPT HOYO + OTRAS CIAS | TOTAL NPT     |
|--------------|--------------|---------------|-----------------------|---------------|
| SACHA 270V   | 0,00         | 0,00          | 2,50                  | 2,50          |
| SACHA 268D   | 0,00         | 146,50        | 19,00                 | 165,50        |
| SACHA 271 D  | 0,00         | 0,00          | 3,00                  | 3,00          |
| SACHA 272 D  | 0,00         | 0,00          | 0,00                  | 0,00          |
| SACHA 281D   | 0,00         | 1,00          | 54,00                 | 55,00         |
| SACHA 215D   | 0,00         | 0,00          | 0,00                  | 0,00          |
| SACHA 257D   | 0,00         | 0,00          | 0,00                  | 0,00          |
| SACHA 280D   | 0,00         | 0,00          | 0,00                  | 0,00          |
| SACHA 216D   | 0,00         | 9,00          | 3,00                  | 12,00         |
| SACHA 258D   | 0,00         | 0,00          | 0,00                  | 0,00          |
| SACHA 267D   | 0,00         | 2,50          | 3,50                  | 6,00          |
| SACHA 282D   | 0,00         | 2,00          | 0,00                  | 2,00          |
| SACHA 283D   | 0,00         | 0,00          | 125,00                | 125,00        |
| SACHA 286D   | 1,50         | 0,00          | 0,00                  | 1,50          |
| SACHA 287D   | 0,00         | 0,00          | 0,00                  | 0,00          |
| SACHA 220D   | 19,00        | 1,00          | 66,00                 | 86,00         |
| SACHA 266D   | 0,00         | 0,00          | 1,00                  | 1,00          |
| <b>TOTAL</b> | <b>20,50</b> | <b>162,00</b> | <b>277,00</b>         | <b>459,50</b> |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

En base a la información de la sección del taladro que se tomó como ejemplo, así fue recolectada la información para cada sección y taladro correspondiente.

Una vez recolectada la información de todos los pozos de la sección 8 ½", se procedió a elaborar una tabla general donde estarán los 76 pozos y los indicados tiempos invisibles de las actividades en general para su respectivo análisis (Tabla #28).

Tabla # 28 Actividades de la perforación aislando los tiempos invisibles de la sección 8 ½" (tiempos en horas)

| Pozos       | Drilling | Drilling sin Cnx | Flat time | Tripping | Others Drilling | NPT    | Servicio rig | Reunión HSE | ILT Pozo      |
|-------------|----------|------------------|-----------|----------|-----------------|--------|--------------|-------------|---------------|
| YNE A 025   | 12,50    | 10,58            | 56,00     | 44,00    | 21,67           | 0,50   | 2,00         | 2,50        | <b>3,83</b>   |
| YNE A 026   | 11,50    | 9,58             | 41,00     | 53,75    | 20,00           | 0,00   | 0,50         | 11,50       | <b>9,75</b>   |
| YNE A 027   | 10,50    | 8,58             | 60,42     | 48,50    | 18,50           | 0,00   | 0,50         | 1,50        | <b>17,58</b>  |
| YNE A 030   | 31,33    | 69,58            | 60,42     | 53,75    | 21,67           | 29,00  | 1,00         | 5,00        | <b>53,83</b>  |
| PLN A 07    | 37,47    | 81,62            | 51,25     | 51,17    | 19,33           | 0,50   | 2,50         | 7,00        | <b>107,78</b> |
| YNE A 028   | 14,00    | 12,08            | 51,25     | 51,17    | 19,33           | 4,00   | 2,00         | 0,50        | <b>7,75</b>   |
| YNOB 020    | 19,00    | 17,08            | 44,00     | 30,00    | 7,00            | 0,50   | 0,00         | 1,00        | <b>0,00</b>   |
| YNOB 022    | 9,50     | 7,58             | 41,00     | 24,50    | 17,00           | 0,00   | 0,00         | 0,50        | <b>0,00</b>   |
| PKSB 020    | 12,73    | 13,26            | 38,50     | 28,00    | 13,00           | 25,00  | 0,00         | 1,00        | <b>2,77</b>   |
| YNEA A 024  | 10,00    | 8,08             | 49,10     | 40,15    | 14,85           | 5,00   | 2,50         | 5,50        | <b>34,40</b>  |
| YNEA A 029  | 12,00    | 10,08            | 49,10     | 40,15    | 11,50           | 0,00   | 0,00         | 1,00        | <b>17,25</b>  |
| YNOB 021    | 13,05    | 13,44            | 44,50     | 27,50    | 11,50           | 0,00   | 0,00         | 1,00        | <b>2,95</b>   |
| YNOB 023    | 9,50     | 7,58             | 41,00     | 30,00    | 11,50           | 3,50   | 1,50         | 0,00        | <b>0,00</b>   |
| PLN A - 06  | 19,50    | 16,30            | 56,19     | 55,22    | 24,50           | 0,50   | 2,50         | 3,50        | <b>13,58</b>  |
| TUICH A 03  | 20,26    | 21,30            | 56,19     | 55,22    | 24,50           | 3,50   | 2,50         | 3,00        | <b>26,82</b>  |
| TUICH A 04  | 15,50    | 13,26            | 42,00     | 40,50    | 22,00           | 1,50   | 0,50         | 1,00        | <b>0,00</b>   |
| SSH 13D     | 6,50     | 0,00             | 22,50     | 22,00    | 17,50           | 0,00   | 0,00         | 1,00        | <b>0,00</b>   |
| CUY 38D     | 20,75    | 19,40            | 25,50     | 22,25    | 14,00           | 4,00   | 0,50         | 1,00        | <b>5,00</b>   |
| CUY 40D     | 20,50    | 18,90            | 29,75     | 19,00    | 12,50           | 0,00   | 2,00         | 2,00        | <b>4,25</b>   |
| SACHA 270V  | 37,50    | 0,00             | 50,50     | 24,00    | 15,50           | 2,50   | 5,50         | 1,50        | <b>0,00</b>   |
| SACHA 268D  | 49,82    | 59,91            | 31,00     | 6,00     | 18,08           | 165,50 | 1,00         | 1,00        | <b>26,60</b>  |
| SACHA 271 D | 44,00    | 37,81            | 29,00     | 12,67    | 14,00           | 3,00   | 0,00         | 6,50        | <b>3,83</b>   |
| SACHA 272 D | 46,92    | 42,31            | 31,50     | 12,67    | 18,08           | 0,00   | 0,00         | 4,00        | <b>14,33</b>  |
| SACHA 281D  | 28,00    | 22,22            | 33,42     | 12,67    | 7,00            | 55,00  | 1,00         | 3,50        | <b>8,92</b>   |
| SACHA 215D  | 38,13    | 42,09            | 42,06     | 14,00    | 12,69           | 0,00   | 2,00         | 0,50        | <b>20,12</b>  |
| SACHA 257D  | 22,50    | 16,31            | 40,50     | 13,50    | 10,00           | 0,00   | 0,50         | 4,50        | <b>0,00</b>   |
| SACHA 280D  | 31,00    | 24,81            | 39,50     | 16,92    | 12,50           | 0,00   | 0,50         | 0,50        | <b>5,08</b>   |
| SACHA 216D  | 67,00    | 56,68            | 31,00     | 17,00    | 13,00           | 12,00  | 1,00         | 1,00        | <b>6,50</b>   |
| SACHA 258D  | 43,00    | 36,39            | 26,50     | 13,00    | 12,50           | 0,00   | 3,00         | 1,50        | <b>0,00</b>   |
| SACHA 267D  | 69,31    | 60,18            | 31,00     | 22,48    | 15,19           | 6,00   | 1,50         | 3,00        | <b>24,02</b>  |

| Pozos        | Drilling | Drilling sin Cnx | Flat time | Tripping | Others Drilling | NPT    | Servicio rig | Reunión HSE | ILT Pozo |
|--------------|----------|------------------|-----------|----------|-----------------|--------|--------------|-------------|----------|
| SACHA 282D   | 55,00    | 47,98            | 29,00     | 13,00    | 12,00           | 2,00   | 0,50         | 0,00        | 0,00     |
| SACHA 283D   | 70,55    | 59,44            | 30,50     | 22,48    | 15,19           | 125,00 | 2,50         | 1,00        | 6,28     |
| SACHA 286D   | 69,31    | 72,68            | 31,00     | 18,00    | 10,50           | 1,50   | 1,50         | 0,50        | 13,69    |
| SACHA 287D   | 70,14    | 80,85            | 28,00     | 22,48    | 10,50           | 0,00   | 1,00         | 1,50        | 24,39    |
| SACHA 220D   | 78,48    | 102,52           | 32,25     | 22,50    | 25,00           | 86,00  | 0,50         | 1,50        | 50,27    |
| SACHA 266D   | 37,50    | 30,48            | 24,50     | 22,75    | 18,50           | 1,00   | 1,50         | 6,50        | 0,25     |
| PALO AZUL 29 | 22,00    | 18,92            | 33,25     | 19,50    | 13,50           | 1,50   | 0,50         | 2,00        | 8,25     |
| PALO AZUL 48 | 30,75    | 36,42            | 33,00     | 14,50    | 10,50           | 0,00   | 0,00         | 0,00        | 8,75     |
| PCCB 029     | 20,00    | 15,68            | 29,50     | 18,50    | 13,50           | 0,00   | 1,50         | 0,00        | 0,00     |
| PCCB 030     | 21,00    | 15,28            | 66,50     | 24,00    | 8,00            | 0,00   | 0,50         | 0,00        | 0,00     |
| PCCA 024     | 25,00    | 19,90            | 72,70     | 34,00    | 27,50           | 1,50   | 3,50         | 3,00        | 22,80    |
| PCCD 027     | 77,28    | 131,91           | 72,70     | 65,93    | 35,78           | 2,50   | 9,50         | 1,00        | 140,31   |
| TMSA - 004   | 42,50    | 36,46            | 47,00     | 65,93    | 35,78           | 0,00   | 3,50         | 9,50        | 46,78    |
| TMSB - 005   | 25,00    | 19,02            | 67,50     | 41,00    | 28,00           | 0,00   | 1,50         | 0,00        | 0,00     |
| TNEB 001     | 75,24    | 85,45            | 56,00     | 40,50    | 25,00           | 3,00   | 3,00         | 0,00        | 21,26    |
| PCCA 023     | 21,50    | 15,75            | 70,00     | 48,00    | 25,00           | 3,00   | 1,00         | 7,00        | 0,00     |
| PCCA 025     | 22,00    | 16,35            | 82,60     | 42,00    | 23,00           | 123,00 | 1,50         | 0,50        | 16,40    |
| PCCC 026     | 28,50    | 22,25            | 57,50     | 43,50    | 25,50           | 21,50  | 4,50         | 7,00        | 0,00     |
| PCCD 028     | 30,66    | 25,42            | 82,60     | 45,00    | 21,00           | 10,50  | 1,00         | 0,00        | 46,25    |
| TMSA - 003   | 28,60    | 29,47            | 78,00     | 59,51    | 29,29           | 0,00   | 4,50         | 8,00        | 106,10   |
| TNEB 002     | 29,73    | 27,34            | 54,50     | 22,50    | 11,50           | 0,00   | 1,00         | 1,00        | 4,27     |
| TNEB 003     | 30,49    | 26,59            | 65,00     | 27,00    | 20,50           | 2,00   | 2,00         | 0,00        | 3,51     |
| Auca 112     | 25,19    | 25,81            | 29,50     | 22,00    | 13,00           | 0,00   | 0,50         | 2,00        | 5,31     |
| GNTD - 032   | 18,00    | 15,19            | 59,00     | 28,00    | 14,25           | 64,00  | 1,00         | 1,50        | 36,75    |
| Auca 127     | 35,00    | 29,84            | 33,50     | 15,50    | 11,50           | 1,50   | 1,00         | 2,00        | 6,50     |
| GNTD 043     | 41,05    | 44,75            | 39,75     | 26,25    | 5,00            | 15,50  | 3,50         | 0,00        | 24,45    |
| PITALALA 1V  | 93,50    | 89,04            | 24,50     | 163,00   | 76,50           | 37,50  | 8,50         | 46,50       | 0,00     |
| Auca 160     | 17,00    | 13,34            | 31,50     | 28,00    | 10,00           | 207,50 | 0,00         | 2,50        | 0,00     |
| PUC 15D      | 17,50    | 14,50            | 39,67     | 35,56    | 13,92           | 1,50   | 1,50         | 0,50        | 26,86    |
| PUC 17D      | 18,02    | 17,00            | 35,00     | 30,50    | 11,00           | 18,50  | 1,50         | 1,50        | 1,98     |
| Auca 121     | 27,00    | 23,34            | 29,00     | 32,00    | 18,90           | 13,00  | 1,00         | 1,00        | 2,10     |
| Auca 123     | 24,50    | 19,60            | 50,92     | 37,50    | 18,90           | 1,00   | 0,50         | 2,00        | 41,18    |

| Pozos                | Drilling       | Drilling sin Cnx | Flat time      | Tripping       | Others Drilling | NPT            | Servicio rig  | Reunión HSE   | ILT Pozo       |
|----------------------|----------------|------------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|----------------|
| Auca 161             | 35,04          | 47,29            | 38,00          | 32,00          | 18,90           | 0,00           | 0,00          | 0,50          | 19,56          |
| Auca 88D             | 26,50          | 22,95            | 28,00          | 41,00          | 15,50           | 0,00           | 1,00          | 1,00          | 0,00           |
| Auca Sur 12 D        | 27,00          | 23,16            | 50,50          | 44,58          | 17,00           | 11,50          | 1,00          | 6,50          | 22,92          |
| Auca 119             | 27,22          | 23,72            | 52,72          | 43,72          | 16,53           | 21,50          | 3,50          | 3,00          | 17,30          |
| Auca 87 D            | 26,52          | 23,92            | 21,00          | 29,00          | 16,53           | 0,00           | 0,50          | 0,50          | 1,95           |
| AUS 13ML             | 25,00          | 21,51            | 52,72          | 43,72          | 15,00           | 55,00          | 0,50          | 0,00          | 37,56          |
| Auca 89              | 22,00          | 0,00             | 22,00          | 35,00          | 20,00           | 5,00           | 0,00          | 30,00         | 0,00           |
| Auca 90              | 25,71          | 21,74            | 40,50          | 31,50          | 12,00           | 0,00           | 0,50          | 0,50          | 0,79           |
| CHE 2D               | 17,50          | 13,22            | 48,47          | 37,83          | 18,00           | 53,00          | 1,00          | 0,00          | 20,69          |
| CHE 3D               | 25,71          | 28,24            | 37,00          | 37,83          | 18,00           | 33,50          | 1,00          | 3,00          | 16,95          |
| Auca 110             | 25,00          | 20,24            | 29,00          | 14,50          | 8,50            | 0,00           | 1,00          | 0,50          | 0,00           |
| Auca 153             | 34,40          | 43,26            | 34,17          | 24,42          | 14,58           | 0,00           | 3,50          | 0,50          | 24,44          |
| Auca 154             | 29,50          | 25,22            | 33,50          | 24,42          | 14,00           | 24,00          | 0,00          | 1,50          | 3,08           |
| Auca 94              | 27,50          | 22,74            | 34,17          | 24,42          | 14,58           | 0,00           | 2,50          | 1,00          | 14,83          |
| <b>ILT Actividad</b> | <b>376,14</b>  |                  | <b>357,68</b>  | <b>369,45</b>  | <b>158,47</b>   |                |               |               |                |
| <b>T. Actividad</b>  | <b>2385,86</b> | <b>2322,75</b>   | <b>3283,32</b> | <b>2516,55</b> | <b>1327,53</b>  | <b>1269,00</b> | <b>118,00</b> | <b>235,00</b> | <b>1261,74</b> |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

- La tabla presenta los diversos tiempos invisibles y productivos de todos los pozos que permitirán determinar los porcentajes de los diferentes tiempos de perforación (Tabla #29).

Tabla # 29 Porcentajes de los tiempos productivos, NPT, ILT y Total de los tiempos de la sección 8 ½”.

| <b>TIEMPOS</b>    | <b>HORAS</b>    | <b>PORCENTAJES</b> |
|-------------------|-----------------|--------------------|
| <b>PRODUCTIVO</b> | <b>9866,26</b>  | 79,59%             |
| <b>NPT</b>        | <b>1269,00</b>  | 10,24%             |
| <b>ILT</b>        | <b>1261,74</b>  | 10,18%             |
| <b>TOTAL</b>      | <b>12397,00</b> |                    |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

➤ Obtención de los diferentes NPT de la sección 8 ½” (Tabla #30).

Tabla # 30 Tiempos no productivos discretizados de la sección 8 ½” (tiempos en horas)

| <b>Pozos</b>      | <b>NPT BAKER</b> | <b>NPT RIG</b> | <b>NPT HOYO + OTRAS CIAS</b> | <b>TOTAL NPT</b> |
|-------------------|------------------|----------------|------------------------------|------------------|
| <b>YNE A 025</b>  | 0,00             | 0,00           | 0,50                         | <b>0,50</b>      |
| <b>YNE A 026</b>  | 0,00             | 0,00           | 0,00                         | <b>0,00</b>      |
| <b>YNE A 027</b>  | 0,00             | 0,00           | 0,00                         | <b>0,00</b>      |
| <b>YNE A 030</b>  | 22,50            | 6,50           | 0,00                         | <b>29,00</b>     |
| <b>PLN A 07</b>   | 0,00             | 0,50           | 0,00                         | <b>0,50</b>      |
| <b>YNE A 028</b>  | 0,00             | 1,50           | 2,50                         | <b>4,00</b>      |
| <b>YNOB 020</b>   | 0,00             | 0,50           | 0,00                         | <b>0,50</b>      |
| <b>YNOB 022</b>   | 0,00             | 0,00           | 0,00                         | <b>0,00</b>      |
| <b>PKSB 020</b>   | 0,00             | 25,00          | 0,00                         | <b>25,00</b>     |
| <b>YNEA A 024</b> | 0,00             | 0,00           | 5,00                         | <b>5,00</b>      |
| <b>YNEA A 029</b> | 0,00             | 0,00           | 0,00                         | <b>0,00</b>      |
| <b>YNOB 021</b>   | 0,00             | 0,00           | 0,00                         | <b>0,00</b>      |
| <b>YNOB 023</b>   | 0,00             | 3,50           | 0,00                         | <b>3,50</b>      |
| <b>PLN A - 06</b> | 0,00             | 0,50           | 0,00                         | <b>0,50</b>      |

| Pozos        | NPT BAKER | NPT RIG | NPT HOYO +<br>OTRAS CIAS | TOTAL NPT     |
|--------------|-----------|---------|--------------------------|---------------|
| TUICH A 03   | 0,00      | 0,00    | 3,50                     | <b>3,50</b>   |
| TUICH A 04   | 0,00      | 1,00    | 0,50                     | <b>1,50</b>   |
| SSH 13D      | 0,00      | 0,00    | 0,00                     | <b>0,00</b>   |
| CUY 38D      | 0,00      | 0,00    | 4,00                     | <b>4,00</b>   |
| CUY 40D      | 0,00      | 0,00    | 0,00                     | <b>0,00</b>   |
| SACHA 270V   | 0,00      | 0,00    | 2,50                     | <b>2,50</b>   |
| SACHA 268D   | 0,00      | 146,50  | 19,00                    | <b>165,50</b> |
| SACHA 271 D  | 0,00      | 0,00    | 3,00                     | <b>3,00</b>   |
| SACHA 272 D  | 0,00      | 0,00    | 0,00                     | <b>0,00</b>   |
| SACHA 281D   | 0,00      | 1,00    | 54,00                    | <b>55,00</b>  |
| SACHA 215D   | 0,00      | 0,00    | 0,00                     | <b>0,00</b>   |
| SACHA 257D   | 0,00      | 0,00    | 0,00                     | <b>0,00</b>   |
| SACHA 280D   | 0,00      | 0,00    | 0,00                     | <b>0,00</b>   |
| SACHA 216D   | 0,00      | 9,00    | 3,00                     | <b>12,00</b>  |
| SACHA 258D   | 0,00      | 0,00    | 0,00                     | <b>0,00</b>   |
| SACHA 267D   | 0,00      | 2,50    | 3,50                     | <b>6,00</b>   |
| SACHA 282D   | 0,00      | 2,00    | 0,00                     | <b>2,00</b>   |
| SACHA 283D   | 0,00      | 0,00    | 125,00                   | <b>125,00</b> |
| SACHA 286D   | 1,50      | 0,00    | 0,00                     | <b>1,50</b>   |
| SACHA 287D   | 0,00      | 0,00    | 0,00                     | <b>0,00</b>   |
| SACHA 220D   | 19,00     | 1,00    | 66,00                    | <b>86,00</b>  |
| SACHA 266D   | 0,00      | 0,00    | 1,00                     | <b>1,00</b>   |
| PALO AZUL 29 | 0,00      | 0,00    | 1,50                     | <b>1,50</b>   |
| PALO AZUL 48 | 0,00      | 0,00    | 0,00                     | <b>0,00</b>   |
| PCCB 029     | 0,00      | 0,00    | 0,00                     | <b>0,00</b>   |
| PCCB 030     | 0,00      | 0,00    | 0,00                     | <b>0,00</b>   |
| PCCA 024     | 0,00      | 0,00    | 1,50                     | <b>1,50</b>   |
| PCCD 027     | 0,00      | 2,50    | 0,00                     | <b>2,50</b>   |

| Pozos         | NPT BAKER | NPT RIG | NPT HOYO +<br>OTRAS CIAS | TOTAL NPT     |
|---------------|-----------|---------|--------------------------|---------------|
| TMSA - 004    | 0,00      | 0,00    | 0,00                     | <b>0,00</b>   |
| TMSB - 005    | 0,00      | 0,00    | 0,00                     | <b>0,00</b>   |
| TNEB 001      | 0,00      | 0,00    | 3,00                     | <b>3,00</b>   |
| PCCA 023      | 0,00      | 0,00    | 3,00                     | <b>3,00</b>   |
| PCCA 025      | 86,00     | 0,00    | 37,00                    | <b>123,00</b> |
| PCCC 026      | 0,00      | 0,00    | 21,50                    | <b>21,50</b>  |
| PCCD 028      | 0,00      | 0,00    | 10,50                    | <b>10,50</b>  |
| TMSA - 003    | 0,00      | 0,00    | 0,00                     | <b>0,00</b>   |
| TNEB 002      | 0,00      | 0,00    | 0,00                     | <b>0,00</b>   |
| TNEB 003      | 0,00      | 0,00    | 2,00                     | <b>2,00</b>   |
| Auca 112      | 0,00      | 0,00    | 0,00                     | <b>0,00</b>   |
| GNTD - 032    | 64,00     | 0,00    | 0,00                     | <b>64,00</b>  |
| Auca 127      | 0,00      | 0,00    | 1,50                     | <b>1,50</b>   |
| GNTD 043      | 0,00      | 0,00    | 15,50                    | <b>15,50</b>  |
| PITALALA 1V   | 0,00      | 0,00    | 37,50                    | <b>37,50</b>  |
| Auca 160      | 207,50    | 0,00    | 0,00                     | <b>207,50</b> |
| PUC 15D       | 0,00      | 1,50    | 0,00                     | <b>1,50</b>   |
| PUC 17D       | 0,00      | 0,00    | 18,50                    | <b>18,50</b>  |
| Auca 121      | 0,00      | 0,00    | 13,00                    | <b>13,00</b>  |
| Auca 123      | 0,00      | 0,00    | 1,00                     | <b>1,00</b>   |
| Auca 161      | 0,00      | 0,00    | 0,00                     | <b>0,00</b>   |
| Auca 88D      | 0,00      | 0,00    | 0,00                     | <b>0,00</b>   |
| Auca Sur 12 D | 11,50     | 0,00    | 0,00                     | <b>11,50</b>  |
| Auca 119      | 0,00      | 0,00    | 21,50                    | <b>21,50</b>  |
| Auca 87 D     | 0,00      | 0,00    | 0,00                     | <b>0,00</b>   |
| AUS 13ML      | 0,00      | 55,00   | 0,00                     | <b>55,00</b>  |

| Pozos        | NPT BAKER | NPT RIG | NPT HOYO + OTRAS CIAS | TOTAL NPT |
|--------------|-----------|---------|-----------------------|-----------|
| Auca 89      | 0,00      | 5,00    | 0,00                  | 5,00      |
| Auca 90      | 0,00      | 0,00    | 0,00                  | 0,00      |
| CHE 2D       | 0,00      | 0,00    | 53,00                 | 53,00     |
| CHE 3D       | 0,00      | 4,50    | 29,00                 | 33,50     |
| Auca 110     | 0,00      | 0,00    | 0,00                  | 0,00      |
| Auca 153     | 0,00      | 0,00    | 0,00                  | 0,00      |
| Auca 154     | 0,00      | 0,00    | 24,00                 | 24,00     |
| Auca 94      | 0,00      | 0,00    | 0,00                  | 0,00      |
| <b>TOTAL</b> | 412,00    | 269,50  | 587,50                | 1269,00   |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

- En la siguiente tabla, se demostrará los porcentajes en general de las actividades en donde se separa los tiempos invisibles (Tabla #31) y los diferentes tiempos no productivos (Tabla #32).

Tabla # 31 Porcentajes de las actividades de la perforación de la sección 8 ½".

| ACTIVIDADES      | HORAS          | PORCENTAJES |
|------------------|----------------|-------------|
| DRILLING         | 376,14         | 30%         |
| FLAT TIME        | 357,68         | 28%         |
| TRIPPING         | 369,45         | 29%         |
| OTHERS DRILLING  | 158,47         | 13%         |
| <b>TOTAL ILT</b> | <b>1261,74</b> |             |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

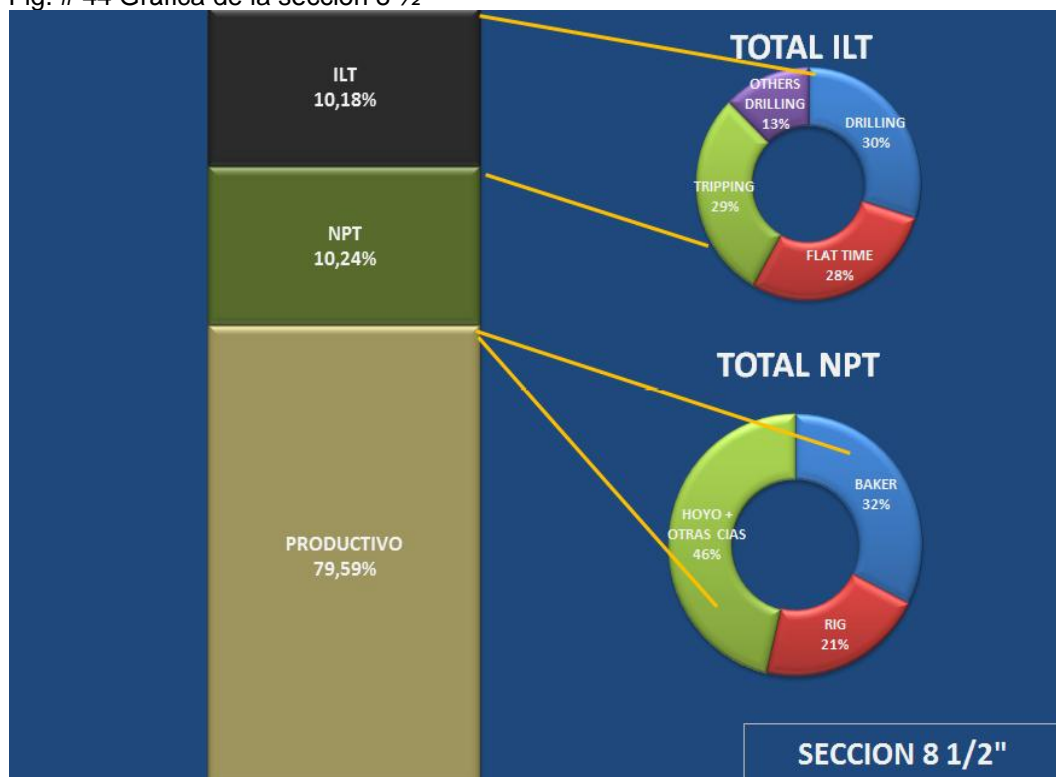
Tabla # 32 Porcentajes de los tiempos no productivos de la sección 8 1/2".

| ACTIVIDADES       | HORAS   | PORCENTAJES |
|-------------------|---------|-------------|
| BAKER             | 412,00  | 32%         |
| RIG               | 269,50  | 21%         |
| HOYO + OTRAS CIAS | 587,50  | 46%         |
| TOTAL NPT         | 1269,00 |             |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

Con los porcentajes obtenidos de cada uno de los tiempos de perforación, se procede a graficar (Fig. #44) y tener una perspectiva de los tiempos en los cuales se va a optimizar y, para este objetivo, intervienen las líneas de servicio.

Fig. # 44 Gráfica de la sección 8 1/2"



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

Con base en la forma en que se desarrolló la sección 8 ½”, se adoptó el mismo procedimiento para las secciones siguientes, con sus respectivos análisis.

#### **4.4 Definición de NPT**

La mejor definición en la industria petrolera sería aquel tiempo donde no exista avance de perforación y se describe cada uno de los códigos comprendidos entre el número 25 al 45:

**25. Limpia línea de flujo (arcilla):** Ensucia las herramientas de perforación y tapona las tuberías, lo que plantea problemas severos para las brigadas de perforación, requiriendo limpiar las líneas de flujo.

**26. Corrida de registros fallidos:** Por lo general, se corre registros en la sección 8 ½” en hoyo abierto para conocer la geología y los parámetros petrofísicos. Al momento de bajar los registros, se presentan inconvenientes, tales como quedarse atrapada la herramienta o pegada. Además, los puntos de apoyos no permiten el desempeño óptimo en la bajada de los indicados registros y en la toma de datos.

**27. Cambio de ensamble del fondo del pozo (BHA):** Se debe a problemas del ensamble de fondo para lo cual se realiza un viaje a superficie por los motivos siguientes: falla del motor, falla en la herramienta midiendo mientras se perfora (MWD), mal diseño del BHA, exceso de torque.

**28. Suministro de aire:** Es la unidad de potencia para abrir o cerrar el preventor de reventones (BOP).

**29. Pega de tubería / registros:** Se produce debido a las presiones diferenciales. Esto quiere decir que, si la presión de formación es mayor

que la del hoyo, se van a producir pegas de tubería y de las herramientas de registros lo cual se debe a la mala limpieza del hoyo y al fluido de perforación que se utilizó.

**30. Problema del motor y MWD:** Proviene de fallas mecánicas del ensamble de fondo porque el estator se destruye debido a la alta temperatura y, con respecto al MWD, no deja que la codificación o la información se transmita a superficie por motivo del taponamiento.

**31. Problemas de control de sólidos / lodos:** La falta de mantenimiento en las maquinarias, por lo general, produce derrames de fluidos porque las bombas no se cierran adecuadamente o porque las mangueras no están en buen estado y falta de entrenamiento del personal involucrado. Por tal motivo, se retrasan todas las actividades y el medio ambiente podría ser afectado y podrían suspenderse las operaciones.

**32. Problemas de cementación:** Cuando el lodo no se acomoda uniformemente alrededor de la tubería de revestimiento, ocurre pérdida de circulación.

**33. Problemas del revestidor, liner, cabezal del pozo:** No realizan viajes de calibración para acondicionar el hoyo, depende de la formación y de las concentraciones de las características del fluido, lo que no permite bajar el revestidor a la profundidad deseada.

**34. Reparación del equipo:** En caso de que el personal involucrado no tenga las herramientas necesarias para sustituir los accesorios respectivos que se deterioran durante la operación.

**35. Problemas del hoyo, lava / rima:** Por malas propiedades del fluido, como por ejemplo: densidad, mala limpieza del hoyo, puntos apretados o derrumbes, etc.

**36. Problemas de embolamiento broca / estab. :** Se produce cuando la geometría del hoyo no es la adecuada y, al momento de sacar la sarta, la broca tiene exceso de lodo.

**37. Problemas del sistema del Top Drive (TDS):** Se debe al mantenimiento inadecuado, por lo que se producen problemas eléctricos, lo cual podría ocasionar la suspensión de las actividades de perforación.

**38. Esperando herramientas:** Mala coordinación de entrega de herramientas, imprevistos en el equipo de perforación.

**39. Viaje no planeado:** Se debe a la formación que se va atravesando y cuando se sale del plan porque se presentan inconvenientes en la litología del campo.

**40. M/U and L/D BHA & DP & Csg:** Debido a las conexiones al momento de ajustar cada elemento, los cuales deben tener una presión estándar porque, al momento de bajar el BHA, comienza a direccionar y podría ocasionar que una herramienta se zafe y quede atrapada en el fondo, la cual habría que pescarla, implicando más tiempo perdido y la suspensión de la perforación.

**41. M/U and Test BOP fail:** Debido al torque al que se somete cada elemento del BOP, ya sea cada perno que se ajuste o cada elemento deberá tener una presión adecuada.

**42. Install Wear bushing / Cut DL velocity:** Personal responsable en la armada del taladro.

**43. Fuga en línea de flujo:** No se realiza el mantenimiento adecuado en los manguerotes o no se reemplaza una vez cumplida su vida útil.

**44. Alto nivel de gas, acondicionamiento de lodo:** Controla el peso del lodo sobre la broca para mantener la presión hidrostática. Esto impide que se produzca un reventón.

**45. Pega de la herramienta de registros eléctricos:** Por problemas de presiones diferenciales, mala geometría o mala limpieza del hoyo.

# CAPÍTULO V

## 5 ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE DATOS

### 5.1 Análisis de los tiempos invisibles y no productivos

Este análisis se realiza para observar los tiempos invisibles y no productivos en cada uno de los taladros en las diferentes operaciones, tales como:

- Perforación.
- Tiempo plano.
- Viajes de BHA.
- Otras actividades de perforación.

En cada uno de los taladros, se analiza la información correspondiente para cada área como sigue:

- Categoría de pozos (Depende del desplazamiento horizontal).
- Sección (16", 12 ¼" y 8.5 ").
- Por campos.

Luego, por medio de gráficas, se visualiza el porqué de los siguientes tiempos invisibles y no productivos. En las de tiempo invisible, se **establece una línea base (lb)**, donde claramente se puede apreciar el tiempo de trabajo excesivo del pozo o de los pozos. Este proceso se lleva a cabo con los taladros que están a cargo de Petroamazonas (PAM) y Río Napo (ORN).

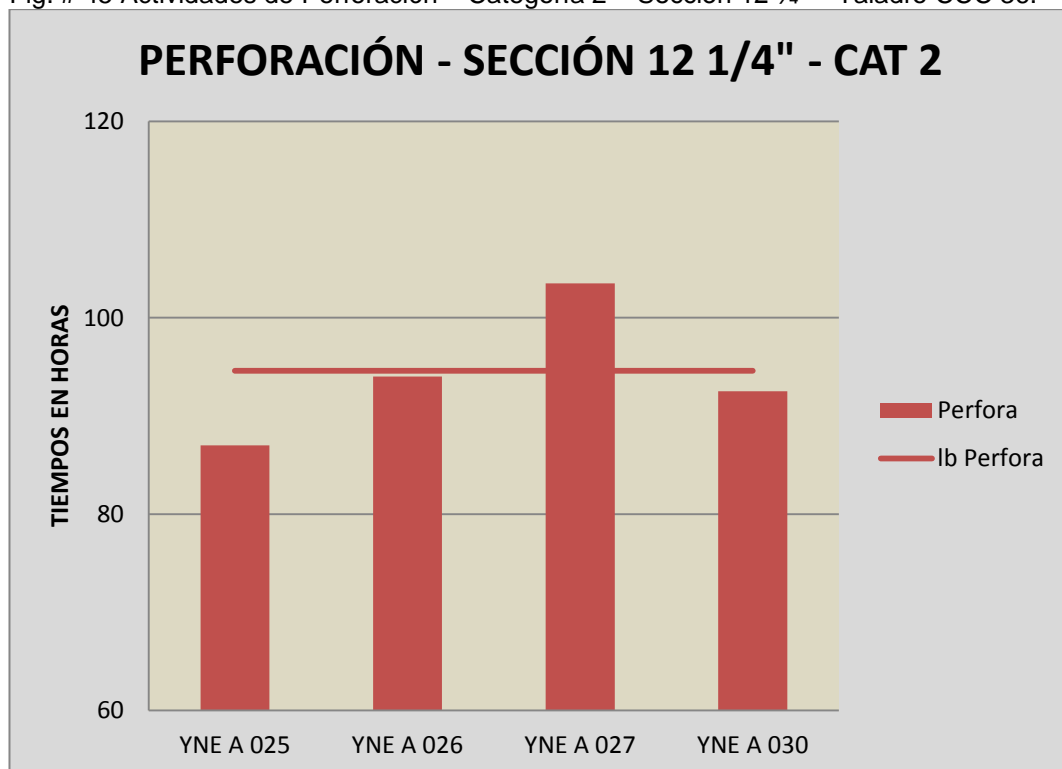
La línea base permite visualizar los tiempos indeseados que exceden el promedio.

### 5.1.1 Análisis del Taladro CCDC 36

EL Taladro CCDC 36 operó en los Campo Yanaquincha, Palmeras Norte, Tuich, Paka Sur, se realizó el análisis de las categorías 2, 3, 4 y 5 de las secciones 12 1/4" en las que se ejecutó más tiempos en las operaciones de perforación y son de tipo "S y J".

#### 5.1.1.1 Tiempos invisibles de la Categoría 2 en la Sección 12 1/4".

Fig. # 45 Actividades de Perforación – Categoría 2 – Sección 12 1/4" – Taladro CCC 36.

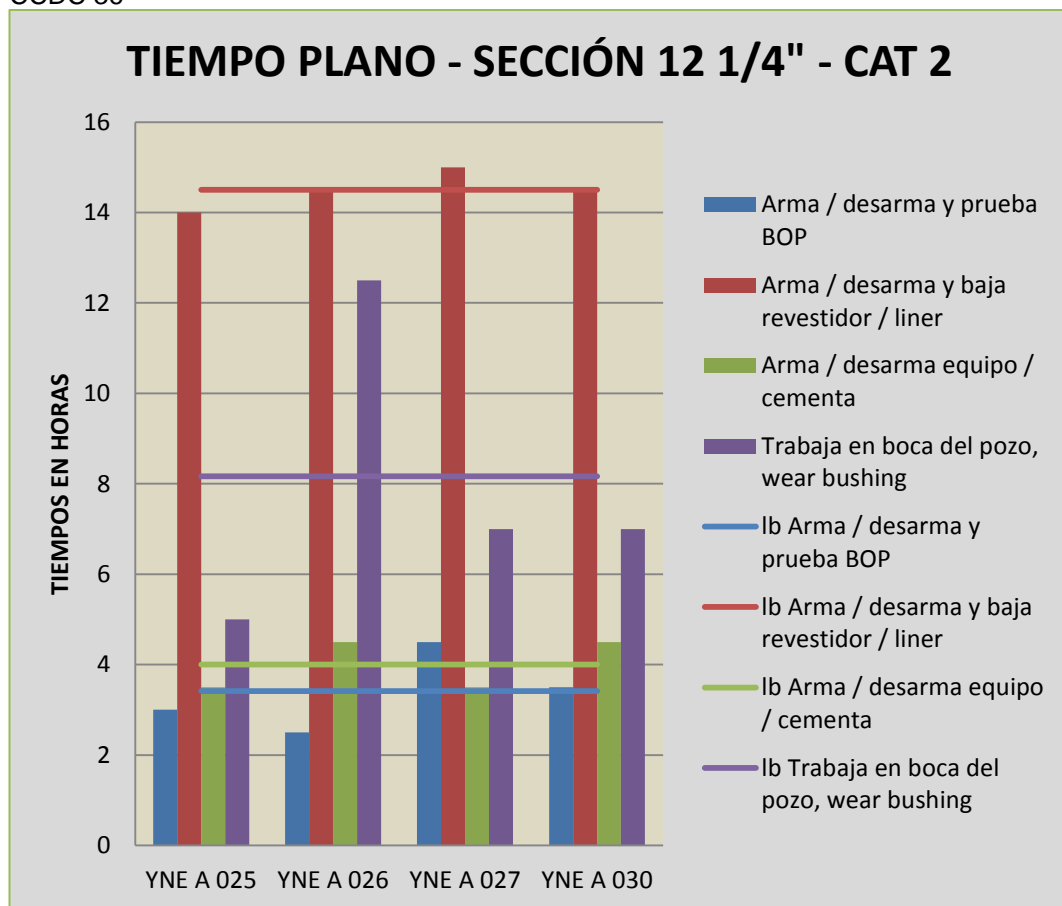


Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

En el pozo Yanaquincha 027 (YNE A 027), el proceso de perforación (Fig. #45) sobrepasó la línea base en la cual los demás pozos están dentro del límite. Este pozo excedió el límite porque se utilizó una broca de tipo

KM533FX con 3 aletas que no permitió el debido rendimiento y, por lo tanto, las ROP fueron menores que en los demás pozos y, por ende, estuvo mucho más tiempo en el fondo, pero, si se hubiera empleado una broca tipo HCD605 de 5 aletas, como fue en otros pozos, se hubiese obtenido una mayor tasa de penetración (ROP). Esto ocurrió en el intervalo 8167 – 9162', en las formaciones de Tena/ Napo, donde se produjo este inconveniente.

Fig. # 46 Actividades de Tiempo Plano – Categoría 2 – Sección 12 1/4" – Taladro CCDC 36



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
 Elaborado por: Danny Ramírez

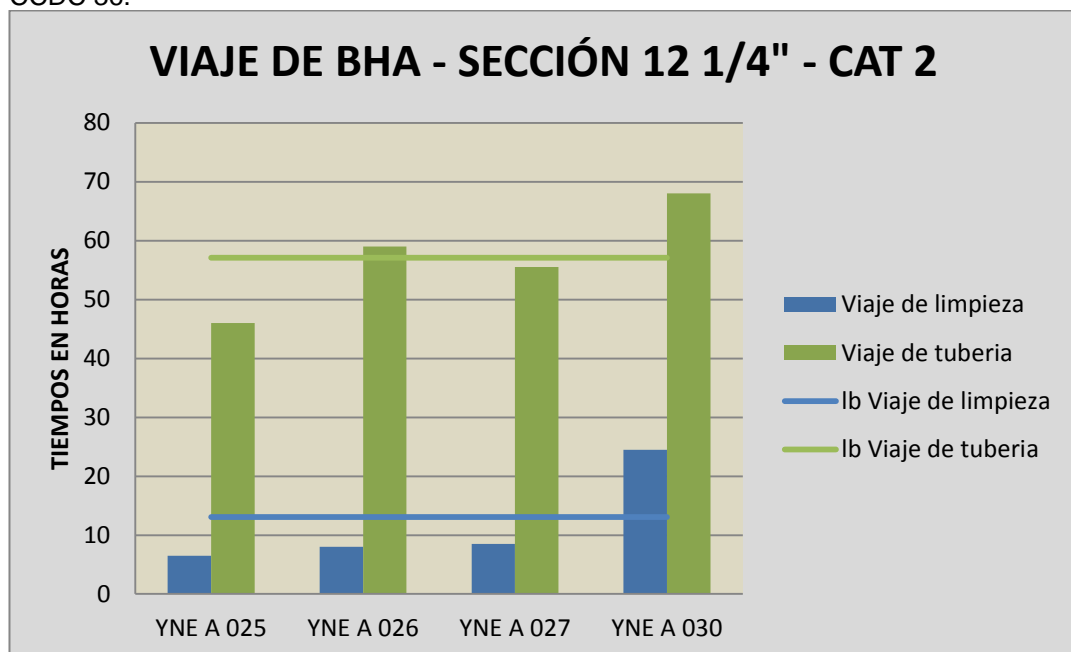
En la operación del armado, desarmado y probado del BOP, existe un exceso en el tiempo plano del pozo YNE A 027 (Fig. #46). Esto es porque se demoró en el corte del casing, lo cual se debió realizar antes de

instalar la sección B, mientras que, en los demás pozos, se instaló en un tiempo adecuado.

El proceso de armar, desarmar, bajar el revestidor, al pozo YNE A 027. El tiempo de bajar casing es una hora mayor que en los pozos de esta sección. El armar, desarmar, cementar el revestidor de los pozos YNE A 026 y YNE A 030 registró el tiempo de una hora de exceso, lo cual se da por los procedimientos que se llevó a cabo para realizar las debidas mezclas de lechada y desplazar para cementar el casing.

En el trabajo de boca de pozo realizado en el YNE A 026, existió una operación no programada: (Construcciones) PAM realizó una prueba de alta potencia en la línea de energía, en el área del sellar, siendo ése el motivo por el cual se sobrepasó el límite.

Fig. # 47 Actividades de Viaje de BHA – Categoría 2 – Sección 12 1/4" – Taladro CCDC 36.



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

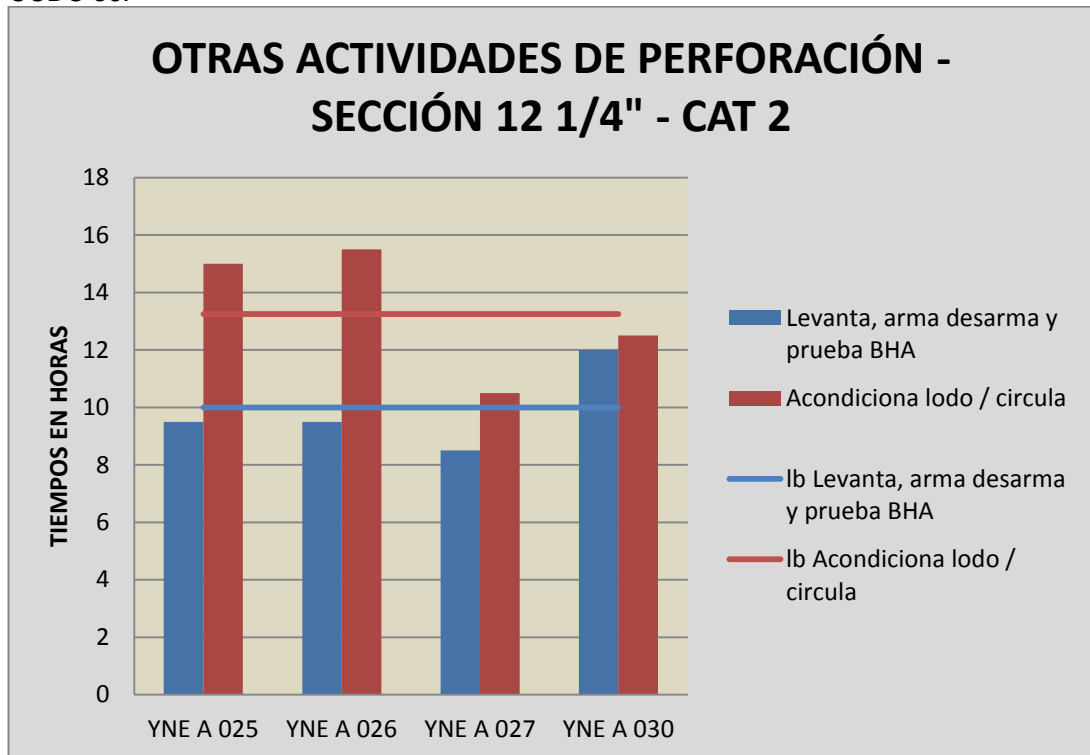
En el pozo YNE A 030 (Fig. #47), se registró tiempos perdidos invisibles, tanto en viajes de limpieza como en viajes de tubería. El tiempo excesivo

en viajes de limpieza porque tienen puntos de apoyo durante los viajes de BHA en las formaciones siguientes:

- Orteguzza/Tiyuyacu (5680 - 7163').
- Tena (7163 - 8880').

Por lo que se ven obligados a bajar con la ayuda de circulación y rotación del top drive en superficie (rimado) para la limpieza de recortes en el fondo del pozo, de manera que los viajes de BHA puedan cumplir con su objetivo.

Fig. # 48 Otras Actividades de Perforación – Categoría 2 – Sección 12 1/4" – Taladro CCDC 36.



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
 Elaborado por: Danny Ramírez

En el pozo YNE A 030, el armado, desarmado y probado del BHA se debió a que, al subir el BHA a la superficie, se observó taponamiento en los jet, por lo que se vieron obligados a bajar un BHA adicional de calibración para acondicionar el hoyo.

En el YNE A 25 y YNE A 026, el debido exceso de tiempo se debió a que tomaron muestras de la formación Caliza A, adicional al bombeo de píldoras (viscosas, pesadas, dispersas) para no tener problemas al realizar operaciones con viajes de tubería (Fig. #48).

### 5.1.1.2 Tiempos no productivos de la Categoría 2 en la Sección 12 1/4"

Los problemas y recomendaciones de tiempos no productivos (Tabla #33)

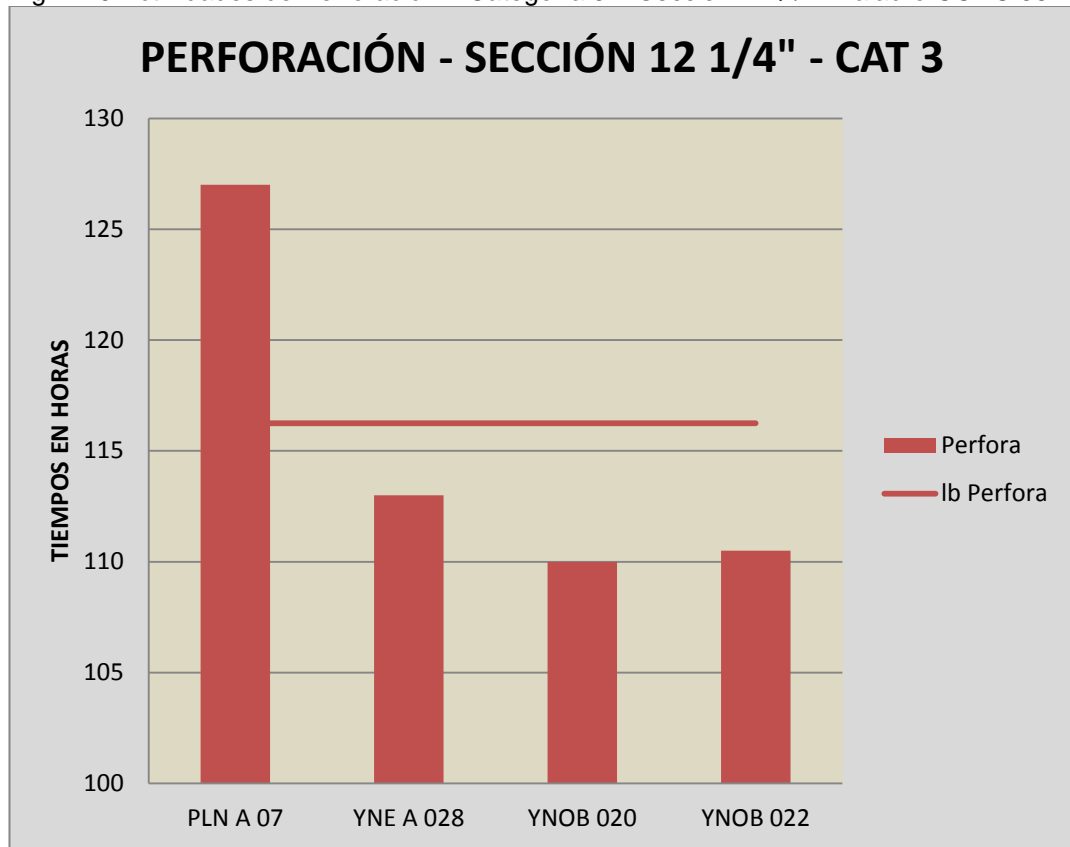
Tabla # 33 Problemas de tiempos no productivos en la categoría 2 de la sección 12 1/4" – Taladro CCDC 36.

| POZOS    | PROBLEMAS  | RECOMENDACIONES  |
|----------|--|--|
| YNE A 25 | Muestras de superficie de las lechadas con que se realizó la cementación del casing 9 5/8" no presentaban la dureza requerida para continuar con la operación luego de 16 horas de fraguado, esto se debe a la posible contaminación de las muestras en superficie o inadecuado procedimiento de mezclados de las lechadas de cemento. | Realizar un adecuado control de calidad del cemento y aditivos. Realizar pruebas de laboratorios confiables previo a los trabajos de cementación. Revisar procedimientos de preparación de lechadas. Manejo de muestras de cemento en superficie adecuado, que minimice la posibilidad de contaminación de las mismas.   |
| YNE A 27 | Daño en cuña neumática se produjo por fuga de aire en cuña neumática.  | Realizar las pruebas necesarias de todas las herramientas, equipos y verificar el funcionamiento correcto de las mismas previo a ser llevadas al pozo.   |
| YNE A 30 | Se realizó viaje a superficie no planeado para instalar dril collar en BHA direccional 4, se realiza esta actividad por falta de supervisión porque el personal involucrado no verificó que sea el ensamble programado. Falla de generadores del sistema de eléctrico por falta de mantenimiento.                                      | Previo al armado revisar y notificar al personal el BHA definido a bajarse en cada sección. Implementar un adecuado programa de mantenimiento, mantener un generador de backup para dar continuidad a la operación. Realizar las pruebas necesarias de todas las herramientas, equipos y verificar el funcionamiento correcto de las mismas previo a ser llevadas al pozo. |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado: Danny Ramírez

### 5.1.1.3 Tiempos invisibles de la Categoría 3 en la Sección 12 1/4".

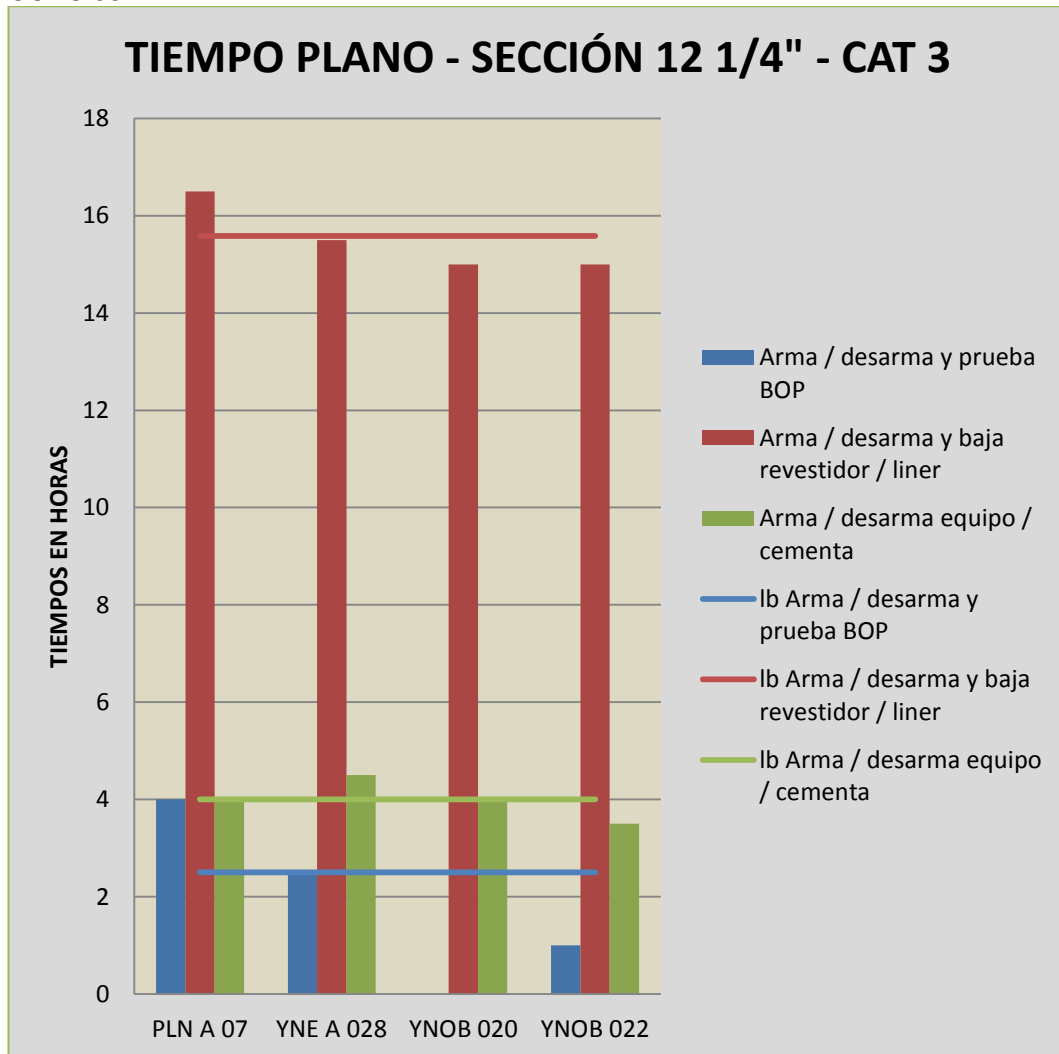
Fig. # 49 Actividades de Perforación – Categoría 3 – Sección 12 1/4" – Taladro CCDC 36.



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

En esta actividad, el pozo Palmeras Norte A 027 (PLN 027), el tiempo de perforación del pozo está por encima de la línea base. Esto se debió al bajo ROP porque atraviesa los conglomerados de Tiyuyacu y Caliza M1 y las ROP son más bajas que en los conglomerados debido a que estas formaciones son duras, por lo que se necesita rotar a bajas revoluciones para que la broca no se dañe (Fig. #49).

Fig. # 50 Actividades de Tiempo Plano – Categoría 3 – Sección 12 1/4" – Taladro CCDC 36.

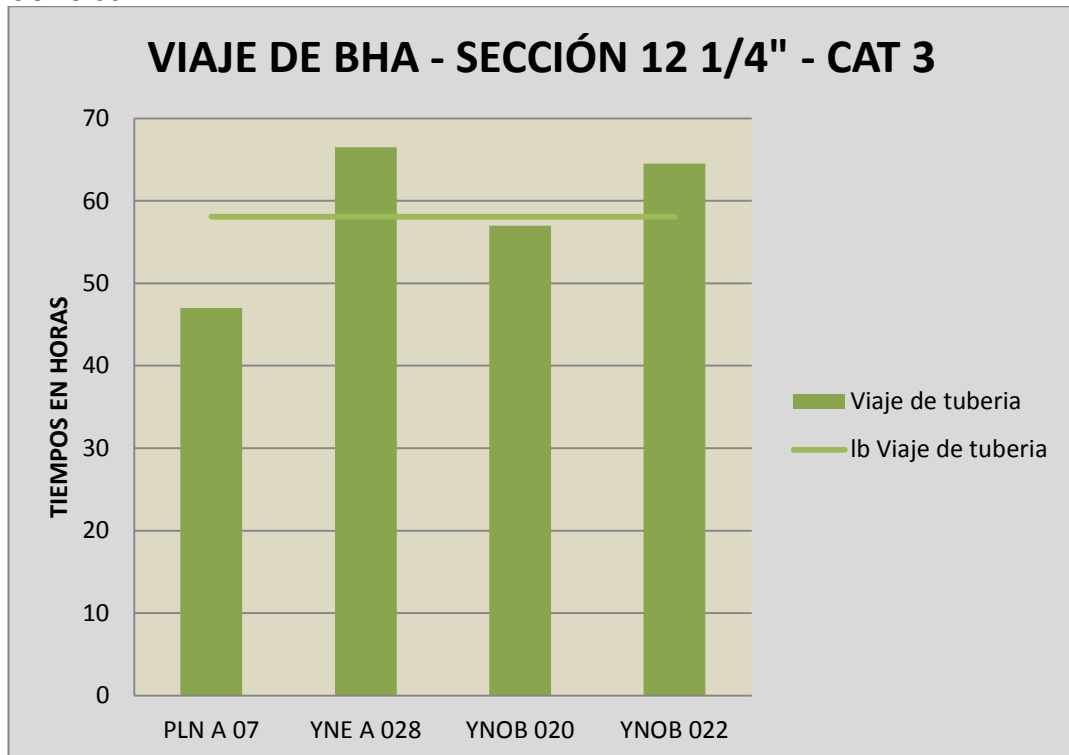


Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
 Elaborado por: Danny Ramírez

En las operaciones de armar, desarmar y prueba del BOP, los tiempos excedidos se deben a la demora en instalar la sección B, lo cual, en cada pozo, se lo realiza de forma rápida o se toma tiempo por el corte del casing para evitar inconvenientes.

A los procedimientos que se realizó en las operaciones de bajar y cementar el revestidor, los pozos que están por encima del rango se deben al tiempo en bajar y preparar las mezclas para cementar el casing (Fig. #50).

Fig. # 51 Actividades de Viaje de BHA – Categoría 3 – Sección 12 1/4" – Taladro CCDC 36



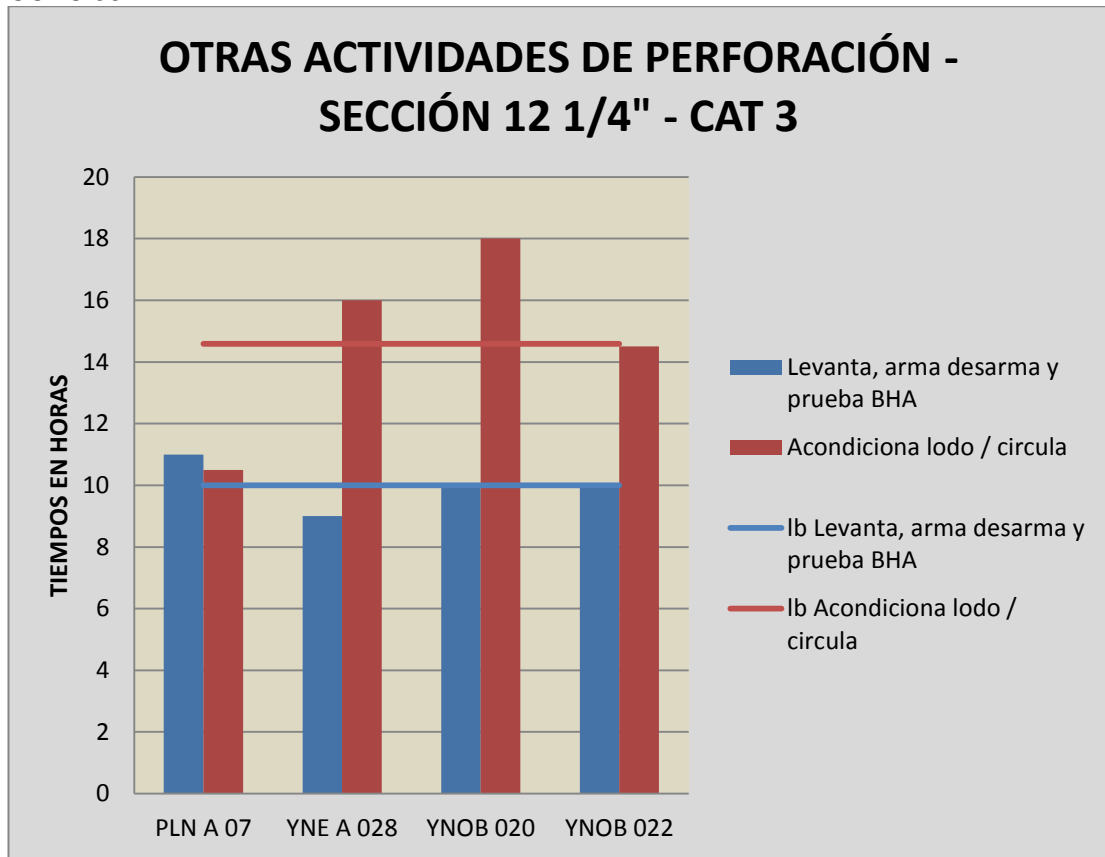
Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

Las actividades de viajes de tuberías en los pozos (YNE A 028 – YNOB 022) sobrepasaron la línea base (Fig. #51).

El pozo YNE A 028 tuvo puntos de apoyo en el chert desde 7900 – 8311' (Tiyuyacu). El técnico de Baker Hughes decidió deslizar la sarta de tubería para corregir el azimuth a la profundidad de 9302', por ser dura la formación, las ROP son bajas.

En el pozo YNOB 022, se realizó el viaje sacando el BHA N°6 con bomba porque atraviesa la formación dura de cuarzo en las zonas M1 y Napo Shale, se bajó el BHA N°6 con bomba y rotaria en las formaciones que van atravesando. A consecuencia de esto, aumentó el tiempo de viajes.

Fig. # 52 Otras Actividades de Perforación – Categoría 3 – Sección 12 1/4” – Taladro CCDC 36



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

Al armar, desarmar y probar el BHA, el tiempo perdido se debió al armado del BHA en el PLN A 07 al instalar la broca N° 6, la cual se demoró 2,5 horas. Merece destacar que, en los demás pozos, el armado lo realizan en 1.5 hora, máximo 2 horas.

El acondicionamiento y circulación del lodo en los pozos (YNE A 028, YNOB 020) no estuvieron dentro del límite que se estableció, pero el exceso se debió a que bombearon píldoras a cada profundidad porque no consiguieron el porcentaje adecuado para retornar los ripios a la zaranda como fue en los otros pozos que están dentro del límite (Fig. #52).

### 5.1.1.4 Tiempos no productivos de la Categoría 3 en la Sección 12 ¼"

Los problemas y recomendaciones de tiempos no productivos (Tabla #34)

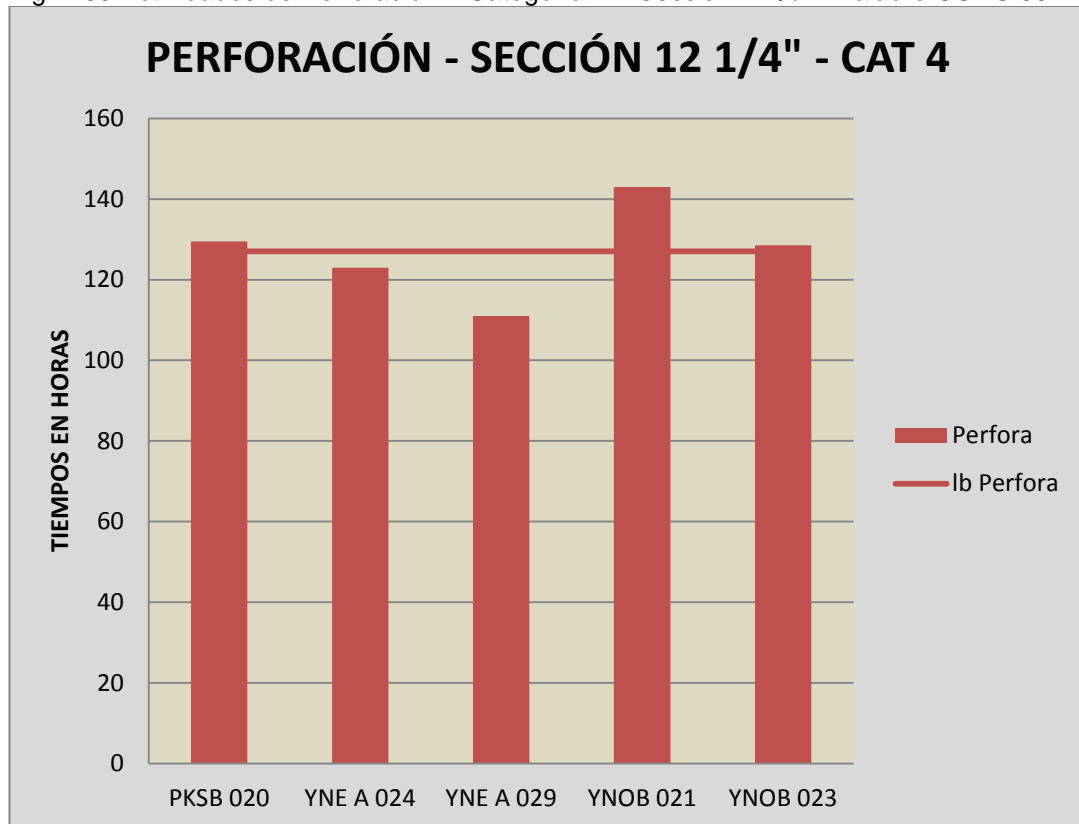
Tabla # 34 Problemas de tiempos no productivos en la categoría 3 de la sección 12 ¼" – Taladro CCDC 36.

| POZOS     | PROBLEMAS  | RECOMENDACIONES  |
|-----------|--|--|
| PLN A 07  | Caída de presión en las bombas por falta de mantenimiento.<br>Falla de malacate porque se dañó el freno del malacate.<br>Falla eléctrica en caseta por falla en el convertidor de corriente alterna en continua. | Implementar un adecuado programa de mantenimiento, mantener una bomba de backup para dar continuidad a la operación.<br>Implementar un adecuado programa de mantenimiento.<br>Implementar un adecuado programa de mantenimiento y un stock apropiado de repuestos. |
| YNE A 028 | Caída drástica del ROP, no se evidenció presión diferencial al motor por posible daño del motor o desgaste de broca.   | Realizar un adecuado mantenimiento de las herramientas, realizar inspecciones o certificaciones de control de calidad de las mismas.   |
| YNOB 020  | Falla del generador por daño en el sensor de aceleración.  | Mantener un adecuado control de inspección de los sensores para asegurar la continuidad de la operación.   |
| YNOB 022  | Presencia de zonas compactas que generan arrastre excesivo durante el viaje de calibración, previa a la bajada del casing 9 5/8".  | Optimizar el trabajo direccional durante la perforación de la formación Orteguaza para garantizar una buena calidad del hoyo en ese intervalo. Perforar la formación Tena con densidad de 9,8 lpg y la lutita Napo con 10,2 lpg.                                   |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

### 5.1.1.5 Tiempos invisibles de la Categoría 4 en la Sección 12 1/4"

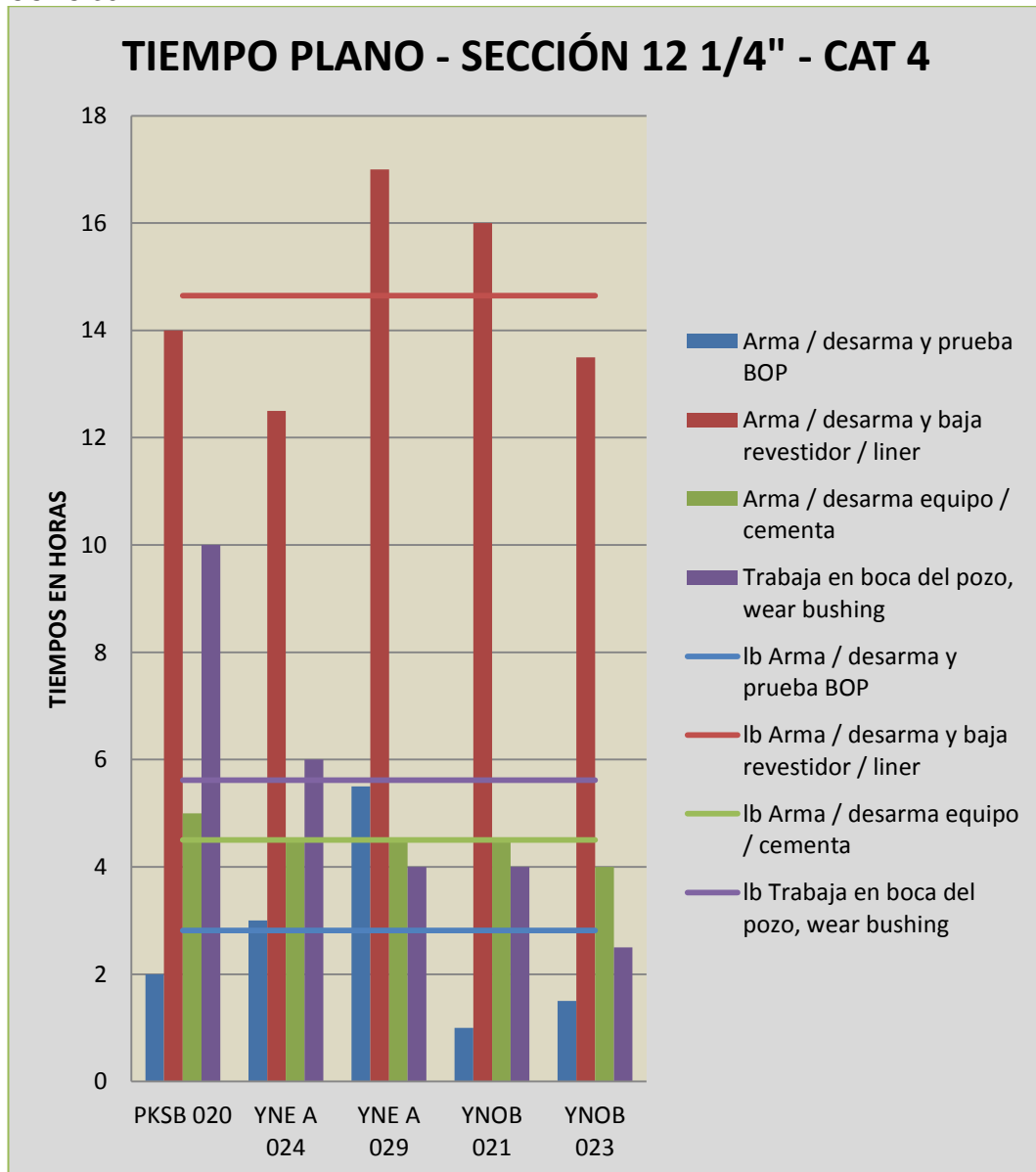
Fig. # 53 Actividades de Perforación – Categoría 4 – Sección 12 1/4" – Taladro CCDC 36.



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

El pozo YNOB 021 tuvo un excesivo tiempo de perforación, esto se produjo porque la broca que utilizaron en la formación Napo (QD606X de 6 aletas), no dio el resultado por las bajas ROP y también registró mayor tiempo de rotación, pero, si hubieran utilizado una broca tipo QD605FX de 5 aletas, las ROP hubiesen sido mejores, como ocurrió en los pozos de Yanaquincha, que dieron mejores ROP (Fig. #53).

Fig. # 54 Actividades de Tiempo Plano – Categoría 4 – Sección 12 1/4" – Taladro CCDC 36.



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
 Elaborado por: Danny Ramírez

En la operación de tiempos planos (Fig. #54). En el pozo YNE A 029, al armar, desarmar y probar el BOP, el tiempo de esta operación se excedió por causa de la instalación de la sección B.

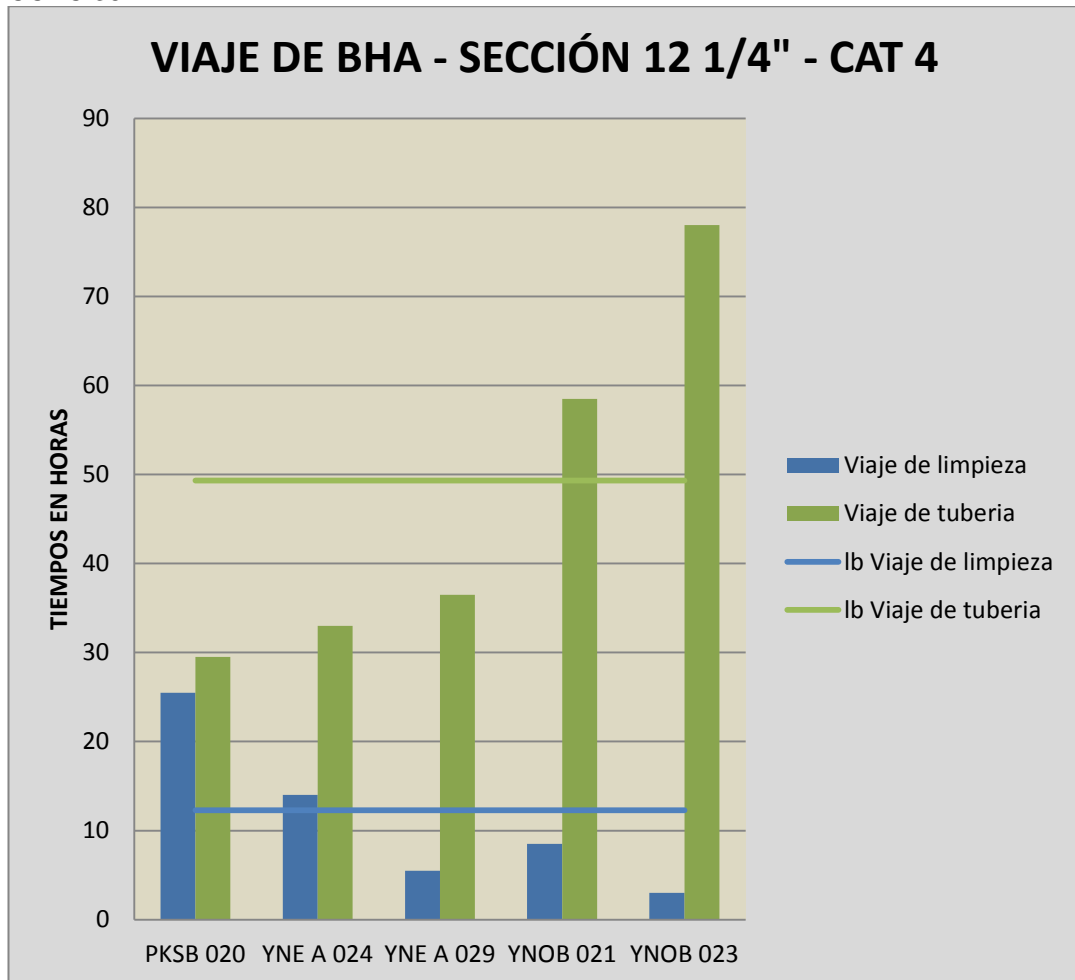
En el pozo YNE A 029, al armar, desarmar y bajar el casing, sobrepasó la línea base. El problema se presentó cuando bajaron casing de 9-5/8 aplicando 9.500 ft.lbs de torque hasta la base del triángulo, previamente

colocaron 20 centralizadores centex en los 19 primeros tubos y 1 centralizador en el antepenúltimo tubo, mientras que, en los pozos que están dentro del rango, utilizaron menos centralizadores, siendo la razón del tiempo perdido invisible. En el pozo YNOB 021, se realizó un análisis de inspección por PAM cuando comenzaron a bajar tubería, después que aplicaron el torque, conectaron el colgador del casing y un tubo de maniobra con running tool, bajaron el casing y la zapata hasta 10280' (punto de csg), rompiendo circulación cada 1.000'. Este es el motivo por el cual se excedió el tiempo de bajada del casing.

En el armado, desarmado y cementado del revestidor, el tiempo excedido en el pozo PKSB 020 se debió a que, al momento de realizar la operación de cementación después de liberar el tapón superior, bombearon agua y desplazaron con lodo de 10.4 lpg, pero anotando que, en los demás pozos, lo realizan con lodos de 10,2 lpg. La presión con la que asienta el tapón superior la hicieron con 500 PSI, mientras que, en otros pozos, lo asentaron con una presión 1.100 PSI, motivo por el cual tomó más tiempo esta operación.

En el pozo PKSB 020, el trabajo que se realizó en la boca del mismo requirió más pruebas en el BOP, lo que llevó a necesitar más tiempos en esta operación.

Fig. # 55 Actividades de Viaje de BHA – Categoría 4 – Sección 12 1/4" – Taladro CCDC 36.



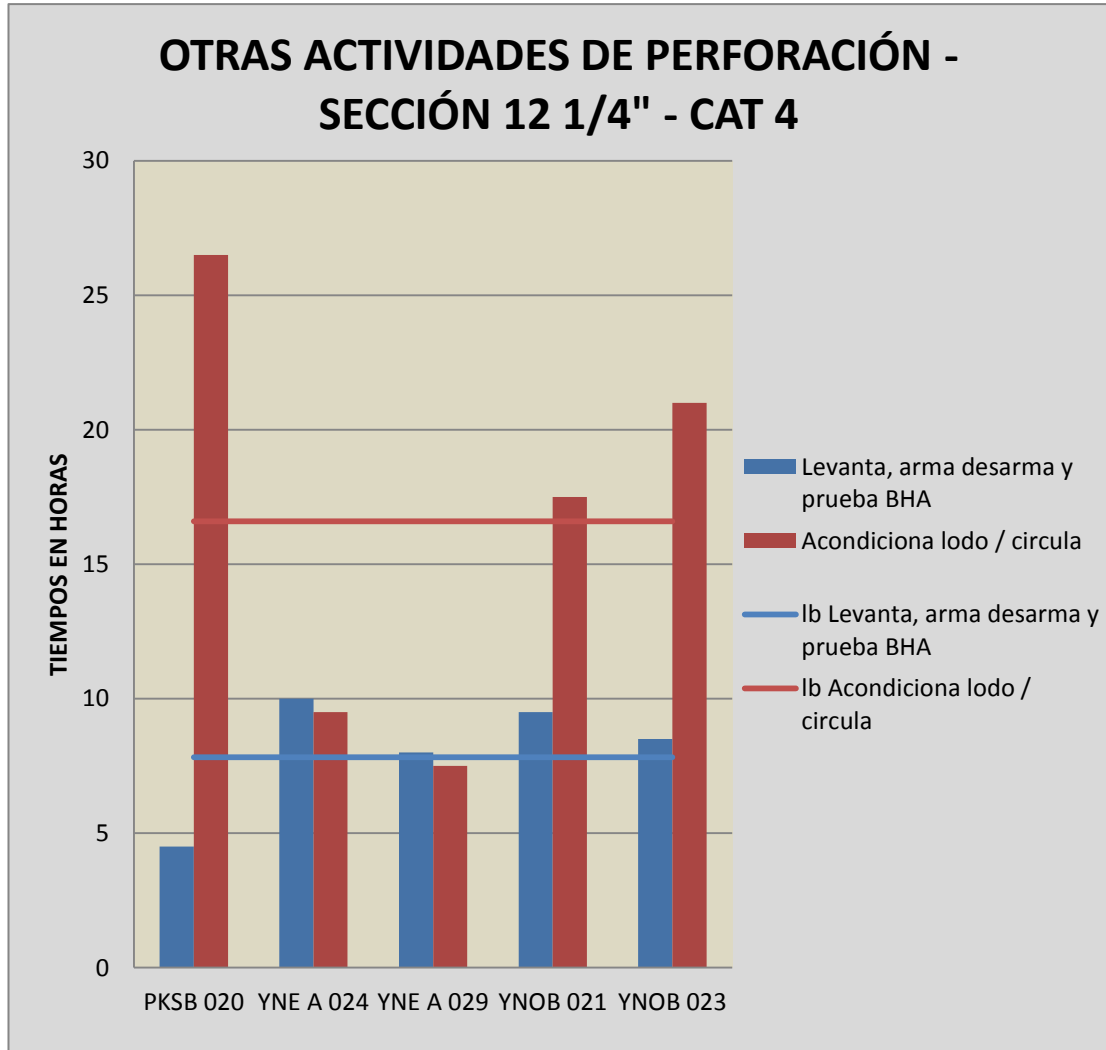
Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
 Elaborado por: Danny Ramírez

En las operaciones de viajes de tuberías (Fig. #55). En el pozo PKSB 020, los tiempos perdidos se deben a viajes del BHA de calibración (se usa BHA convencionales), debido a puntos de apoyos mientras se baja la sarta. Requirió rimar desde 7.979' hasta 7.512' con el BHA N°7.

En el pozo de YNOB 021, el tiempo excesivo se debió a la presencia de puntos de apoyo al momento de bajar la sarta en la zona de conglomerados superior (Quarzo) e inferior (Chert). Adicional a esto, rimaron al momento de sacar la sarta (BHA N°5).

En el pozo YNOB 023, los tiempos excesivos de viaje de tubería se debieron a que sacan la sarta con backreaming desde 8.100' hasta 7.828' en la zona de conglomerados de chert (BHA N°5).

Fig. # 56 Otras Actividades de Perforación – Categoría 4 – Sección 12 ¼” – Taladro CCDC 36.



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
 Elaborado por: Danny Ramírez

En otras actividades de perforación (Fig. #56). Con los eventos de levantar, armar, desarmar y probar el BHA, los pozos están por encima de la línea base, el YNE A 024 debió realizar los viajes hacia la superficie, excedió el tiempo de conexión de la nueva broca con el respectivo ensamble de fondo. En el pozo YNOB 021, el tiempo perdido se debió a

que realizaron un cambio del elevador de 5" OD por elevador de 5 1/2" OD. En el pozo YNOB 023, el tiempo perdido invisible se debió a que cambiaron el elevador de 5" por 5-1/2" e instalaron 1 stand de DP (Drill pipe) de 5-1/2" OD sumado a los cambios de BHA y broca que se realizó en las operaciones de perforación.

En el acondicionamiento y circulación en el pozo PKSB 020, se debió a que bombearon más píldoras al momento de realizar un viaje de limpieza para sacar la sarta, utilizaron bomba y rotaria. En el pozo YNOB 021, el exceso de tiempo se debió a que la sarta se intenta levantar, pero sin éxito, aunque no se pierde circulación y, antes de continuar, se comunicó a los ejecutivos de Quito esta novedad, por la cual decidieron aumentar el porcentaje de lubricación de 1.5 a 2. Con ese incremento, se comenzó a circular el pozo, lo que pudo ser una falla mecánica. En el pozo YNOB 023, se realizó el cambio de fluido en menos tiempo, lo que demoró fue la circulación por bombear píldoras viscosas para circular y continuar bajando BHA. Se observó un incremento de cortes mayormente de arcilla porque la formación que atravesaron era de conglomerados superiores.

#### 5.1.1.6 Tiempos no productivos de la Categoría 4 en la Sección 12 1/4"

Los problemas y recomendaciones de tiempos no productivos (Tabla #35)

Tabla # 35 Problemas de tiempos no productivos en la categoría 4 de la sección 12 1/4" – Taladro CCDC 36.

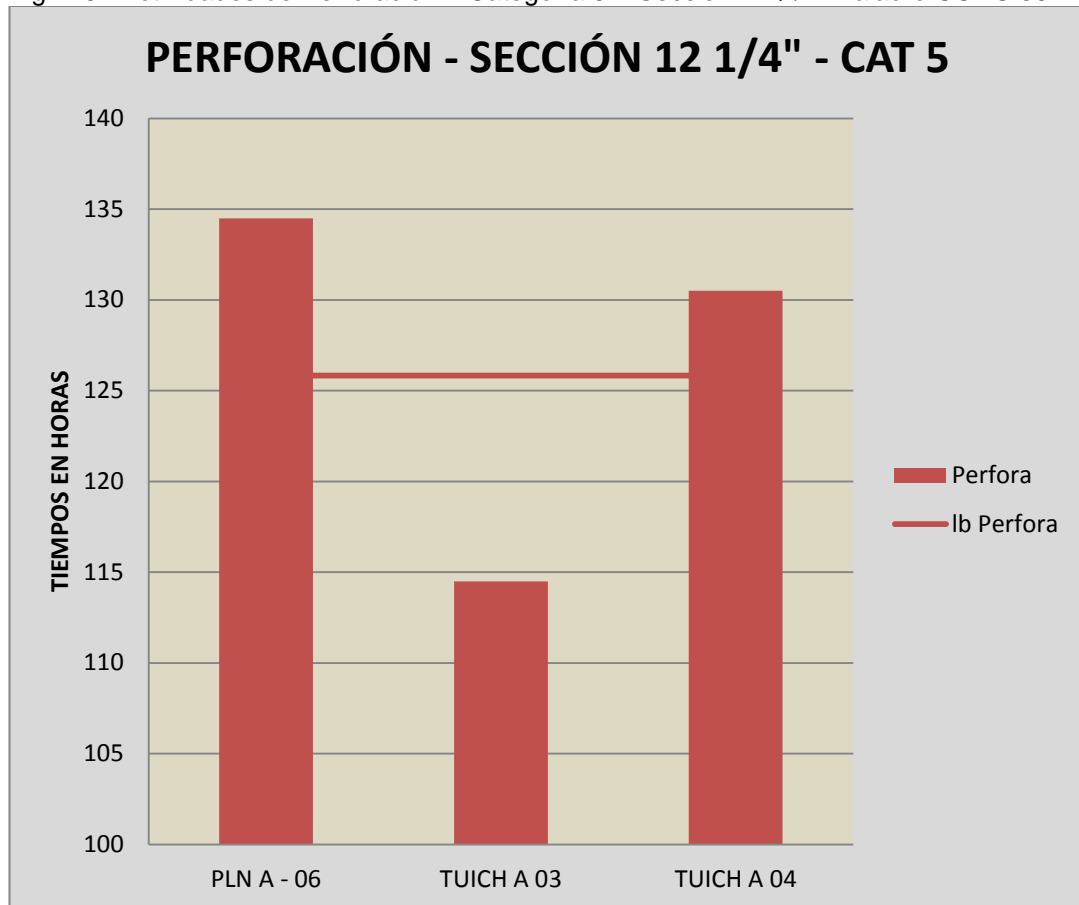
| POZOS    | PROBLEMAS   | RECOMENDACIONES   |
|----------|---|---|
| PKSB 020 | Problemas para instalar casing mandrel hanger en cabezal multibowl porque el material del casing y del running tool no son compatibles. El ensamble del running tool sobre el casing mandrel hanger lo realizaron en forma vertical | Realizar las pruebas necesarias de todas las herramientas, equipos y verificar el funcionamiento correcto de las mismas, previo a ser llevadas al pozo. |

|                  |   |   |
|------------------|---|---|
|                  | con llaves, perdiendo el control de fuerza sobre la rosca.  |   |
| <b>YNE A 024</b> | Pérdida de la señal del MWD por pérdida de pulsaciones de la herramienta a superficie.  | Realizar un adecuado mantenimiento de las herramientas direccionales. Realizar inspecciones o certificaciones de control de calidad de las herramientas.  |
| <b>YNE A 029</b> | Falla en el sistema eléctrico del cuarto de control porque el sensor de protección de la bomba de lodos 1 bloqueó el PLC dentro del cuarto de control.  | Implementar un adecuado programa de mantenimiento de los componentes más críticos del taladro.  |
| <b>YNOB 021</b>  | Falla con la válvula de 5" del Stand pipe en las bombas de lodo porque la válvula estaba en mal estado. Cuando perforaron los taponos del casing de 9 5/8" y cemento del shoetrack, apareció cemento blando, lo que fue confirmado con las muestras en superficie por inadecuados procedimientos de mezclado de las lechadas de cemento o resultados de pruebas de laboratorio poco confiables. | Implementar un adecuado programa de mantenimiento de los componentes eléctricos del taladro. Realizar un adecuado control de calidad del cemento y aditivos, realizar pruebas de laboratorios confiables previo a los trabajos de cementación. Revisar los procedimientos de preparación de las lechadas, manejo de muestras de cemento en superficie adecuado, que minimice la posibilidad de contaminación de las mismas. |
| <b>YNOB 023</b>  | Taponamiento del niple campana por presencia de bloque de arcilla y gumbo. Liqueo en manguerote por mantenerse en mal estado. Atrapamiento de sarta por condición mecánica y/o falta de limpieza del hoyo.  | Verificar que el niple campana y línea de flujo se encuentren completamente limpias al inicio de cada pozo. Implementar un adecuado programa de mantenimiento de los componentes más críticos del taladro. Verificar y mantener condiciones óptimas de las propiedades del fluido de perforación y prácticas operativas que garanticen una adecuada limpieza del hoyo.  |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

### 5.1.1.7 Tiempos invisibles de la Categoría 5 en la Sección 12 1/4"

Fig. # 57 Actividades de Perforación – Categoría 5 – Sección 12 1/4" – Taladro CCDC 36.



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

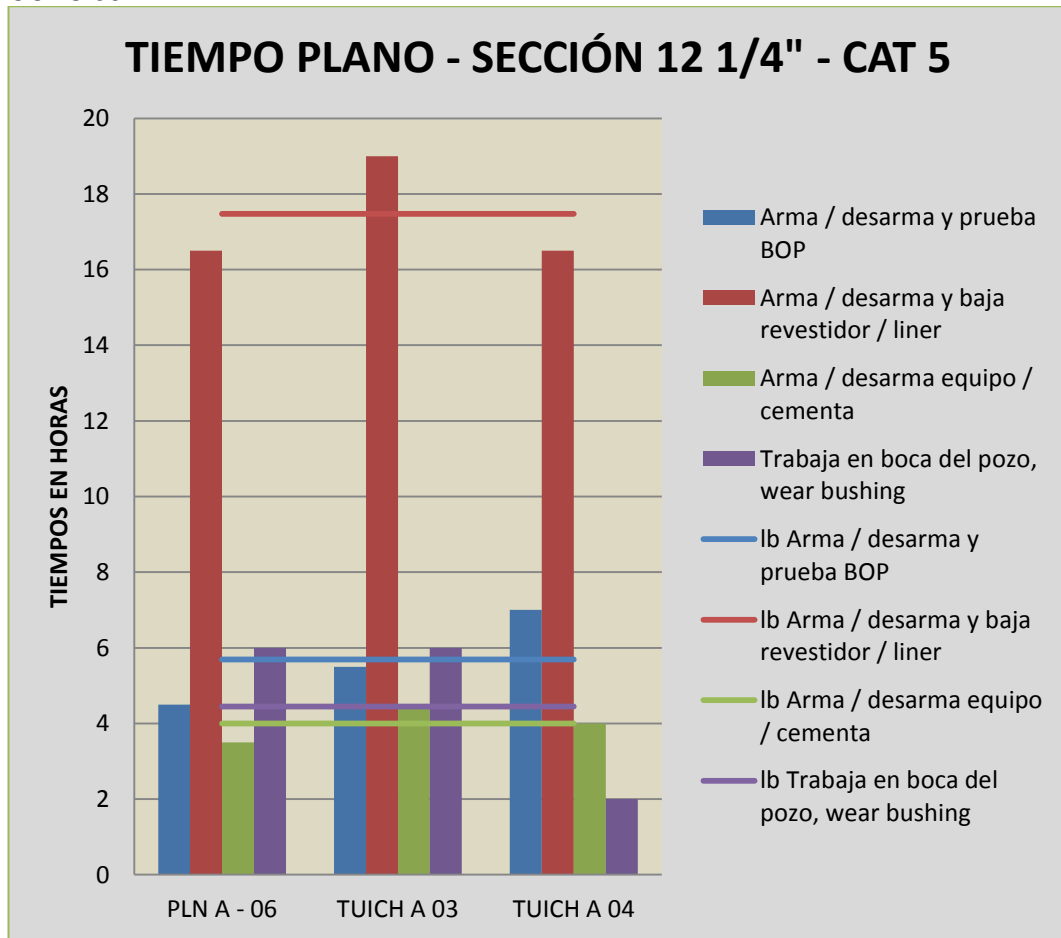
Las actividades de perforación de los pozos Palmeras 06 y Tuich 04 están por encima de la línea base:

PLNA 06 el ROP es 34.67 pies/h

TUICHA 04 el ROP es 38.54 pies/h

A diferencia del pozo TUICH A 03 que obtuvo un ROP de 44.38 pies/h, lo que permitió culminar en menor tiempo la perforación de esta sección (Fig. #57).

Fig. # 58 Actividades de Tiempo Plano – Categoría 5 – Sección 12 1/4" – Taladro CCDC 36.



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
 Elaborado por: Danny Ramírez

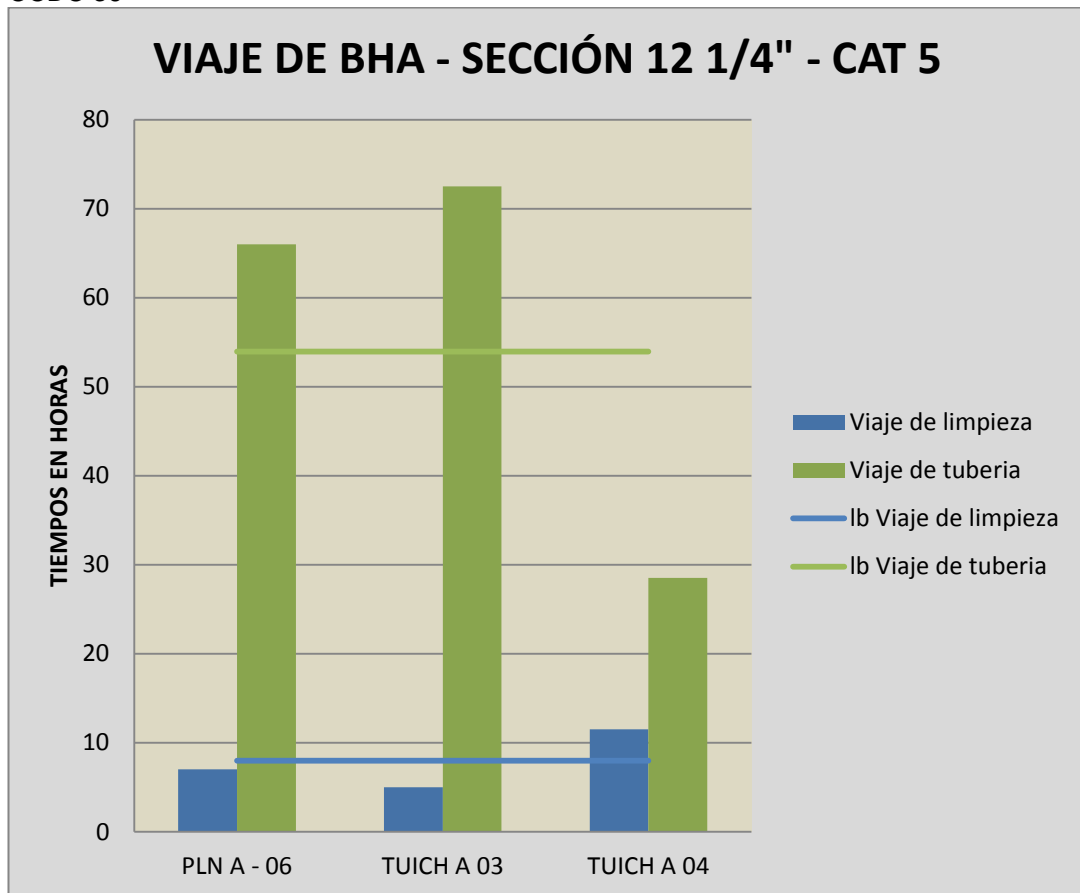
En la operación de tiempo plano para cada una de las actividades (Fig. #58), se estableció una línea base para observar cuáles son los pozos que sobrepasan dicha línea. El armar, desarmar y probar el BOP en el pozo Tuich 04, los tiempos perdidos están por encima de la línea base. Esto se debió al tiempo de asentar y realizar la prueba del BOP.

El armar, desarmar y bajar el revestidor en el pozo Tuich 03 tomó 15 horas, en bajar casing, porque se perdió circulación. Además, existieron puntos de apoyos en la bajada del mismo.

El armar, desarmar y cementar el casing tomó 3 horas. En pozos que están dentro del rango, lo realizan en 2 horas.

En trabajos en bocas de los pozos Palmeras 06 y Tuich 03, los tiempos excedidos se produjeron porque el soldador cortó y asentó la sección B.

Fig. # 59 Actividades de Viaje de BHA – Categoría 5 – Sección 12 1/4" – Taladro CCDC 36

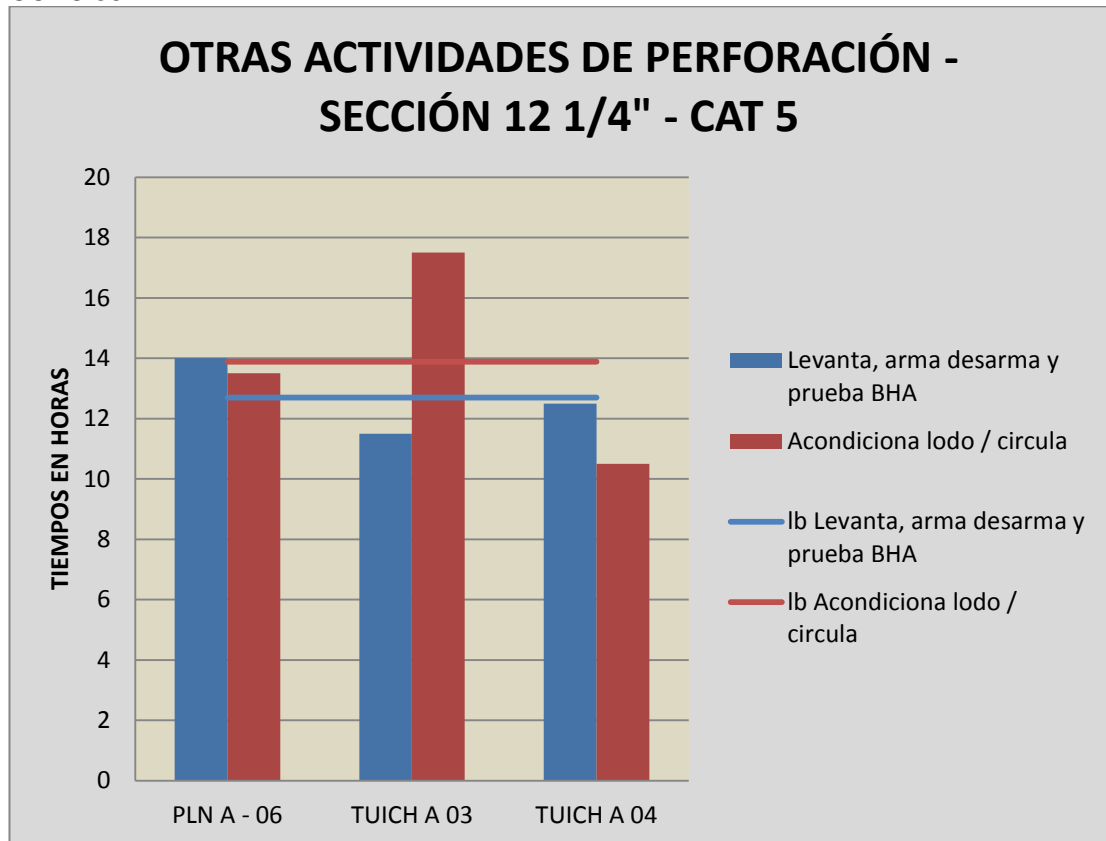


Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

En las operaciones de viajes de BHA (Fig. #59). El viaje de limpieza en el pozo Tuich 04 está por encima de la línea base por motivo que realizó 3 viajes de calibración por puntos de apoyos en los cuales utilizaron bombas y rotaria (BHA N°4,5 y 6).

Los viajes de tubería en los pozos Palmeras 06 y Tuich 03 están por encima del rango establecido, esto se debió al tiempo en que bombearon píldoras para bajar y sacar la sarta por motivo de cambiar broca sumada a los viajes de calibración.

Fig. # 60 Otras Actividades de Perforación – Categoría 5 – Sección 12 1/4" – Taladro CCDC 36



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

En otras actividades de perforación (Fig. #60). El levantar, armar, desarmar y probar el BHA en el pozo Palmeras 06 está por encima de la línea base, debido al tiempo en que se armó el BHA porque hicieron la prueba para el funcionamiento de las herramientas direccionales.

En acondicionamiento y circulación del lodo en el pozo Tuich 03, bombearon varias píldoras para sacar los ripios del fondo del pozo hacia la zaranda de manera de poder bajar la sarta libremente ya que se

encuentran puntos de apoyos, esto es, debido a la falta de una buena limpieza del hoyo.

### 5.1.1.8 Tiempos no productivos de la Categoría 5 en la Sección 12 ¼"

Los problemas y recomendaciones de tiempos no productivos (Tabla #36)

Tabla # 36 Problemas de tiempos no productivos en la categoría 5 de la sección 12 ¼" – Taladro CCDC 36.

| POZOS  | PROBLEMAS   | RECOMENDACIONES  |
|--|---|--|
| <p style="text-align: center;"><b>PLN A 06</b></p>   | <p>Investigaciones por accidente porque algunas personas no estaban autorizadas para la manipulación de la llave hidráulica. Problemas con el MWD, pérdida de señal de la herramienta por la ruptura del restrictor de la campana principal para la generación de pulsos.</p> | <p>Capacitación constante en el manejo de la llave hidráulica y de las herramientas del taladro. Cambio en el procedimiento de ensamble. Realizar un adecuado mantenimiento con la respectiva inspección de las herramientas previa la operación.</p>  |
| <p style="text-align: center;"><b>TUICH A 04</b></p> | <p>Caída de presión en el BHA por desprendimiento de los cauchos del motor. Falla en la llave hidráulica porque los insertos de la llave están dañados.</p>   | <p>Realizar un adecuado mantenimiento de las herramientas direccionales. Efectuar inspecciones o certificaciones de control de calidad de las herramientas. Implementar un plan de mantenimiento de las llaves que permitan mantener en condiciones óptimas para el momento de hacer los trabajos.</p> |

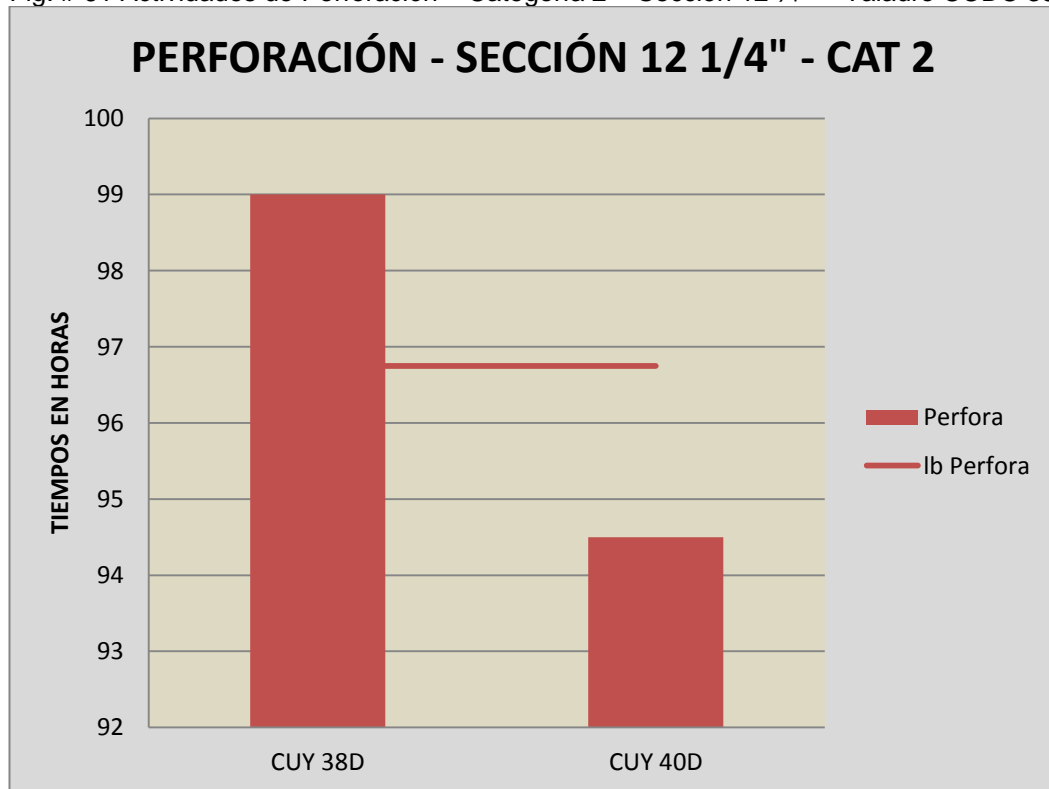
Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado: Danny Ramírez

### 5.1.2 Análisis del Taladro CCDC 39

El taladro CCDC 39 operó en el Campo Cuyabeno. Allí, se realizó el análisis de los tiempos invisibles en la categoría 2 de la sección 12 1/4" y es del tipo "S".

#### 5.1.2.1 Tiempos invisibles de la Categoría 2 en la Sección 12 1/4"

Fig. # 61 Actividades de Perforación – Categoría 2 – Sección 12 1/4" – Taladro CCDC 39



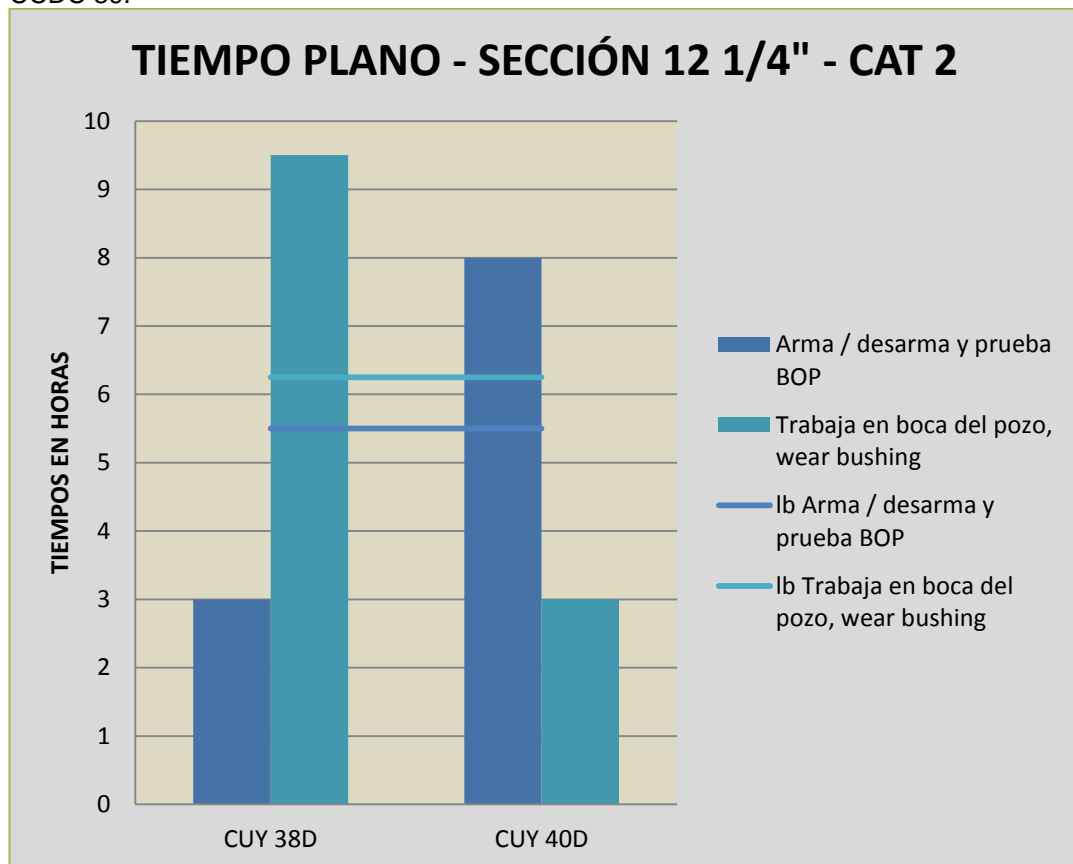
Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

Las profundidades de los pozos en esta sección son similares. En el Cuyabeno 38D (CUY 38D), la profundidad es 3.070'; y, en el Cuyabeno 40D (CUY 40D), la profundidad es 3.107', pero, en las actividades de perforación, se estableció una línea base donde, por encima de ella, son tiempos perdidos invisibles, por lo que, en esta sección, atraviesa los conglomerados superior e inferior, los cuales controlaban la tasa de

penetración (ROP). Los ROP del CUY 40D fueron mejores que en el CUY 38D.

En el Cuyabeno 38D, se demoró mayor tiempo la perforación porque usaron la misma broca. En cambio, en el otro pozo (CUY 40D), se utilizó dos brocas empleando mayor peso en ellas (Fig. #61).

Fig. # 62 Actividades de Tiempo Plano – Categoría 2 – Sección 12 1/4" – Taladro CCDC 39.

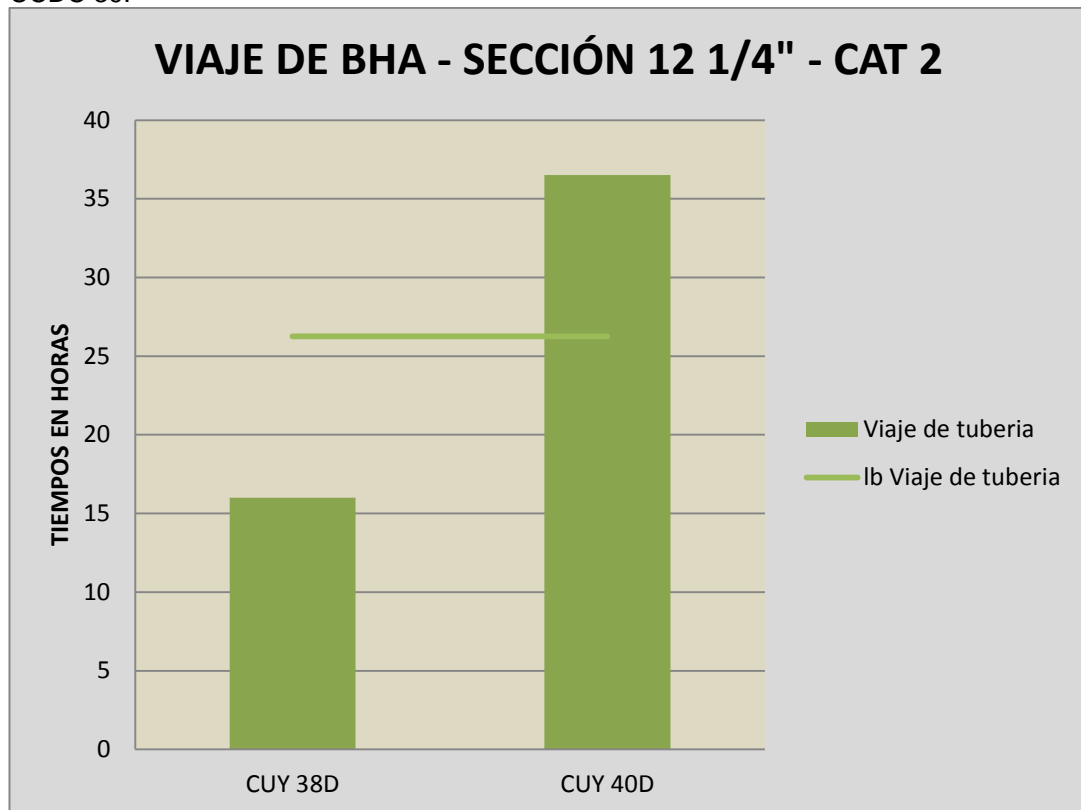


Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

En el armado, desarmado y probado del BOP en el CUY 40D, existió un exceso de tiempo (2,5 horas). Esto se debió a la instalación de la sección "B", mientras que, en el pozo CUY 38D, el tiempo perdido se dió por el corte del casing (1 pie sobre el colgador del casing). Además, se efectuó un corte en frío (6" sobre el colgador del casing), previa la instalación de la sección B del cabezal y, por ende, probar con presión durante un

tiempo determinado, a diferencia de lo que pasó en el pozo CUY 40D, en que los tiempos en realizar esa actividad fueron menores (Fig. #62).

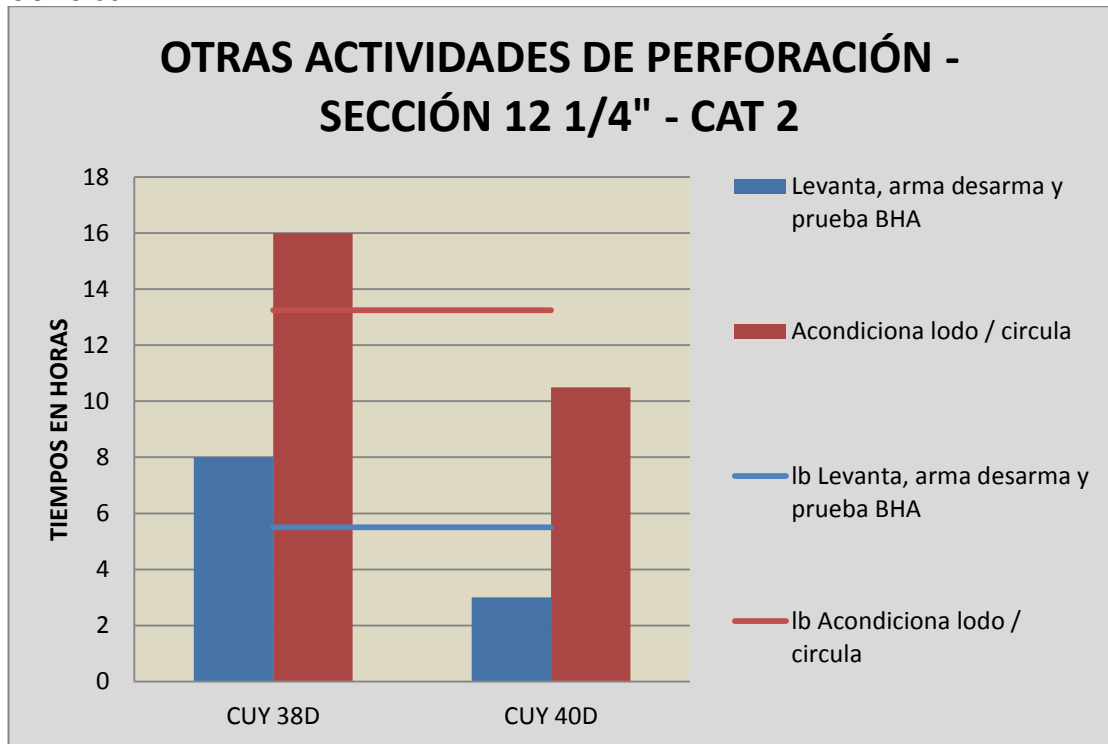
Fig. # 63 Actividades de Viaje de BHA – Categoría 2 – Sección 12 1/4" – Taladro CCDC 39.



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

El exceso de tiempo en el viaje de la tubería del pozo CUY 40D se debió a que encontraron puntos apretados, por lo que fue necesario trabajar con bombas y rotando la tubería. Además, se realizó un mayor número de viajes de calibración para acondicionar el hoyo. Luego, en este pozo, tuvieron problemas al subir la tubería (BHA N°5), por lo que se necesitó bombear píldoras con una densidad de 12,4 lpg para evitar que se pegue la tubería (Fig. #63).

Fig. # 64 Otras Actividades de Perforación – Categoría 2 – Sección 12 1/4” – Taladro CCDC 39



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

Los tiempos excedidos de levantar, armar, desarmar y probar el BHA se debieron a que revisaron el estado del ensamble y la broca. Por otro lado, en el pozo CUY 38D, se armó un BHA convencional para anular puntos de apoyos, esto es, para evitar problemas al momento de realizar la bajada de la sarta de perforación.

El acondicionamiento y la circulación del lodo se debieron a que bombearon píldoras para extraer los ripios que se encontraban en el fondo del pozo (Fig. #64).

### 5.1.2.2 Tiempos no productivos de la Categoría 2 en la Sección 12 ¼"

Los problemas y recomendaciones de tiempos no productivos (Tabla #37)

Tabla # 37 Problemas de tiempos no productivos en la categoría 2 de la sección 12 ¼" – Taladro CCDC 39.

| POZOS   | PROBLEMAS                             | RECOMENDACIONES   |
|---------|---------------------------------------|---|
| CUY 38D | Se detectó problemas en el top drive. | Mantenimiento preventivo minucioso del Top Drive System, antes de iniciar las operaciones de perforación. |

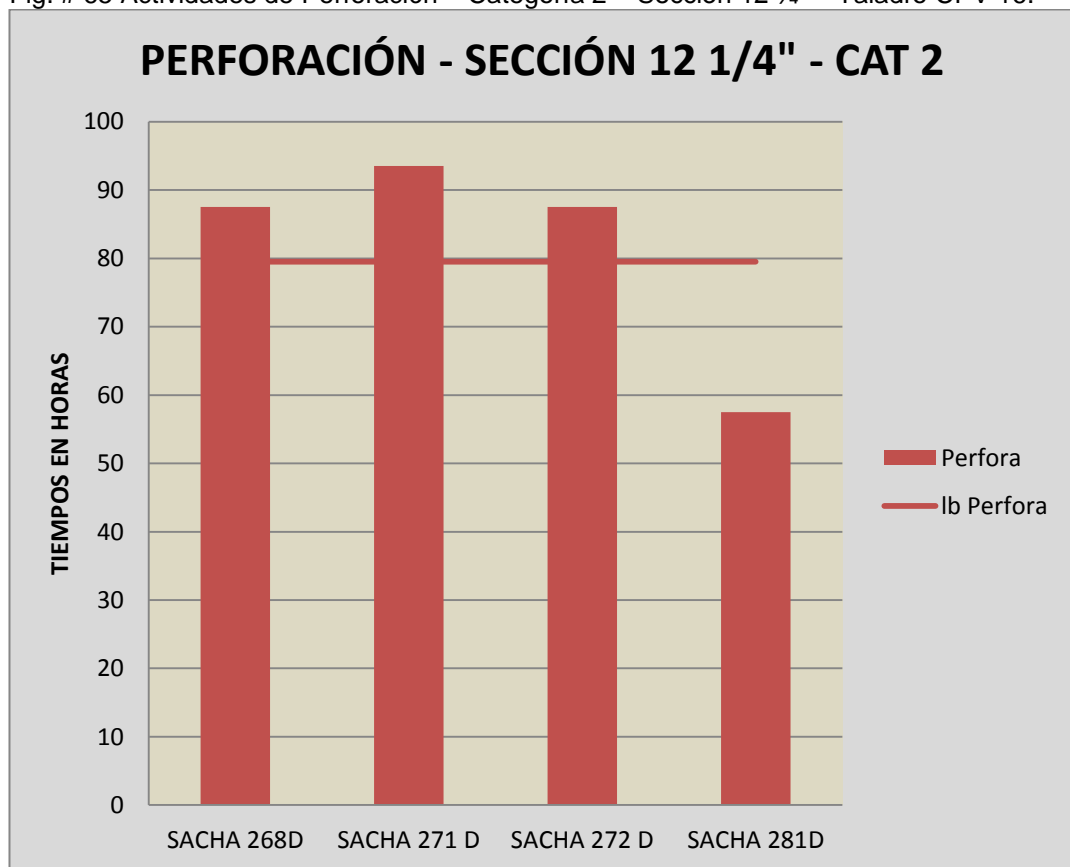
Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado: Danny Ramírez

### 5.1.3 Análisis del Taladro CPV 16

El taladro CPV 16 operó en el Campo Sacha. Allí, se realizó los análisis de las categorías 2, 3, 4, 5 en la secciones de 12 1/4", y fueron del tipo "S y J".

#### 5.1.3.1 Tiempos invisibles de la Categoría 2 en la Sección 12 1/4"

Fig. # 65 Actividades de Perforación – Categoría 2 – Sección 12 1/4" – Taladro CPV 16.

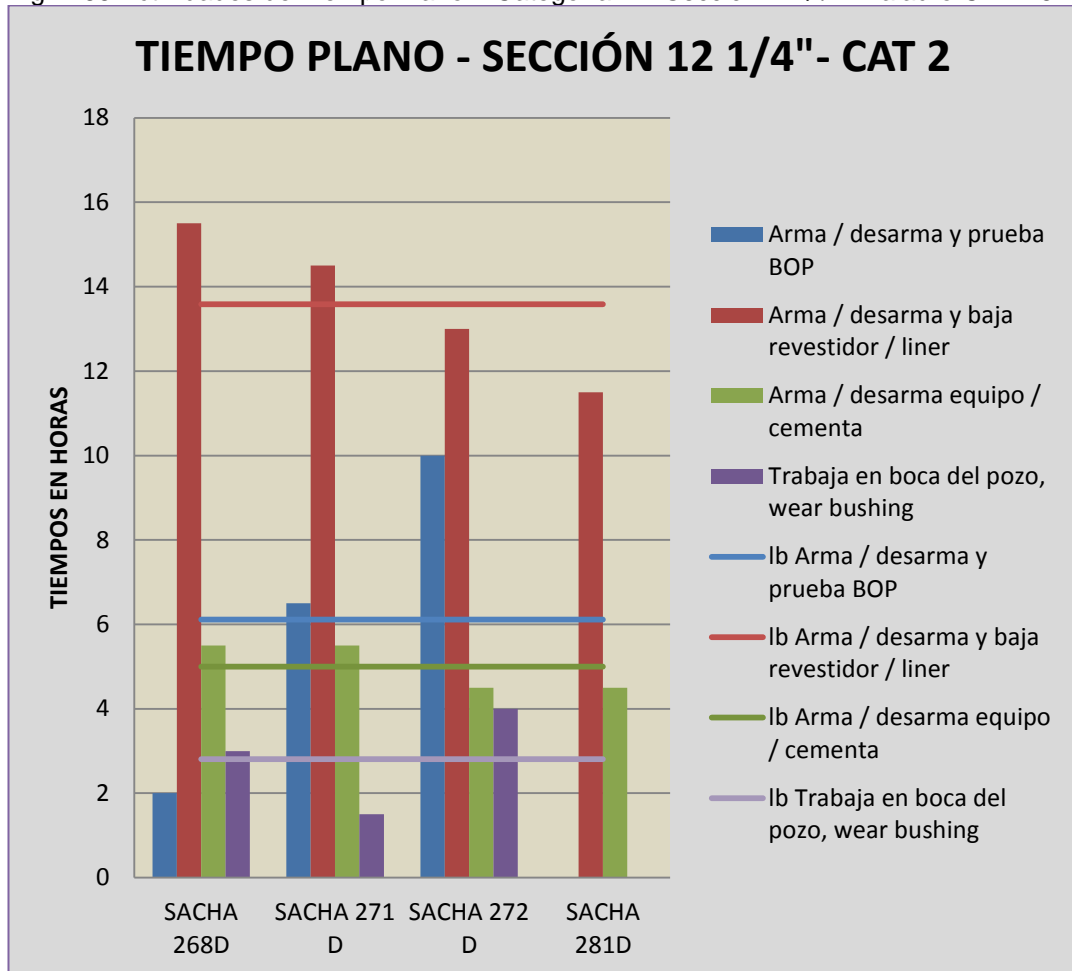


Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

En la perforación de los pozos Sacha 268D, 271D y 272D, los tiempos invisibles están por encima de la línea base. El motivo por el cual se excedieron en el tiempo de perforación fue porque atravesaron la formación Tena, las ROP fueron de 67.95, 46.42 y 61.68 pies/h, respectivamente. En cambio, en el pozo Sacha 281D, al atravesar la

formación Tena, con un ROP de 92.47 pies/h, registró un tiempo menor que en los demás pozos de esta sección utilizando el mismo tipo de broca (Fig. #65).

Fig. # 66 Actividades de Tiempo Plano – Categoría 2 – Sección 12 1/4" – Taladro CPV 16.



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

En la operación de tiempo plano en cada una de las actividades (Fig. #66), se estableció una línea base para observar los tiempos que están fuera del rango.

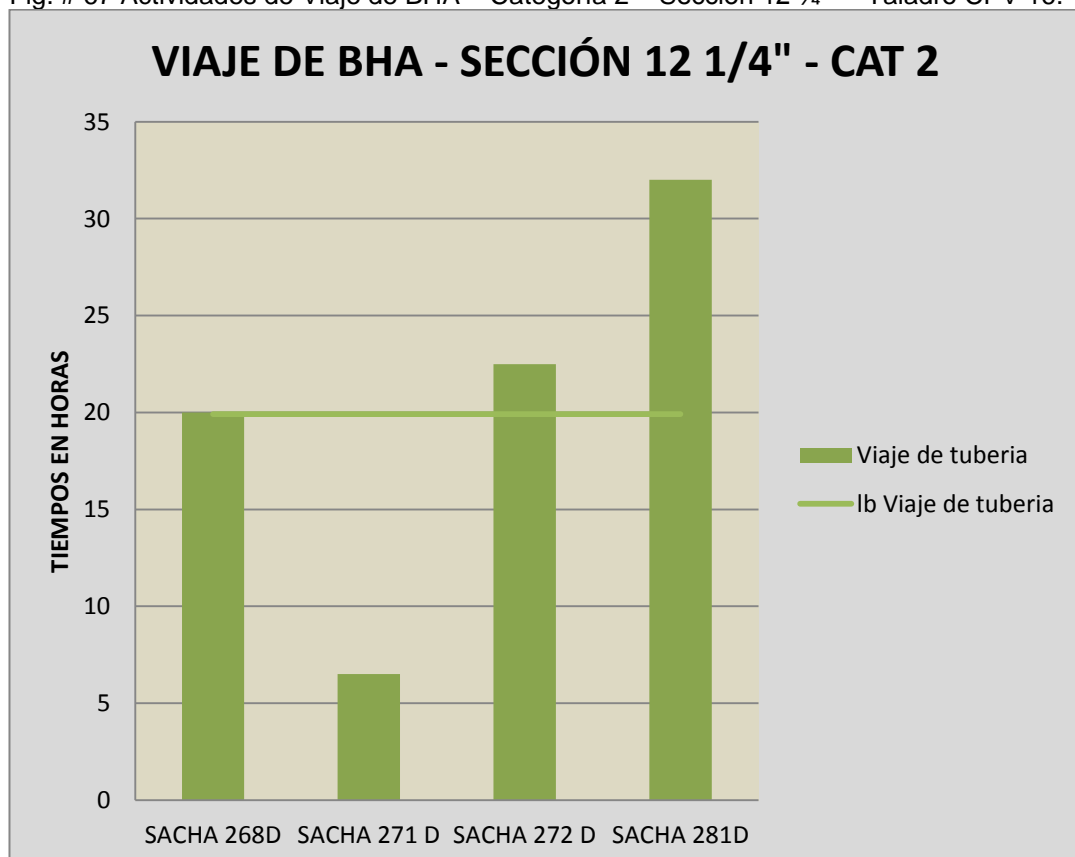
Al armar, desarmar y probar el BOP en los pozos Sacha 271D y 272D, el tiempo de 3 horas que tomó en realizar la prueba de conjuntos del BOP fue por el exceso de los tiempos invisibles en estos pozos.

Al armar, desarmar y bajar el revestidor en los pozos Sacha 268D y 271D, los tiempos invisibles están por encima de la línea base; el motivo fue porque bajaron el casing, trabajo que lo realizaron en 12 y 11,5 horas, a diferencia de los pozos que están dentro del rango y lo realizaron en 10 y 8,5 horas, respectivamente.

Al armar, desarmar y cementar el casing en los pozos Sacha 268D y 271D, efectuaron la densificación de la lechada, por lo cual se obtuvo un tiempo extra.

Los trabajos en boca de los pozos Sacha 268D y 272D están fuera del rango por motivo de realizar cambio de Rams (variables de 2 7/8" x 5" por 9 5/8").

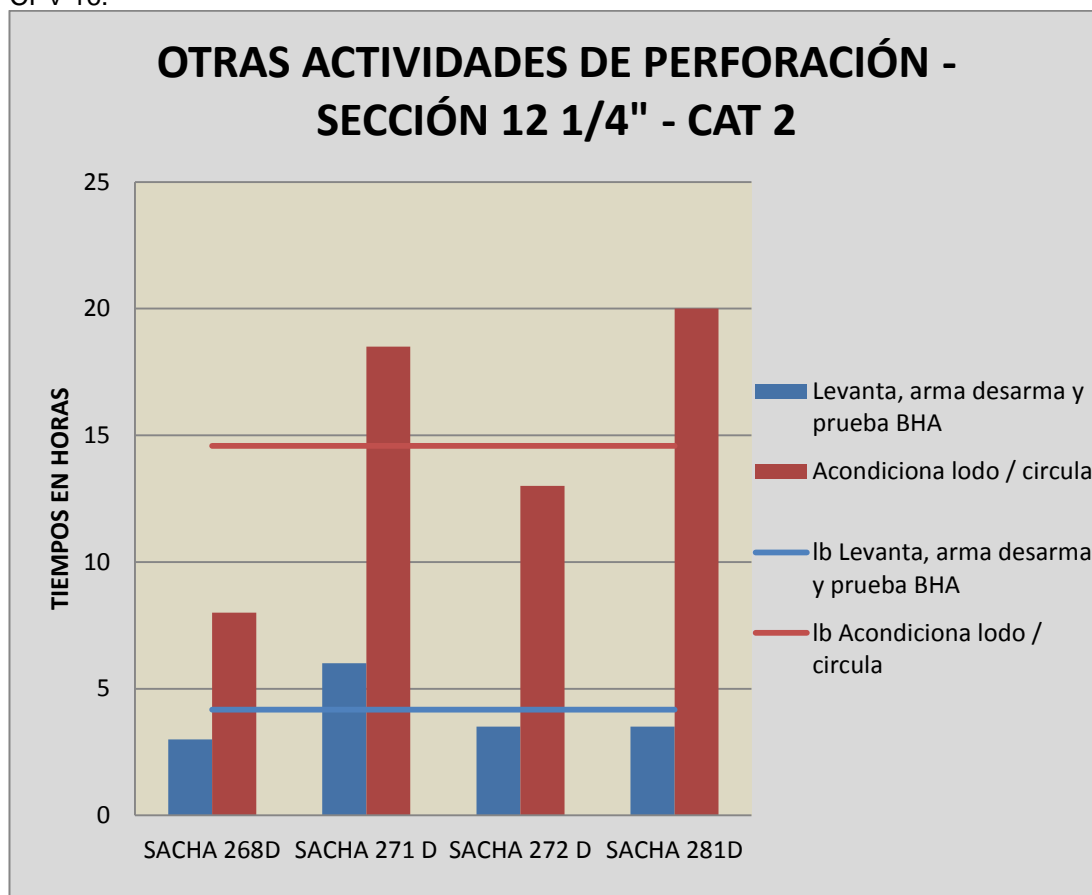
Fig. # 67 Actividades de Viaje de BHA – Categoría 2 – Sección 12 1/4" – Taladro CPV 16.



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

En viajes de tuberías (Fig. #67), los pozos Sacha 272D y 281D, los tiempos invisibles están por encima de la línea base, el motivo es por el tiempo que tomaron en la bajada de BHA (N°4 y N°3, respectivamente, acorde a los pozos que están por encima del rango), ya que este pozo presentó varios puntos apretados, por lo que los viajes no son libres y aumentaron los tiempos del mismo.

Fig. # 68 Otras Actividades de Perforación – Categoría 2 – Sección 12 ¼” – Taladro CPV 16.



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
 Elaborado por: Danny Ramírez

En otras actividades de perforación (Fig. #68). Al levantar, armar, desarmar y probar el BHA, el pozo Sacha 271D está por encima de la línea base, esto se debió al tiempo de 2.5 horas en el levantado y armado del BHA, lo contrario de los demás pozos que están dentro del rango y lo culminaron en un tiempo de 1 hora.

En acondicionamiento de lodo y circulación, el pozo Sacha 271D y 281D, el tiempo extra se debió a que bombearon píldoras antes de sacar la tubería, de manera que acondicionan el hoyo, para evitar embolamiento de la broca, densificar el lodo y circular hasta obtener retornos limpios en zarandas.

### 5.1.3.2 Tiempos no productivos de la Categoría 2 en la Sección 12 ¼"

Los problemas y recomendaciones de tiempos no productivos (Tabla #38)

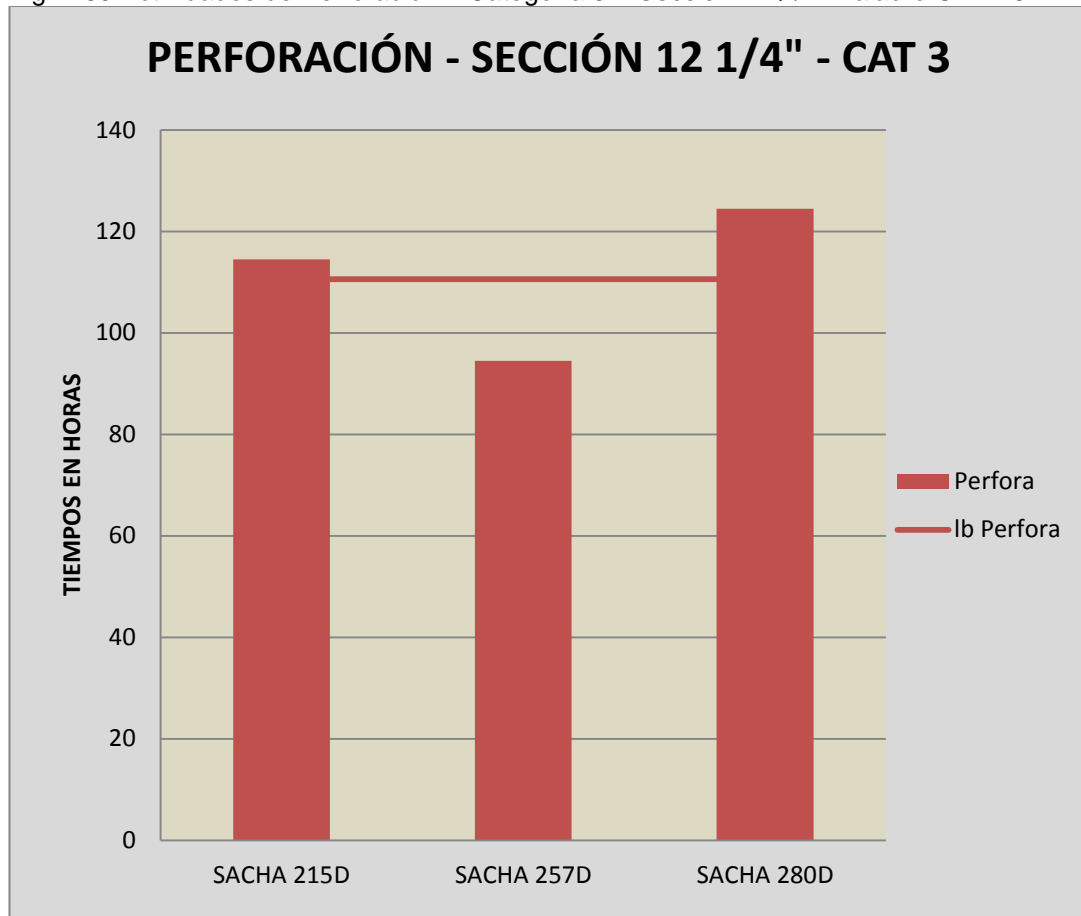
Tabla # 38 Problemas de tiempos no productivos en la categoría 2 de la sección 12 ¼" – Taladro CPV 16.

| POZOS      | PROBLEMAS  | RECOMENDACIONES   |
|------------|--|---|
| SACHA 268D | Falla herramienta MWD en prueba de superficie por la herramienta no pulsó durante la prueba.   | Controlar las pruebas que se realiza a las herramientas en el taller antes de ser enviadas hacia el pozo.   |
| SACHA 281D | Falla en el pin de sacrificio debido a la falla de material. Se dobló los brazos de Casing Drive System por error humano mientras se asentaba el revestimiento en el Spider. | Se recomienda revisar antes de cada viaje el registro de mantenimientos preventivos y cambiar los elementos susceptibles a falla. En la unión previa al trabajo, se involucre a todo el personal y que se dé la posibilidad a todos los involucrados de detener la operación si lo considera necesario. |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado: Danny Ramírez

### 5.1.3.3 Tiempos invisibles de la Categoría 3 en la Sección 12 1/4"

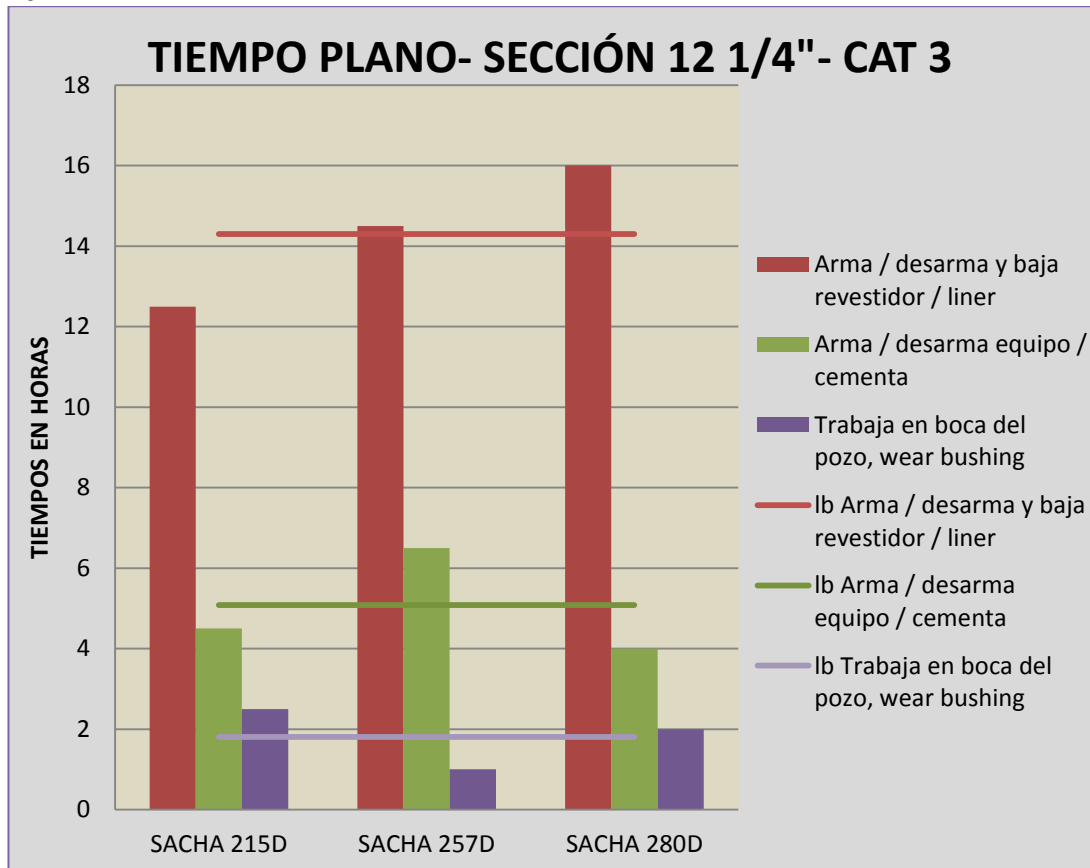
Fig. # 69 Actividades de Perforación – Categoría 3 – Sección 12 1/4" – Taladro CPV 16



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

En la perforación de los pozos Sacha 215D y 280D, los tiempos invisibles están por encima de la línea base, el motivo por el cual se excedieron en el tiempo de perforación fue porque, al atravesar las formaciones de Tiyuyacu y Tena, los ROP fueron 20.53 y 20.19 pies/h, a diferencia del Sacha 257D que, al atravesar las formaciones antes mencionadas, utilizaron una broca tricónica MXL-20, lo cual permitió obtener un ROP de 23.85 pies/h (Fig. #69).

Fig. # 70 Actividades de Tiempo Plano – Categoría 4 – Sección 12 1/4” – Taladro CPV 16.



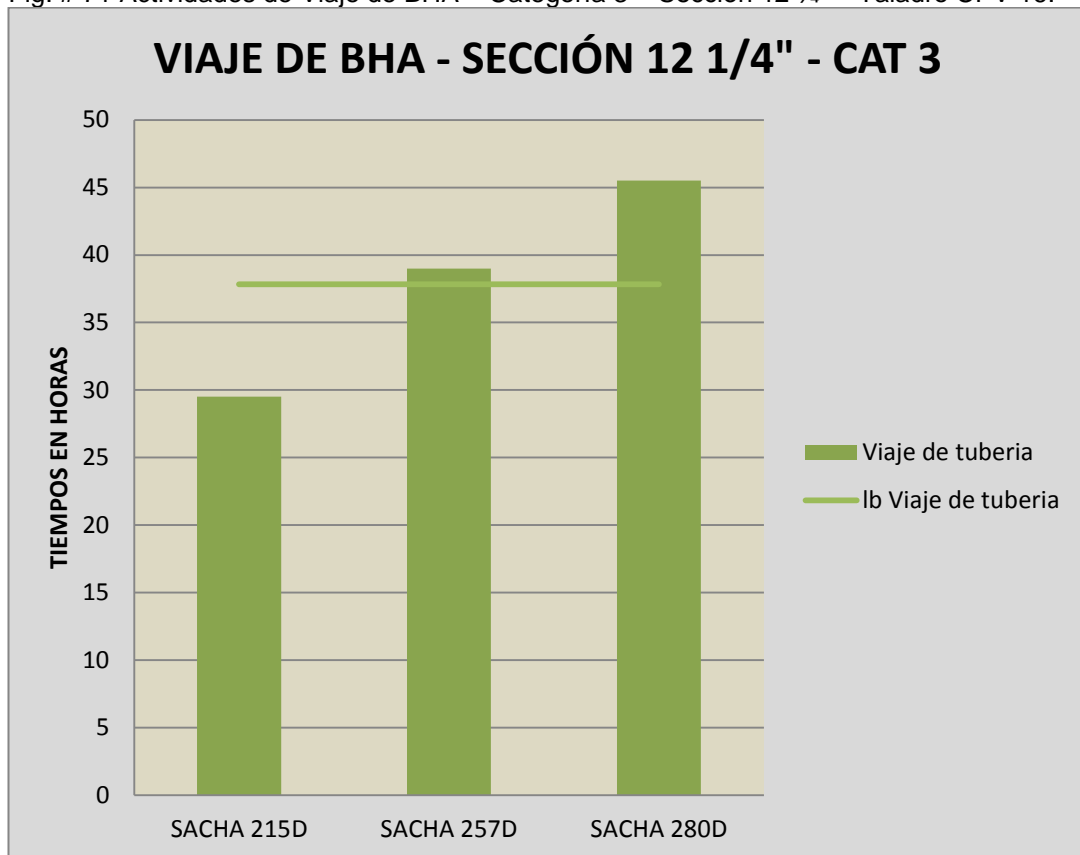
Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
 Elaborado por: Danny Ramírez

En la operación de tiempo plano (Fig. #70), los pozos Sacha 257D y 280D, los tiempos invisibles están por encima de la línea base, esto se debió al tiempo de 12,5 y 13 horas en la bajada del casing, respectivamente. En cambio, en el pozo Sacha 215D, lo realizaron en un tiempo de 8,5 horas.

Al armar, desarmar y cementar el casing en el pozo 257D, los tiempos invisibles están por encima del rango establecido por causa del tiempo de 3 horas que tomó en cementarlo.

Los trabajos en boca del pozo Sacha 215D, tomaron 1 hora, a diferencia de los pozos que están dentro del rango, que lo realizaron en 0,5 horas.

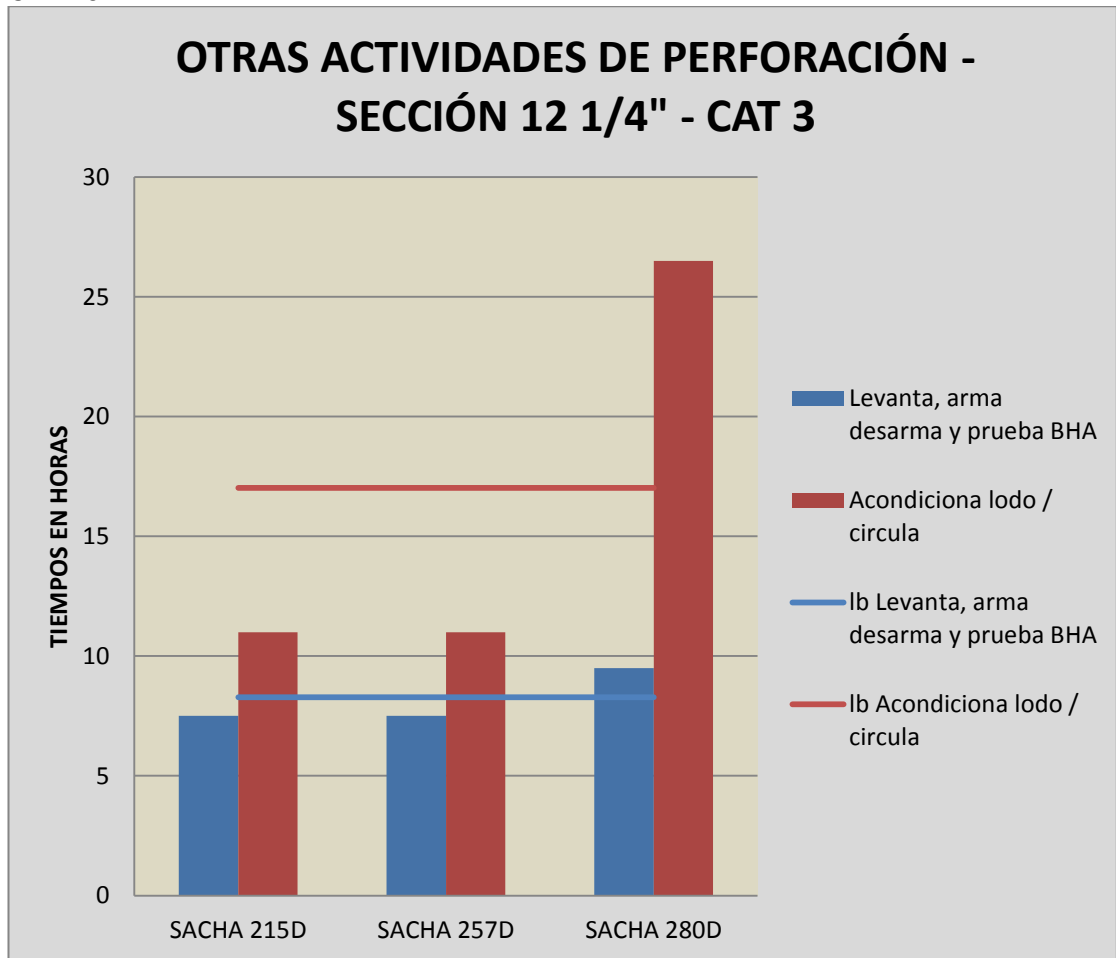
Fig. # 71 Actividades de Viaje de BHA – Categoría 3 – Sección 12 1/4" – Taladro CPV 16.



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

En las actividades de viajes de tuberías (Fig. #71) en los pozos Sacha 257D y 280D, los tiempos invisibles están por encima de la línea base, el motivo es el tiempo en que se tomó en bajar la tubería porque encontraron puntos de apoyo, y, al momento de subir la tubería, bombearon píldoras pesadas para extraer tubería (BHA N°6 y N°3, respectivamente, de acuerdo a los pozos que están fuera del rango). Esta operación tomó un tiempo mayor al planificado.

Fig. # 72 Otras Actividades de Perforación – Categoría 3 – Sección 12 1/4" – Taladro CPV 16.



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
 Elaborado por: Danny Ramírez

En otras actividades de perforación (Fig. #72). En levantar, armar, desarmar y probar el BHA en el pozo Sacha 280D, el motivo por el cual está por encima de la línea base es el tiempo de 2.5 horas en armar el BHA, comparando con otros pozos que están dentro del rango, lo cual lo realizaron en un tiempo de 1.5 hora.

En acondicionamiento y la circulación del lodo, el pozo Sacha 280D está fuera del rango, se debió al tiempo en que bombearon píldoras para circular retornos limpios, esto también lo realizaron para densificar el lodo.

### 5.1.3.4 Tiempos no productivos de la Categoría 3 en la Sección 12 ¼"

Los problemas y recomendaciones de tiempos no productivos (Tabla #39)

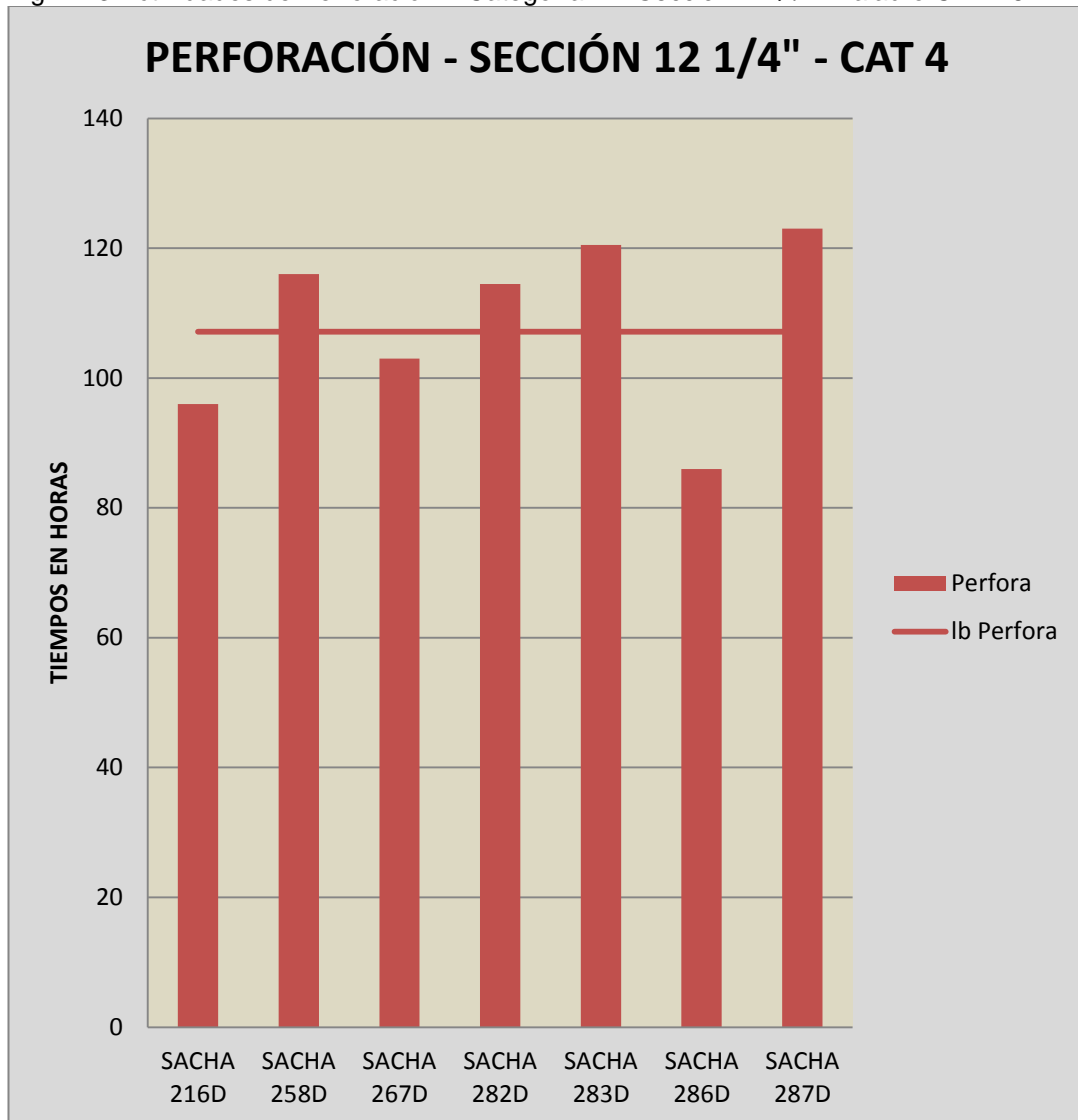
Tabla # 39 Problemas de tiempos no productivos en la categoría 3 de la sección 12 ¼" – Taladro CPV 16.

| POZOS      | PROBLEMAS   | RECOMENDACIONES   |
|------------|---|---|
| SACHA 215D | Fuga por brida en la línea de descarga de la Bomba No. 1 debido a la brida lavada. Falla de bombas por el mantenimiento inadecuado de todos los componentes. Viaje a superficie por baja ROP por desgaste prematuro en los cortadores internos y externos de la broca, así como también desgaste del calibre. Se observó altas vibraciones. | Llevar un registro de los componentes que podrían necesitar mantenimiento preventivo. Junto con el personal de control litológico, correlacionar los topes de la prognosis con los topes de los ripios de perforación, con el fin de predecir los topes de los conglomerados superior e inferior y así asegurarse del control de algunos parámetros dentro de los mismos. |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado: Danny Ramírez

### 5.1.3.5 Tiempos invisibles de la Categoría 4 en la Sección 12 1/4"

Fig. # 73 Actividades de Perforación – Categoría 4 – Sección 12 1/4" – Taladro CPV 16.

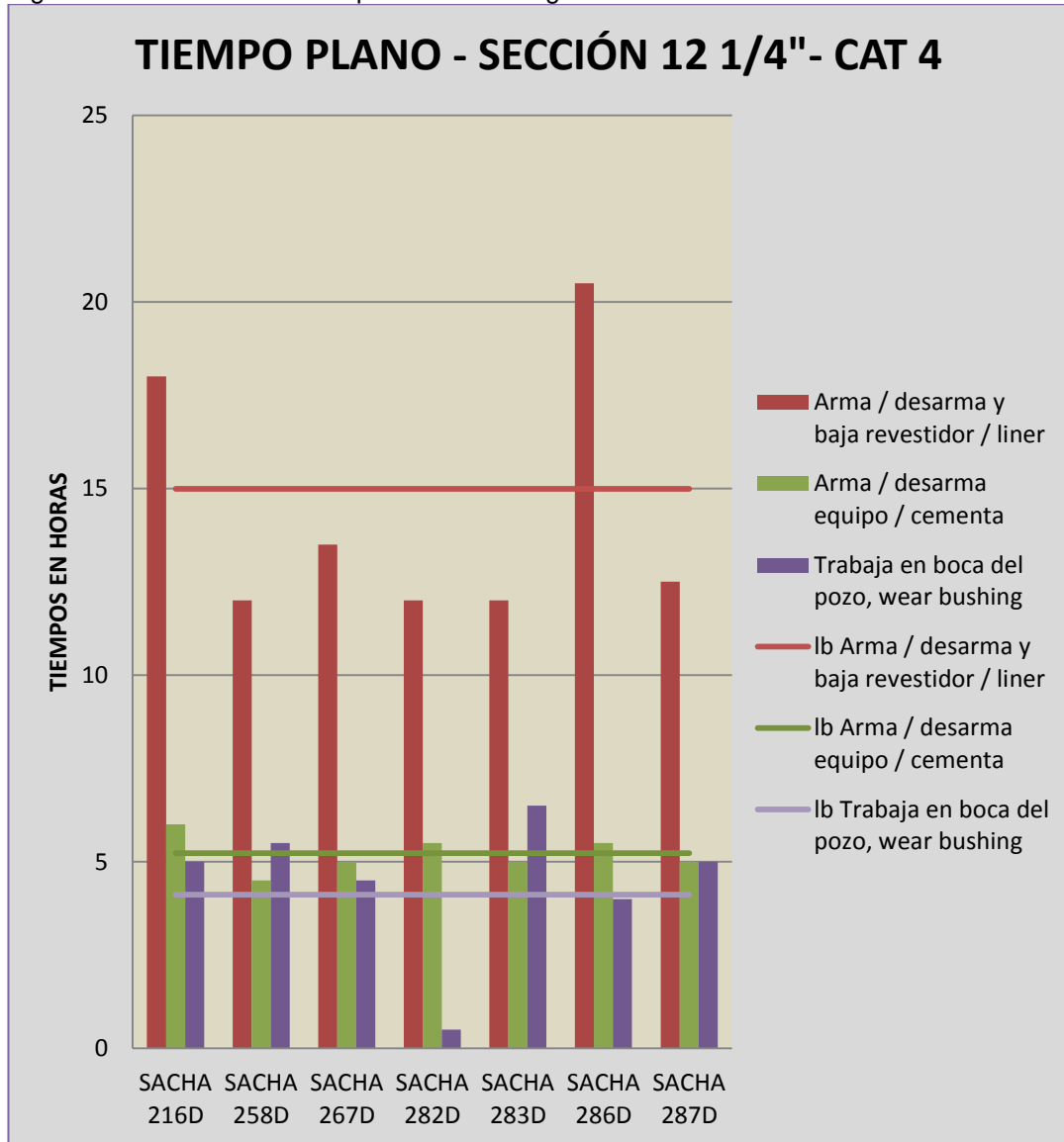


Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

En la perforación de los pozos Sacha 258D, 282D, 283D y 287D, los tiempos invisibles están por encima de la línea base, el motivo por el cual se excedieron en el tiempo de perforación fue porque, al atravesar las formaciones Tiyuyacu y Tena, las ROP fueron de 24.12, 26.05 y 18.55 pies/h, respectivamente, a diferencia de los pozos Sacha 216D, 267D y 286D que, al atravesar la formaciones antes mencionadas, obtuvieron ROP de 30.43, 21,75 y 69,6 pies/h, respectivamente, lo que permitió

obtener un tiempo menor que en los demás pozos de la sección, lo cual está condicionado por el tipo de broca usada (Fig. #73).

Fig. # 74 Actividades de Tiempo Plano – Categoría 4 – Sección 12 1/4" – Taladro CPV 16.



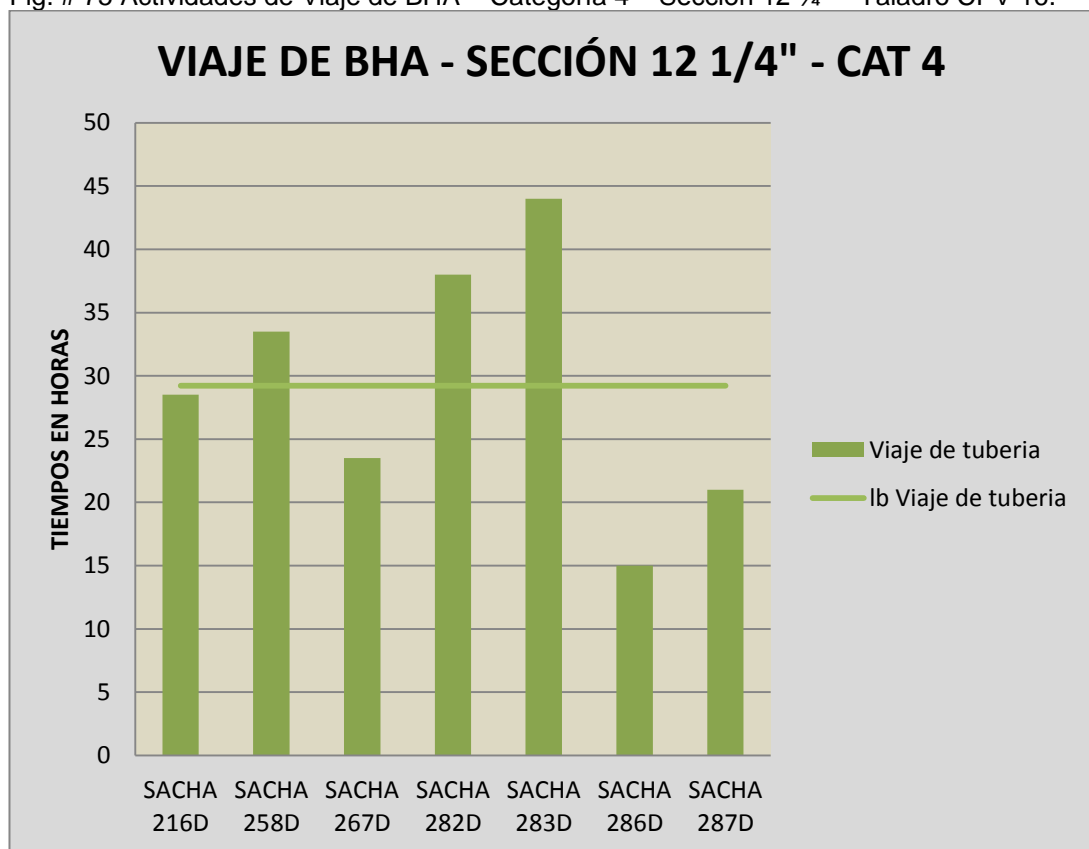
Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

En las operaciones de tiempo plano (Fig. #74). Al armar, desarmar y bajar el revestidor a los pozos Sacha 216D y 286D, el tiempo de 14,5 y 16,5 horas en la bajada del casing, respectivamente, los pozos que están dentro del rango lo realizaron en un tiempo de 9 a 11 horas.

Al armar, desarmar y cementar el casing en los pozos 216D, 282D y 286D, el tiempo que tomaron en cementar el casing fue de 3,5 horas, lo contrario de los pozos que están dentro del rango que lo realizaron en 3 horas .

En trabajos en boca de los pozos Sacha 216D, 258D, 267D, 283D y 287D, realizaron esta actividad en un tiempo de 1 hora, 1.5 horas en asentar la sección B, lo cual no permitió estar dentro del rango.

Fig. # 75 Actividades de Viaje de BHA – Categoría 4 – Sección 12 1/4” – Taladro CPV 16.

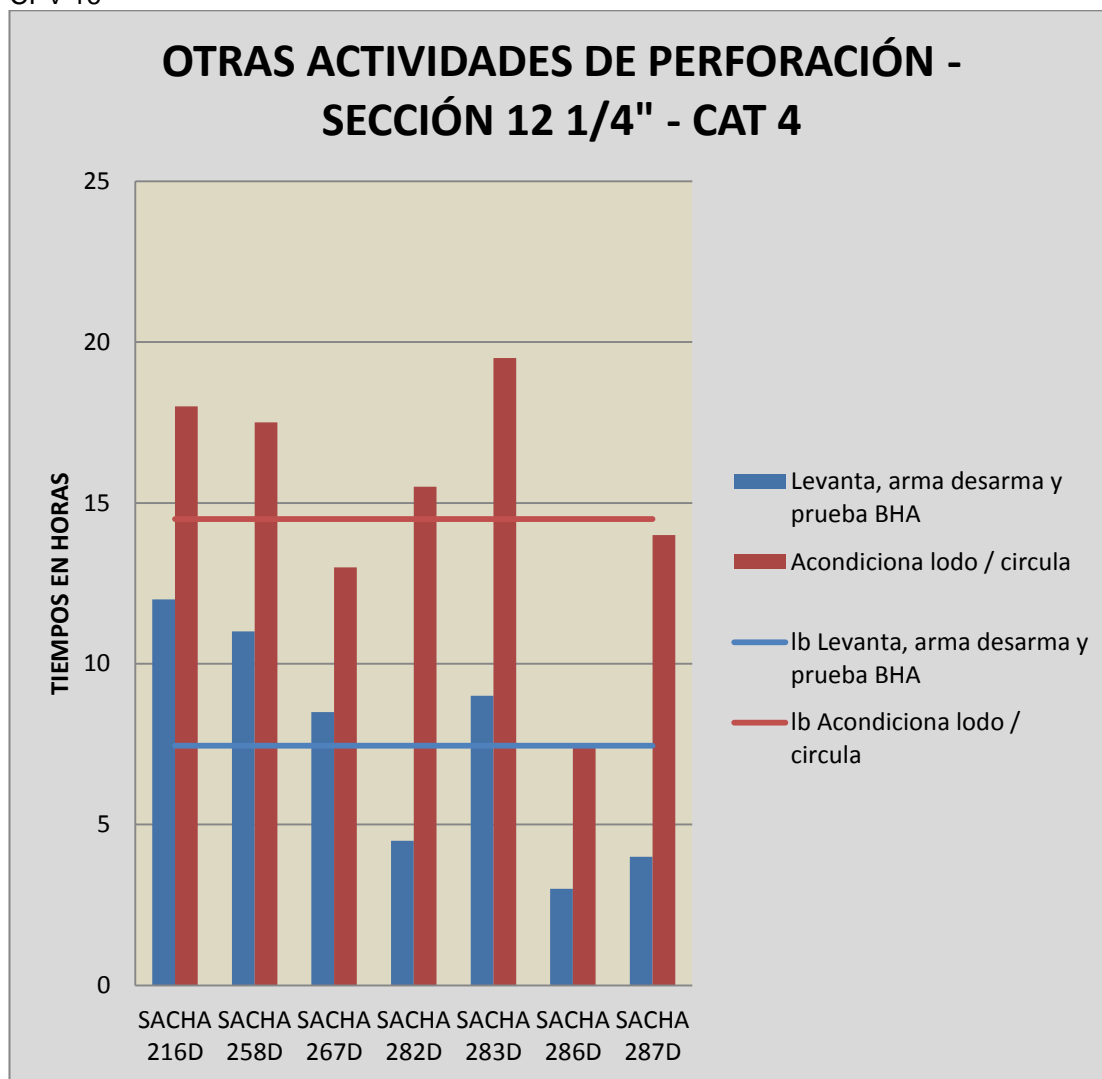


Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

Los viajes de tuberías (Fig. #75) en los pozos Sacha 258D, 282D y 283D, los tiempos invisibles están por encima de la línea base, esto se debió al tiempo de 8 horas que tomó en bajar la tubería.

El BHA N°4 y N°3 de los pozos Sacha 258D y 283D bajaron con bombas y rotando la tubería, mientras el BHA N°5 del pozo Sacha 282D bombearon píldoras al momento en que bajaron tubería para reiniciar la perforación.

Fig. # 76 Otras Actividades de Perforación – Categoría 4 – Sección 12 1/4” – Taladro CPV 16



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

En las operaciones de tiempo plano (Fig. #76). Al levantar, armar, desarmar y probar el BHA en los pozos Sacha 216D, 258D, 267D y 283D, los tiempos invisibles están por encima de la línea base, esto se debió al tiempo de 4 horas en levantar el BHA. Los pozos que están dentro del

rango lo realizaron en un tiempo de 1.5 horas, lo que provocó tener un tiempo extra en el levantado por motivo de utilizar bomba y rotación a cada profundidad que levantan el BHA.

En acondicionamiento y la circulación de lodo, los pozos Sacha 216D, 258D, 282D y 283D el tiempo en que se tomó en bombear píldoras para circular retornos limpios hasta la zaranda y para limpiar la broca para evitar problema de embolamiento influye en el incremento del tiempo.

### 5.1.3.6 Tiempos no productivos de la Categoría 4 en la Sección 12 ¼”.

Los problemas y recomendaciones de tiempos no productivos (Tabla #40)

Tabla # 40 Problemas de tiempos no productivos en la categoría 4 de la sección 12 ¼” – Taladro CPV 16.

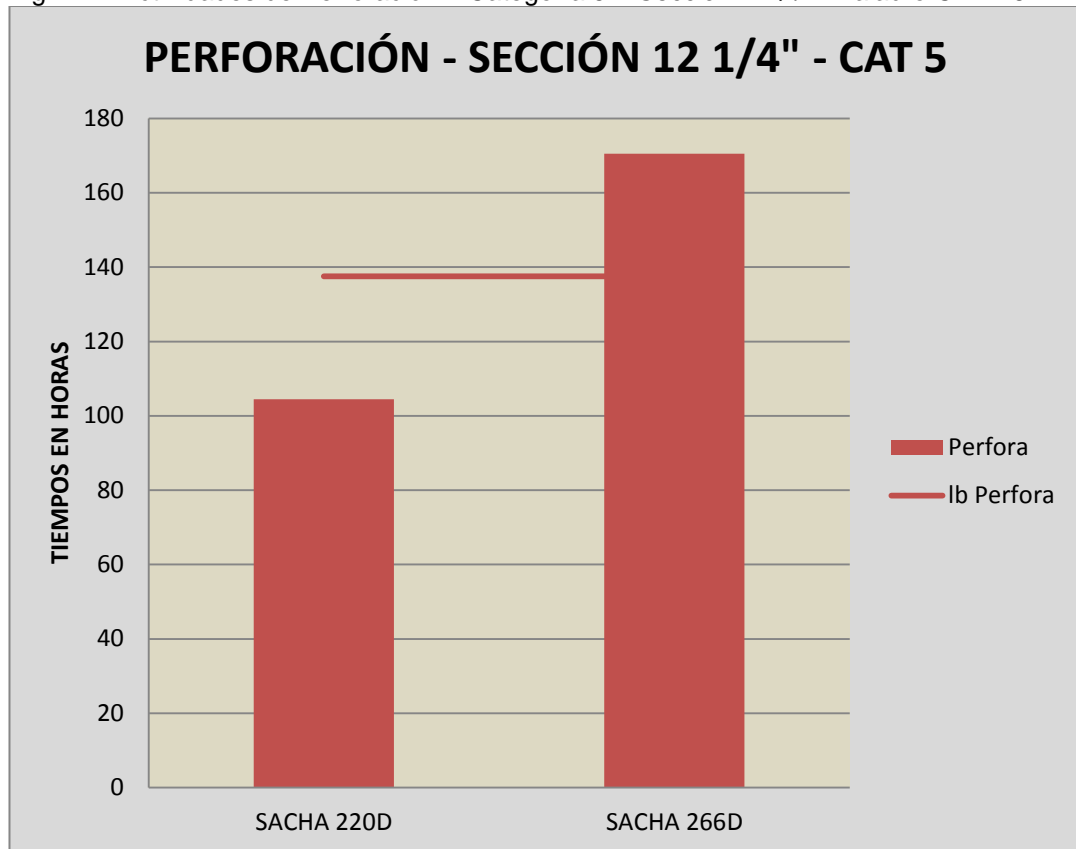
| POZOS      | PROBLEMAS   | RECOMENDACIONES   |
|------------|---|---|
| SACHA 216D | Intenta liberar Wear Bushing sin éxito porque el Wear Bushing colapsó por donde ingresan los dedos del pescante (Test Plug). Falla eléctrica del TDS porque el cable que alimenta al TDS se encuentra en mal estado. Cayó presión mientras se realiza el Drill Out debido a que se lavó válvula del Stand Pipe. | Cambiar Set de Wear Bushing y Test Plug. Cambiar cable de alimentación por uno nuevo. Llevar un registro de los componentes que podrían necesitar mantenimiento preventivo.                   |
| SACHA 258D | Taponamiento de BOP y niple campana debido a Presencia de Gumbo, por altas Ratas de Penetración instantánea (ROP) en zonas arcillosas de Chalcana.  | Es necesario mantener las propiedades del lodo apropiados para mantener la dispersión de la arcilla y parámetros de perforación idóneos para ayudar al desalojo de los rípios de perforación. |
| SACHA 283D | Taponamiento del BOP y  | Establecer un monitoreo del   |

|                          |   |   |
|--------------------------|---|---|
|                          | <p>niple campana debido a la acumulación de bolas de arcilla (Gumbo) proveniente de la formación Chalcana. Desgaste en el Pin de Sacrificio debido al tiempo de vida útil agotado. Baja ROP al salir del Conglomerado Superior debido al desgaste en cortadores internos y externos de la broca, cortadores rotos en la parte externa y pérdida de calibre (1/16”).</p> | <p>tiempo de retorno, de manera que se identifique el momento en que el grueso del intervalo perforado sea evacuado del pozo antes de hacer una conexión. Es necesario mantener las propiedades del lodo y parámetros de perforación apropiados para mantener la dispersión de la arcilla. Asegurar el adecuado control de mantenimientos de todos los equipos del taladro para evitar pérdidas de tiempo y así dar continuidad a las operaciones. Atravesando los conglomerados, reducir los parámetros de perforación de acuerdo con el factor de rev/gal del motor de fondo, de manera que se obtenga 150 rpm en fondo. Controlar la ROP a un rango entre 30-35 ft/hr.</p> |
| <p><b>SACHA 287D</b></p> | <p>Al realizar viaje a superficie para cambiar BHA, se encontró puntos apretados, se cambia de BHA por el pobre ROP que genera.</p>   | <p>Se recomienda bombear píldoras al momento de realizar viajes a superficie para evitar problemas de puntos de apretados al momento de sacar tubería.</p>  |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado: Danny Ramírez

### 5.1.3.7 Tiempos invisibles de la Categoría 5 en la Sección 12 1/4"

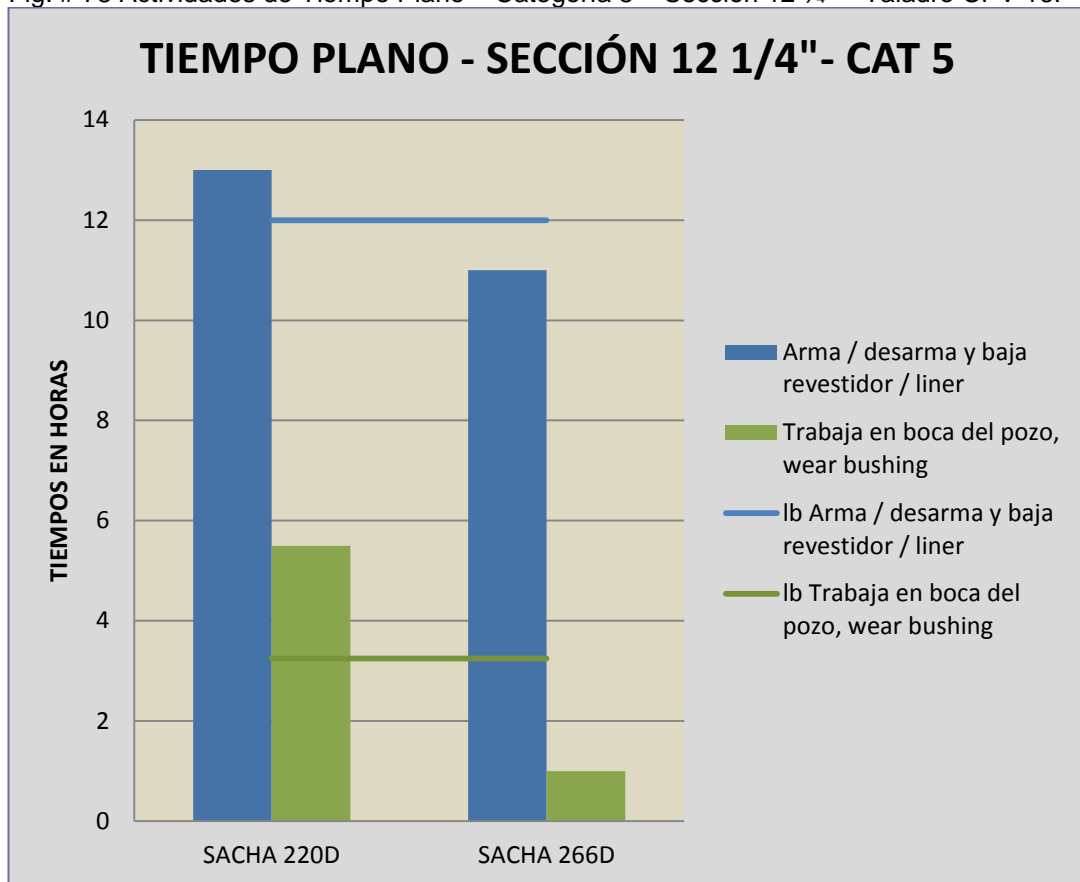
Fig. # 77 Actividades de Perforación – Categoría 5 – Sección 12 1/4" – Taladro CPV 16.



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

En la perforación del pozo Sacha 266D, el tiempo invisible está por encima de la línea base, el motivo por el cual se excedió en el tiempo de perforación fue porque, al atravesar las formaciones de Orteguzaza y Tiyuyacu, el ROP es de 27,43 pies/h, con tiempo de 79,33 horas, lo contrario del pozo Sacha 220D, que, al atravesar las formaciones antes mencionadas, consiguió un ROP 61.18 pies/h, lo que permitió obtener un tiempo de 60 horas utilizando la broca HCD605X, para conseguir un mejor rendimiento en la perforación (Fig. #77).

Fig. # 78 Actividades de Tiempo Plano – Categoría 5 – Sección 12 1/4" – Taladro CPV 16.

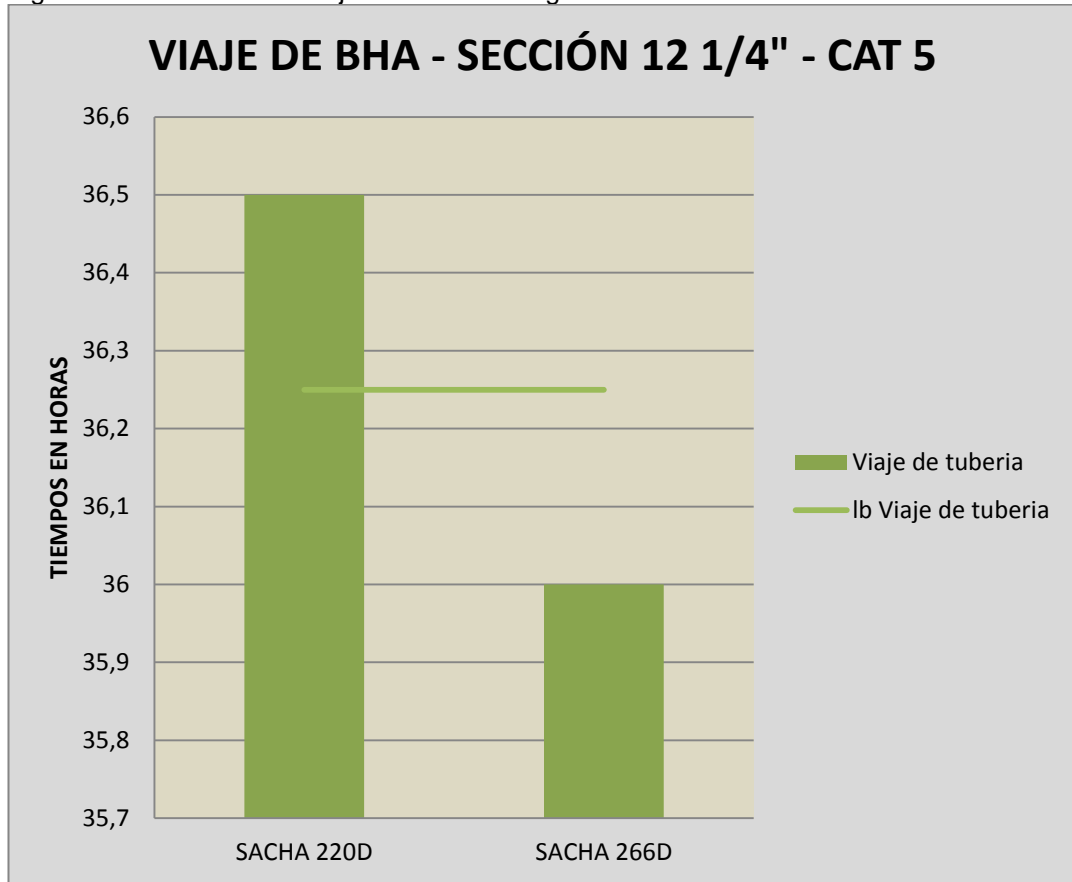


Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

En las operaciones de tiempo plano (Fig. #78). Al armar, desarmar y bajar el revestidor en el pozo Sacha 220D, el tiempo fue de 12 horas en la bajada del casing. En cambio, en el pozo Sacha 266D, el tiempo fue de 11 horas.

En trabajo en boca del pozo en el Sacha 220D, el motivo se debió al tiempo en que se tomó en realizar el cambio de un accesorio (Rams).

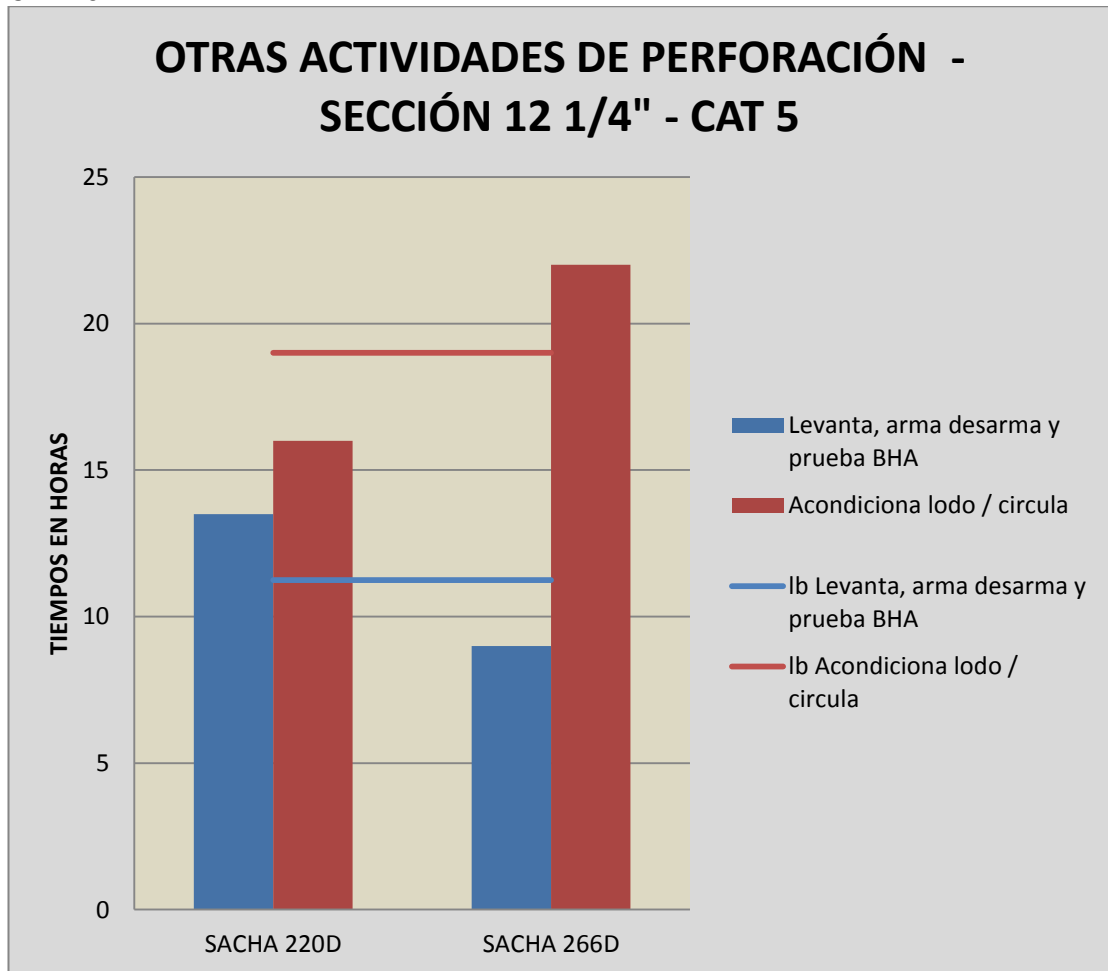
Fig. # 79 Actividades de Viaje de BHA – Categoría 5 – Sección 12 1/4" – Taladro CPV 16.



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

En viaje de tubería en el pozo Sacha 220D, los tiempos invisibles están por encima de la línea base, la razón es por el tiempo en que se tomaron en bajar tubería (BHA N°4) porque bajaron con bomba y rotando en el intervalo 4.794 – 8.994', que corresponde a las formaciones de Orteguaza, Tiyuyacu y Tena (Fig. #79).

Fig. # 80 Otras Actividades de Perforación – Categoría 5 – Sección 12 ¼” – Taladro CPV 16.



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

En otras actividades de perforación (Fig. #80). Al levantar, armar, desarmar y probar el BHA en el pozo Sacha 220D, los tiempos invisibles están por encima de la línea base, esto se debió al exceso de tiempo de armado del BHA, lo cual no le permitió estar en un rango establecido.

En acondicionamiento y la circulación del lodo en el pozo Sacha 266D, el tiempo que se tomaron en bombear píldoras para retornos limpios hasta la zaranda y limpiar la broca influyó en el exceso de tiempo.

### 5.1.3.8 Tiempos no productivos de la Categoría 5 en la Sección 12 ¼”

Los problemas y recomendaciones de tiempos no productivos (Tabla #41)

Tabla # 41 Problemas de tiempos no productivos en la categoría 5 de la sección 12 ¼” – Taladro CPV 16.

| POZOS      | PROBLEMAS   | RECOMENDACIONES   |
|------------|---|---|
| SACHA 220D | Fuga en el Pin de sacrificio debido al Pin de sacrificio lavado. Taponamiento del Flow Line y bolsillo a 5250’ por presencia de Gumbo debido al descuido en el bombeo frecuente de píldoras dispersas y viscosas. Problema eléctrico en el TDS por falta de mantenimiento preventivo. | Llevar un registro de los componentes del Taladro que podrían necesitar mantenimiento preventivo. El personal de control de sólidos y el lodero deben estar muy atentos a los retornos para evitar cargar el anular de ripios y mantener las propiedades del lodo apropiados para asegurar la dispersión de la arcilla. Llevar un registro de los componentes del taladro que podrían necesitar mantenimiento preventivo. |
| SACHA 266D | Dificultad en mantener la tangente del pozo debido al desgaste prematuro del estabilizador de sarta y la camisa del motor. Alto Torque debido al diseño del pozo.   | Se debe hacer una inspección tanto a la compañía que provee los redress de herramientas así como a los materiales y procesos involucrados. Considerar el uso de reductores de torque mecánicos.   |

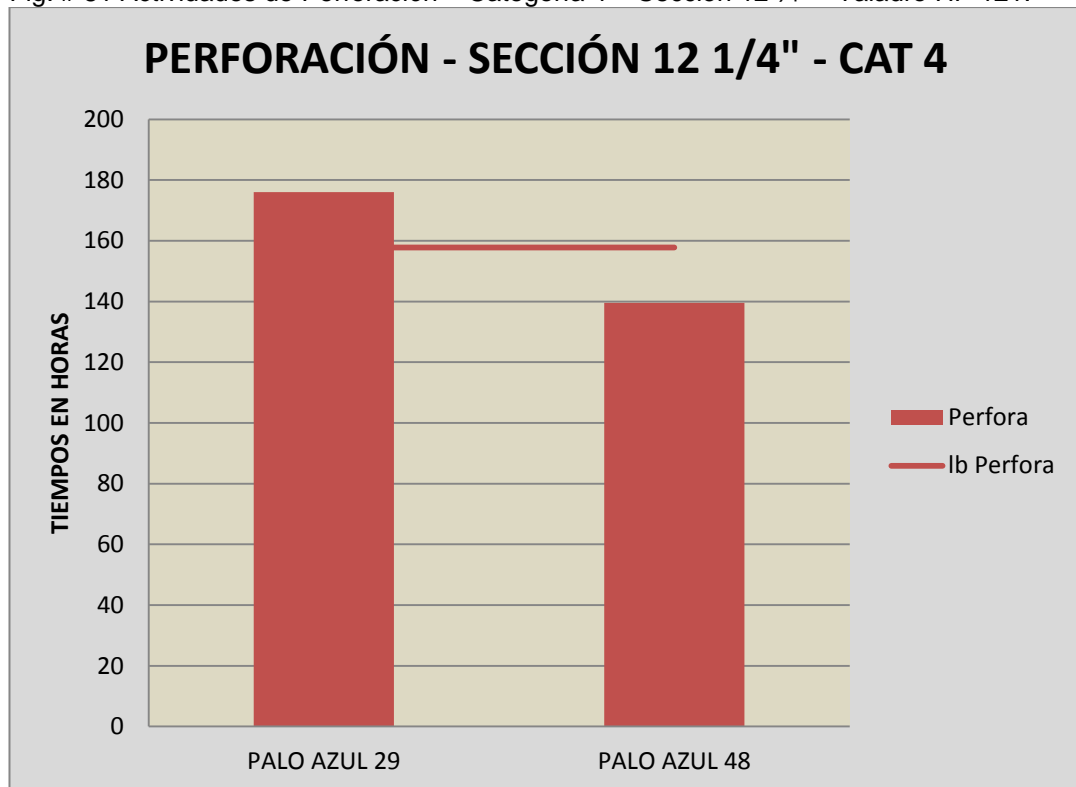
Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

### 5.1.4 Análisis del Taladro HP 121

El taladro HP 121 operó en el Campo Palo Azul. Allí, se realizó el análisis de la categoría 4 en la sección 12 ¼" y, por ende, es del tipo "J".

#### 5.1.4.1 Tiempos invisibles de la Categoría 4 en la Sección 12 ¼"

Fig. # 81 Actividades de Perforación – Categoría 4 – Sección 12 ¼" – Taladro HP 121.

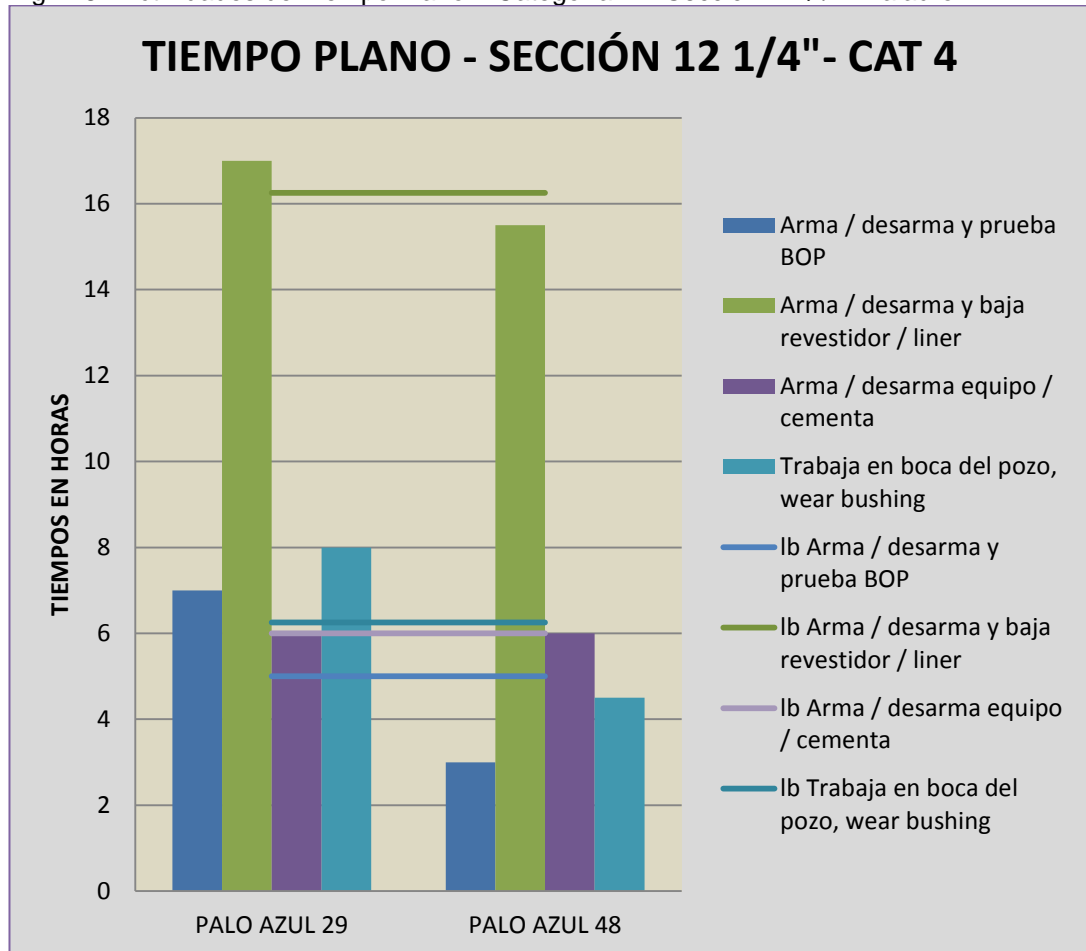


Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

El pozo Palo Azul 29 tiene exceso de tiempo de perforación, lo cual está por encima de la línea base. El tiempo en perforar esta sección se debió a las formaciones de Orteguzaza, Tiyuyacu, Tena y Napo que van atravesando. En las formaciones de Orteguzaza y Tiyuyacu, el ROP fue de 37.07 pies/h con broca HCD605X. En la formación Tena, el ROP fue de 39.62 pies/h con broca QD605FX. En la formación Napo, el ROP fue de 11.05 pies/h con broca QD605FX, obteniendo un ROP promedio de 29.25 pies/h, mientras que, en el Pozo Palo Azul 48, se utilizó brocas (QD605FX

y QD605X) con ROP promedio de 60.84 pies/h, en las formaciones antes mencionadas, al utilizar estas brocas se obtuvo un mejor rendimiento en la perforación de pozos de este campo (Fig. #81).

Fig. # 82 Actividades de Tiempo Plano – Categoría 4 – Sección 12 1/4" – Taladro HP 121.



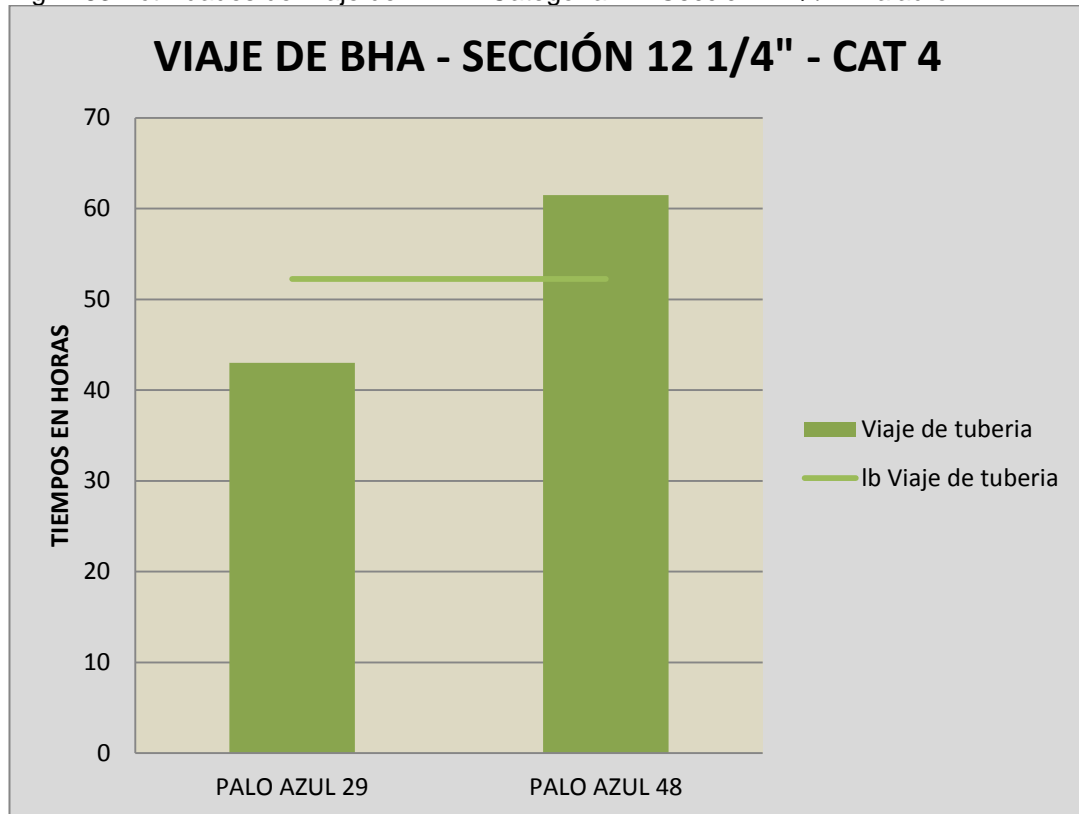
Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
 Elaborado por: Danny Ramírez

En las operaciones de tiempo plano (Fig. #82). Al armar, desarmar y probar el BHA en el pozo Palo Azul 29, el tiempo en que se realizó la prueba del BOP fue de 3 horas. En cambio, en el pozo Palo Azul 48, lo efectuó en 2 horas.

Al armar, desarmar y bajar el revestidor en el pozo Palo Azul 29, el tiempo en armar las herramientas para corrida del casing fue de 2 horas, mientras que, en el pozo Palo Azul 48, lo realizó en una hora.

En el trabajo hecho en la boca del pozo Palo Azul 29, el tiempo en cortar, bicelar casing y asentar la sección B fue de 4.5 horas, mientras que, en el pozo Palo Azul 48, lo efectúo en 3 horas.

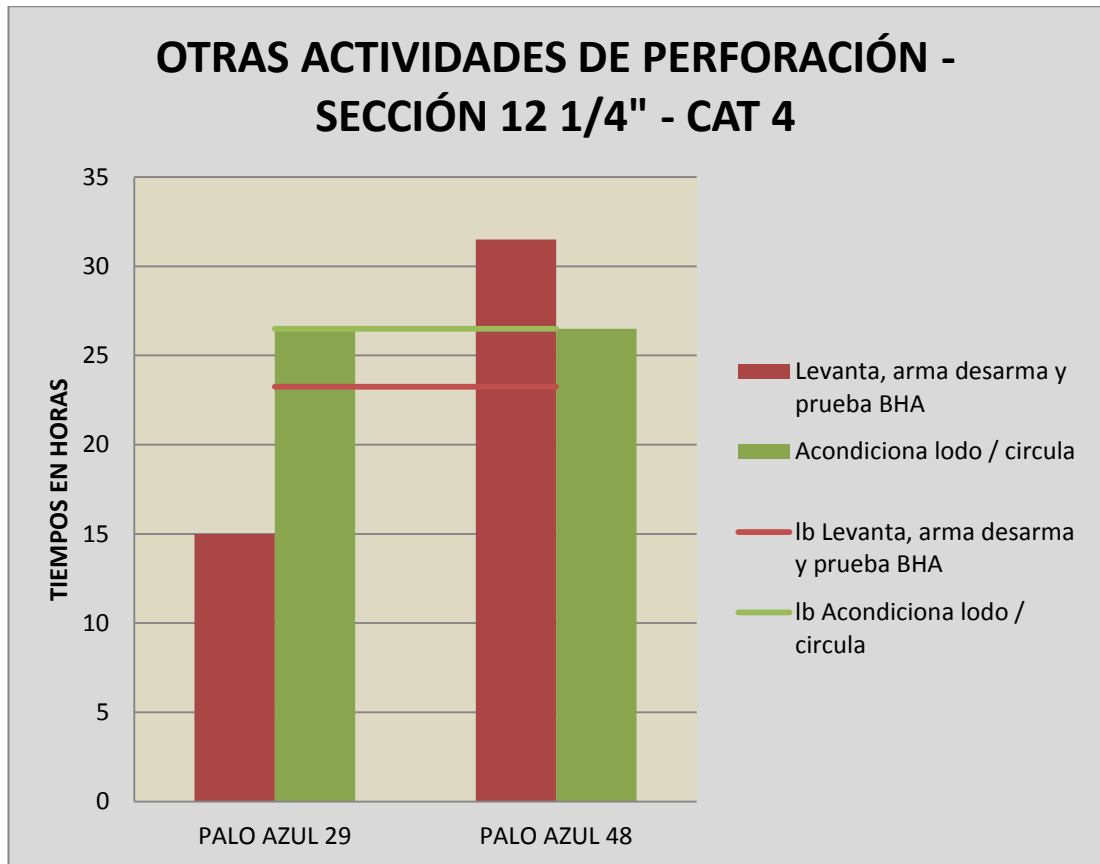
Fig. # 83 Actividades de Viaje de BHA – Categoría 4 – Sección 12 1/4" – Taladro HP 121.



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

En el viaje de la tubería en el pozo Palo Azul 48, los tiempos invisibles están por encima de la línea base. Cuando instalaron los reductores de fricción y subieron la sarta, encontraron puntos apretados, por lo cual emplearon 4 brocas; mientras que, en el pozo Palo Azul 29, no instalaron reductores de fricción. El tiempo en que se subió la sarta fue menor porque se realizó 3 cambios de brocas (Fig. #83).

Fig. # 84 Otras Actividades de Perforación – Categoría 4 – Sección 12 1/4" – Taladro HP 121.



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

Al levantar, armar, desarmar y probar el BHA en el pozo Palo Azul 48, los tiempos invisibles están por encima de la línea base. El motivo es el tiempo de 4.5 horas en que se armó el BHA; este proceso se lo realizó 4 veces por cada cambio de broca respectivamente, mientras que, en el pozo Palo Azul 29, emplearon 3 brocas en esta sección (Fig. #84).

### 5.1.4.2 Tiempos no productivos de la Categoría 4 en la Sección 12 ¼"

Los problemas y recomendaciones de tiempos no productivos (Tabla #42)

Tabla # 42 Problemas de tiempos no productivos en la categoría 4 de la sección 12 ¼" – Taladro HP 121.

| POZOS               | PROBLEMAS  | RECOMENDACIONES  |
|---------------------|--|--|
| <b>PALO AZUL 29</b> | Viaje no programado por los cambios de BHA y de broca.   | Se recomienda verificar el plan direccional y que seleccione las herramientas direccionales de acuerdo a la estratigrafía que se vaya a perforar.  |
| <b>PALO AZUL 48</b> | Sacando con backreaming 8025'-6812' Prueba herramientas direccionales en superficie , arma BHA Bajo ROP - broca embolada - viaje no planeado al conglomerado | Mejorar las prácticas operacionales para la limpieza durante la perforación, circulación y viajes de tubería. Bomba píldoras para evitar que la broca se embole y tener un desempeño en las herramienta direccionales. |

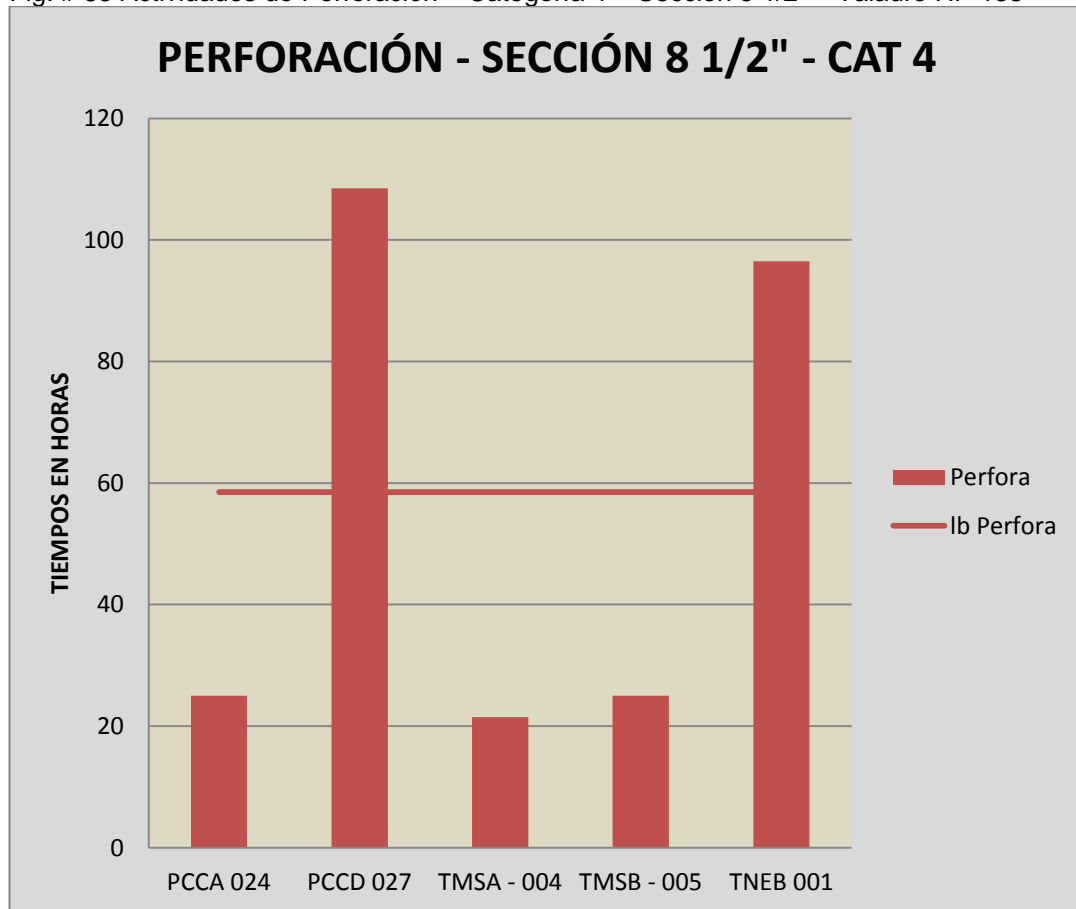
Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

### 5.1.5 Análisis del Taladro HP 138

El taladro HP 138 operó en los Campos Pañacocha, Tumali y Tangay. Allí, realizaron el análisis de la categoría 4 en la sección 8 1/2" y categoría 5 en la sección 12 1/4" y fueron del tipo "J".

#### 5.1.5.1 Tiempos invisibles de la Categoría 4 en la Sección 8 1/2"

Fig. # 85 Actividades de Perforación – Categoría 4 – Sección 8 1/2" – Taladro HP 138



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

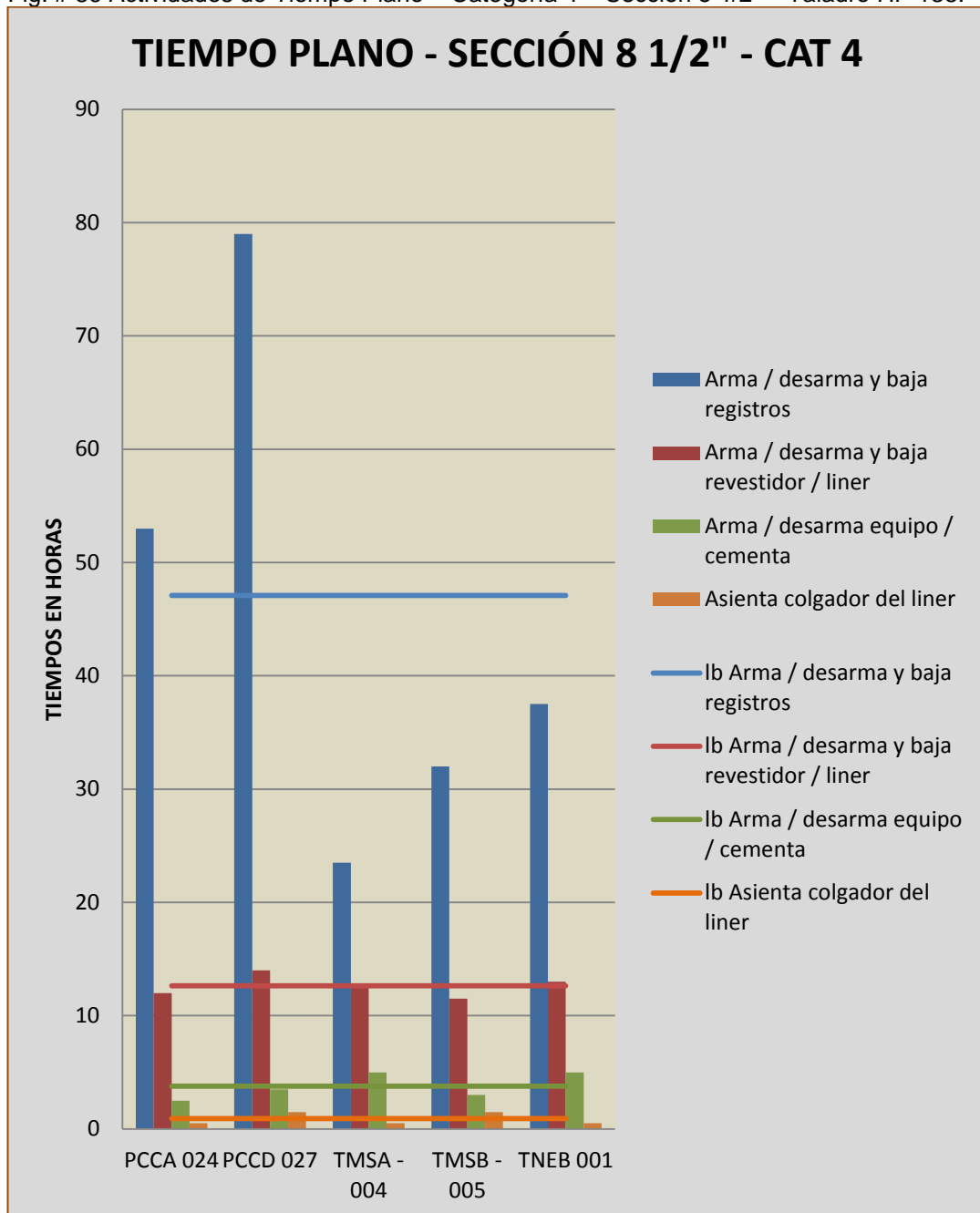
Los pozos Pañacocha 027 (PCCD 027) y Tangay Este 001 (TNEB 001) sobrepasan la línea base que se estableció para observar los que están fuera del rango. El PCCD 027 obtuvo más tiempo de perforación porque utilizaron 3 brocas para la toma de núcleos. Las litologías que atravesaron

fueron: TENA (arcillolita), NAPO (caliza, lutita, arenisca) y PRE-CRETACICO (caliza, toba). En esta última, la litología predominante es la caliza y, por ese motivo, bajaron el caudal a 420 GPM, esto es para precautelar la estructura de corte de la broca. El ROP promedio de esta sección fue 25,89 pies/h.

En el pozo TNEB 001, emplearon 2 brocas. Las litologías que atravesaron fueron TENA (arcillolita), NAPO (lutita, caliza, arenisca), HOLLIN (se encontró unos pocos pies, arenisca) y PRE-CRETACICO (caliza, toba). El caudal fue de 400 GPM porque atravesaron formaciones como caliza para evitar daño en las zonas productoras. Al perforar la formación PRE-CRETACICO, se cambió la broca porque debían llegar a la profundidad de 9.600 pies y el ROP promedio en esta sección fue de 29,77 pies/h. Se aprecia las ROP en estos dos pozos y son muy bajas en comparación con los demás pozos en que las ROP promedio son mayores.

Por ejemplo, en el pozo PCCA 024, el ROP fue de 65,68 pies/h y el pozo TMSB 005 el ROP fue de 71,90 pies/h (Fig. #85).

Fig. # 86 Actividades de Tiempo Plano – Categoría 4 – Sección 8 1/2” – Taladro HP 138.



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
 Elaborado por: Danny Ramírez

Los pozos que están por encima de la línea base se deben a los tiempos invisibles y corresponden a cada una de las actividades dentro de la operación de tiempos planos (Fig. #86).

Al armar, desarmar y bajar registros, 2 pozos quedaron por encima de la línea base que se estableció en esta localidad.

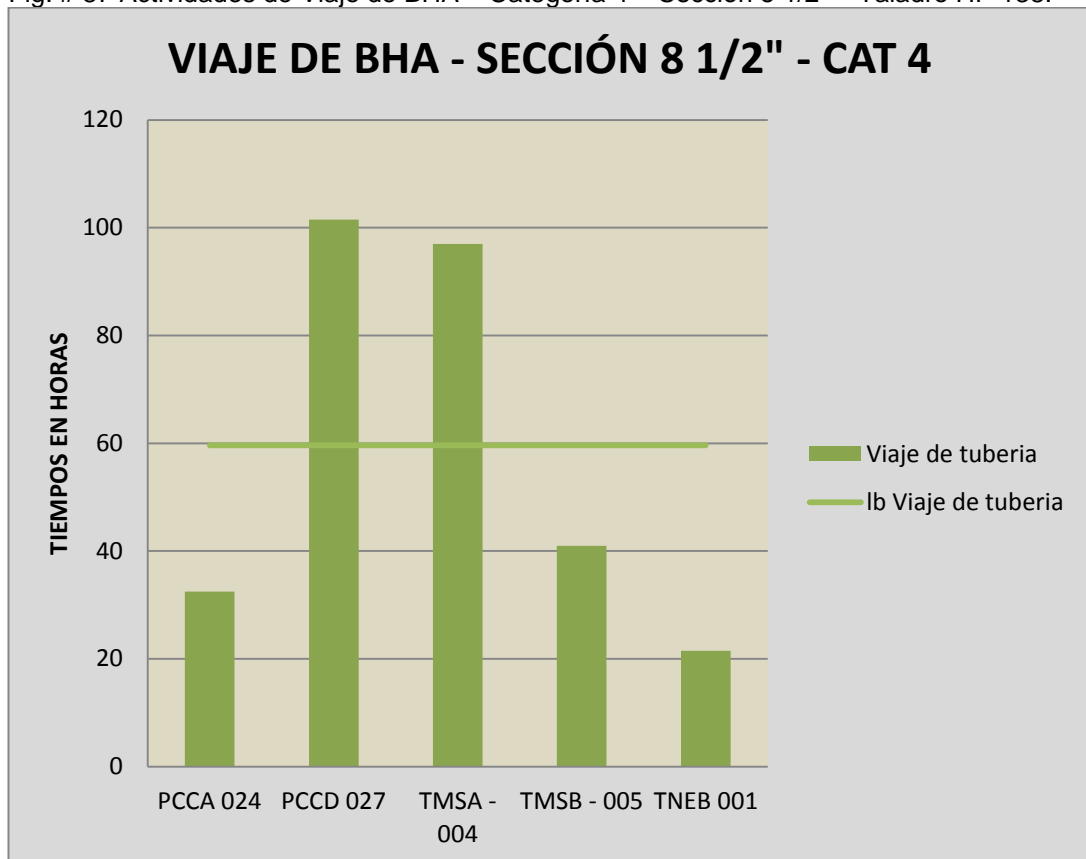
En los pozos PCCA 024 y PCCD 027, se obtuvo más tiempos en la toma de registros (presiones, núcleos, fluidos) que en armar y desarmar las herramientas para los respectivos registros.

El procedimiento en la bajada del casing en el pozo PCCD 027 tuvo un tiempo adicional que en los demás pozos.

En el armado, desarmado y cementación del casing en los pozos TMSA 004 y TNEB 001, el tiempo invisible fue en el programa de cementación del casing, el cual tomó 2 horas, y, en los pozos que están dentro del rango, demoró entre 1 a 1.5 horas.

En la actividad de asentar el colgador del liner en los pozos PCCD 027 y TMSB 005, los tiempos de exceso fueron de 1.5 horas, y, en los pozos que están dentro del rango, fueron de 0,5 horas.

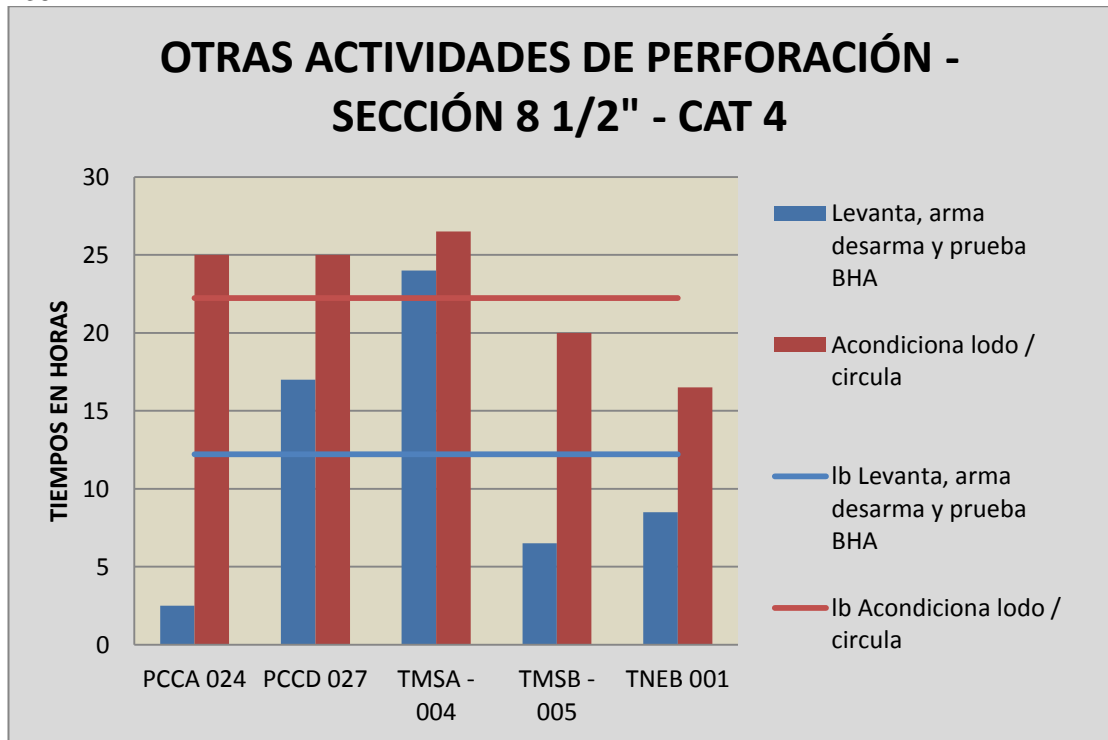
Fig. # 87 Actividades de Viaje de BHA – Categoría 4 – Sección 8 1/2” – Taladro HP 138.



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

En los viajes de las tuberías en los pozos PCCD 027 y TMSA 004, los tiempos invisibles están por encima de la línea base, esto se debió a que, cuando bajaron la tubería, encontraron puntos de apoyos, siendo necesario usar bombas y rotación adicional a los cambios de configuración del BHA, por lo cual realizaron viajes a superficie, a diferencia de los pozos que están dentro del rango, sólo se utilizó una broca; además, no encontraron puntos de apoyos. Esto se produjo por las buenas prácticas de operación, como por ejemplo, viajes de calibración para acondicionar el hoyo (Fig. #87).

Fig. # 88 Otras Actividades de Perforación – Categoría 4 – Sección 8 1/2" – Taladro HP 138.



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

En otras actividades de perforación (Fig. #88). En levantar, armar, desarmar y probar el BHA en los pozos de PCCD 027 Y TMSA 004, los tiempos invisibles están por encima de la línea base, lo cual indica que tuvieron un exceso de tiempo invisible, esto fue provocado por los cambios de brocas. Por lo tanto, el BHA fue levantado y la broca, reemplazada. En cambio, en los demás pozos, emplearon una broca y no demandó mayor tiempo en esa actividad.

En las labores de acondicionamiento y circulación del lodo en los pozos PCCA 024, PCCD 027 Y TMSA 004, los tiempos excesivos fueron por las píldoras bombeadas al momento de perforar para que los recortes salgan a la superficie, evitando que produzca daños en la broca y en las zonas productoras. Una buena estrategia para proteger las arenas productoras es bombear píldoras sellantes y controladoras de filtrado para que el fluido de perforación no provoque daño en las zonas de interés. Además,

acondicionar el lodo, de tal manera que permita una limpieza adecuada del pozo.

### 5.1.5.2 Tiempos no productivos de la Categoría 4 en la Sección 8 1/2"

Los problemas y recomendaciones de tiempos no productivos (Tabla #43)

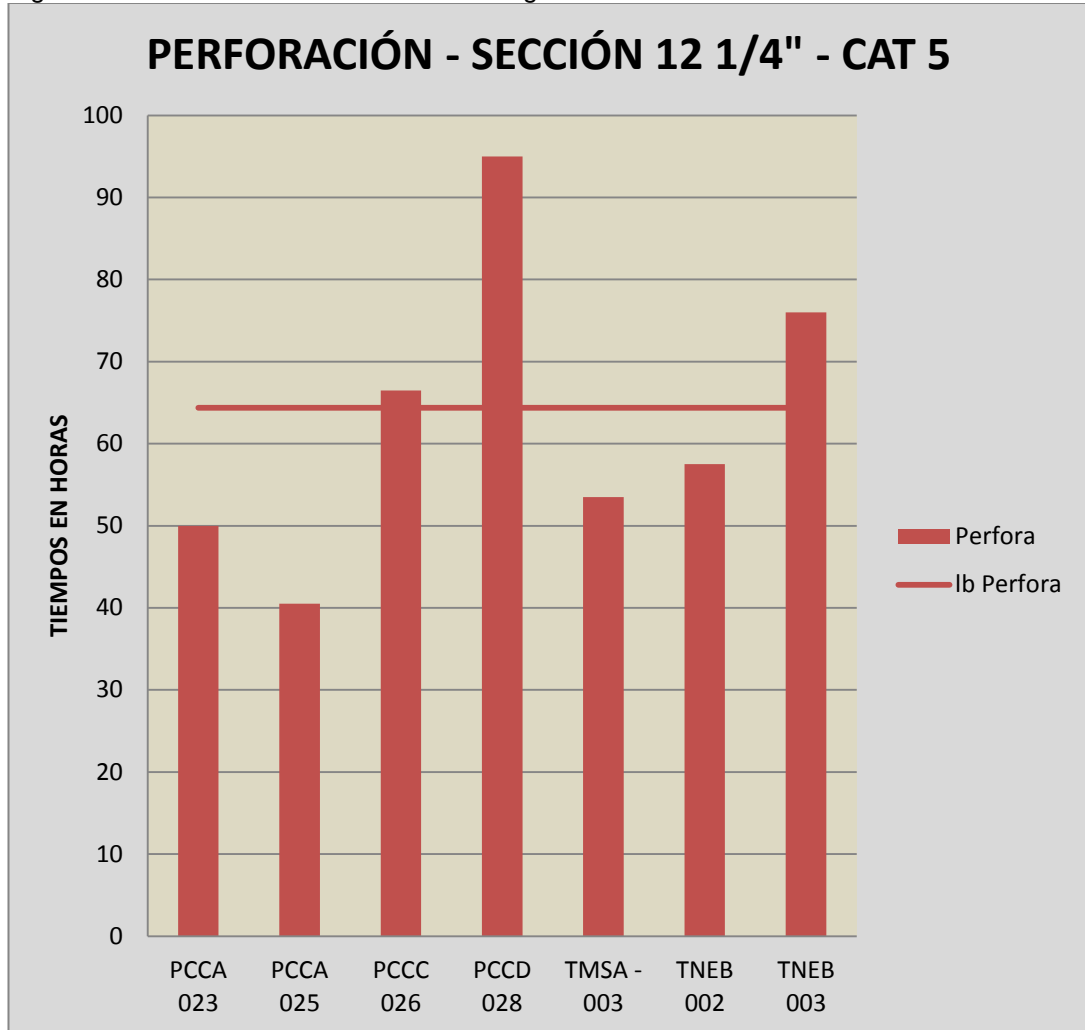
Tabla # 43 Problemas de tiempos no productivos en la categoría 4 de la sección 8 1/2"– Taladro HP 138.

| POZOS    | PROBLEMAS   | RECOMENDACIONES  |
|----------|---|--|
| PCCA 024 | Pierde señal la herramienta MWD debido a una falla. Falla de registro de cemento debido a problemas con la herramienta  | Realizar un adecuado mantenimiento de las herramientas direccionales, realizar las respectivas inspecciones o certificaciones de control de calidad de las herramientas.   |
| PCCD 027 | Problemas de calibración, conejo de tubería con drift, conejo de diámetro menor al especificado en procedimientos de corrida de colgador de liner debido a la confusión y no verificación de diámetro de drift, conejo por parte del personal del taladro y del operador del liner antes de la operación. | Procedimientos para verificar estado, tamaños de equipos y herramientas, debe ser mejorado y aplicado por todo el personal en operaciones.   |
| TNEB 001 | Falla manguera hidráulica del Top Drive debido al daño de la manguera hidráulica. Falta de respuesta en las herramientas de registros eléctricos en hoyo abierto.   | Implementar un adecuado programa de mantenimiento de los componentes más críticos del taladro. Un adecuado mantenimiento de las herramientas de registros eléctricos y verificar las inspecciones o certificaciones de control de calidad de las herramientas. |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

### 5.1.5.3 Tiempos invisibles de la Categoría 5 en la Sección 12 1/4"

Fig. # 89 Actividades de Perforación – Categoría 5 – Sección 12 1/4" – Taladro HP 138.



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

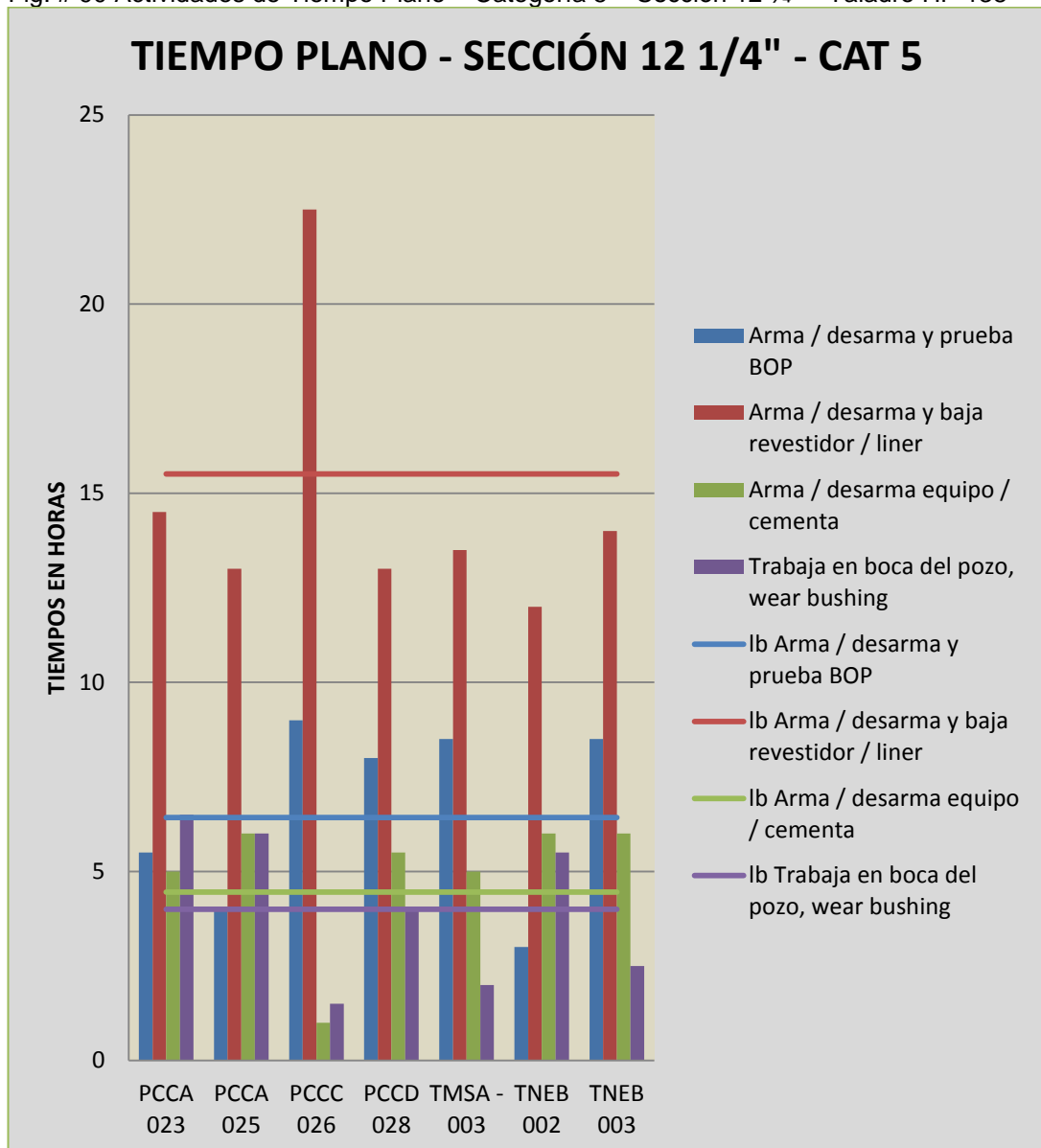
En la actividad de perforación, se observa horas adicionales de tiempos invisibles en el pozo PCCC 026 porque se utilizó varias brocas para perforar el cemento que estaba dentro del casing (drill out) de la sección 16", pero, al reiniciar la perforación, se produjo daño en el revestidor de la sección antes mencionada, lo que se solucionó abriendo una ventana (side track) para continuar perforando la sección 12 1/4", el ROP fue de 81.33 pies/h, que es un buen rendimiento; si no hubiera existido el

problema antes mencionado en la sección anterior, las horas de perforación serían similares a las del pozo PCCA 025 con un mayor ROP.

En el pozo PCCD 028, se empleó 2 brocas. La primera se utilizó en las formaciones Orteguaza y Tiyuyacu con un buen desempeño. La bomba #4 no permitió que se acelere el proceso de la perforación porque la presión y el caudal no fueron los indicados, por lo cual se recomienda revisar las bombas antes de volver a operar. El ROP promedio fue de 53.80 pies/h, que es bajo para los pozos del campo Pañacocha en la categoría 5.

En el pozo TNEB 003, emplearon 2 brocas. La primera atravesó las formaciones Orteguaza y conglomerados superiores de Tiyuyacu, lo que provocó el desgaste de la broca con un ROP 57.94 pies/h; requirió un cambio de broca para continuar atravesando las formaciones de conglomerados superiores de Tiyuyacu y, por consiguiente, la formación Tena con ROP 83.03 pies/h. Con la segunda broca, se obtuvo un mejor ROP. Las horas de exceso en esta sección fueron generadas por la formación de conglomerados de Tiyuyacu, que no permitió tener un mejor ROP (Fig. #89).

Fig. # 90 Actividades de Tiempo Plano – Categoría 5 – Sección 12 1/4” – Taladro HP 138



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
 Elaborado por: Danny Ramírez

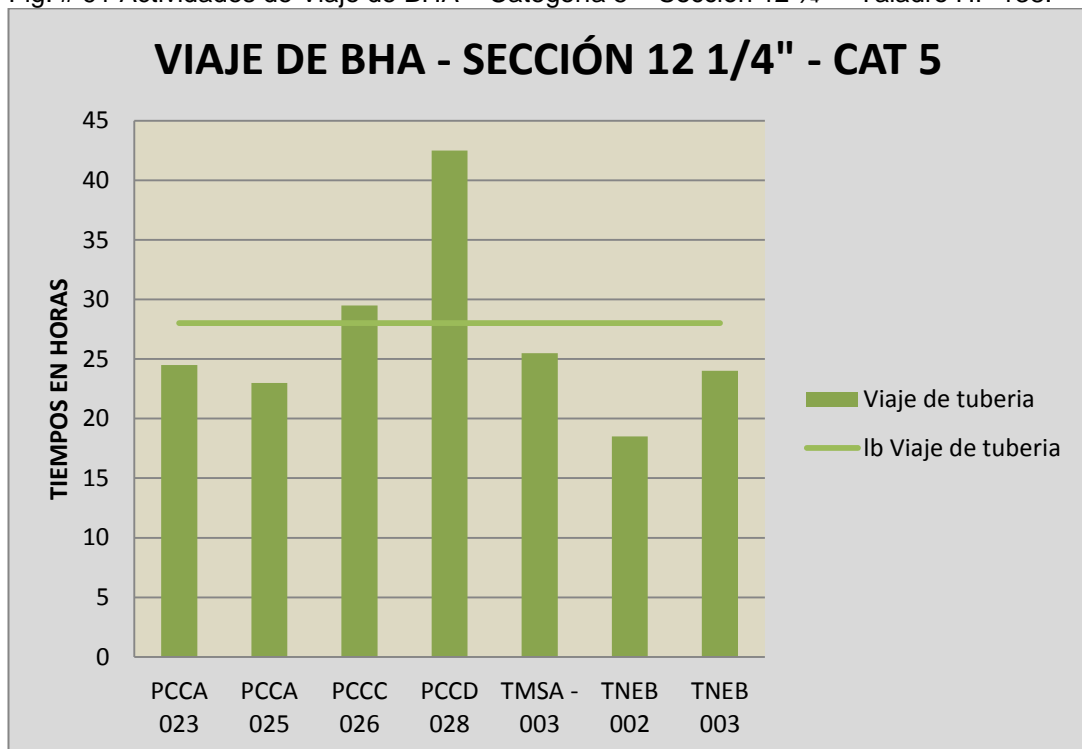
En las operaciones de tiempo plano (Fig. #90). En el armado, desarmado y probado del BOP en estos pozos, los tiempos invisibles que están fuera del rango se debieron a la instalación de la sección B y a que realizaron diferentes pruebas al BOP a altas presiones con diferentes tiempos. Al momento de realizar esta actividad, siempre se debe tomar un tiempo adecuado porque va a variar en cada pozo.

En el pozo PCCC 026, en el armado, desarmado y bajado del revestidor, hay un exceso de 8 horas en la bajada del casing.

En el armado, desarmado y cementado del casing en los pozos que sobrepasan la línea base, ocasionando los diferentes tiempos empleados en cementar, mientras que, en otros pozos, demoraron entre 4 a 4.5 horas, dando una diferencia de 0,5 horas.

En las actividades de trabajo en la boca del pozo, el tiempo adicional de los pozos que están por encima de la línea base corresponde a los diferentes tiempos en el corte que se realizó en el casing para la instalación de la sección B.

Fig. # 91 Actividades de Viaje de BHA – Categoría 5 – Sección 12 1/4" – Taladro HP 138.

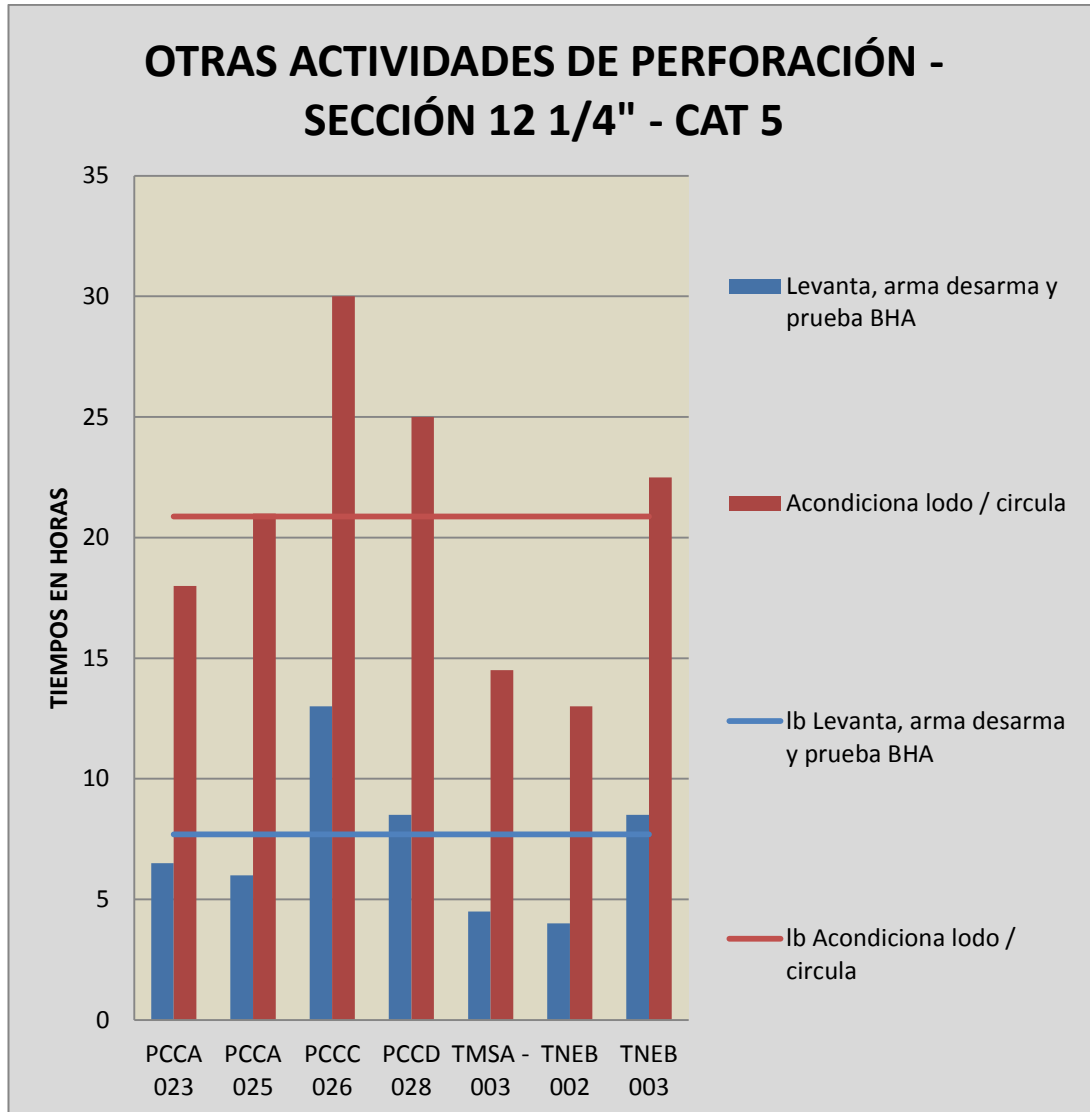


Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

En la actividad del viaje de la tubería del pozo PCCD 028, el exceso de tiempo corresponde a los diversos puntos apretados que existieron al momento de hacer el viaje a superficie, y, también, por los cambios de

configuración en el BHA N°5 (broca, motor o martillo) que requirieron para mejorar la operación (Fig. #91).

Fig. # 92 Otras Actividades de Perforación – Categoría 5 – Sección 12 1/4” – Taladro HP 138.



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

En otras actividades de perforación (Fig. #92). En levantar, armar, desarmar y probar el BHA en el pozo PCCC 026, los tiempos invisibles que están por encima de la línea base correspondieron a la realización del side track, y, por lo que se empleó varios BHA, realizaron algunos viajes a

la superficie por cambios de brocas, motor, y, por lo tanto, existió un tiempo adicional.

En los pozos PCCD 028 y TNEB 003, los tiempos invisibles están fuera de rango, se debieron al tiempo en levantar el BHA, hecho en 3 horas, a diferencia de los pozos que están dentro del rango, que lo efectuaron en 2.5 horas.

En la actividad de acondicionamiento y circulación del lodo en los pozos, los tiempos perdidos están por encima de la línea base, debido a que bombearon más píldoras que en los pozos que están dentro del rango para obtener una mejor limpieza del hoyo y que la broca no se dañe; además, lograr un mejor rendimiento en la perforación.

#### 5.1.5.4 Tiempos no productivos de la Categoría 5 en la Sección 12 ¼"

Los problemas y recomendaciones de tiempos no productivos (Tabla #44)

Tabla # 44 Problemas de tiempos no productivos en la categoría 5 de la sección 12 ¼" – Taladro HP 138.

| POZOS    | PROBLEMAS  | RECOMENDACIONES   |
|----------|--|---|
| PCCA 023 | Viaje a superficie no planeado para cambio de BHA simulado por los ripsos de perforación dentro del hoyo abierto.  | Rediseñar fluido de perforación y optimización de prácticas operativas tanto de perforación como de circulación que mejoren la limpieza de hoyo.  |
| PCCA 025 | Puntos apretados durante el viaje de calibración del hoyo por presencia de camas de ripsos en hoyo, limpieza deficiente. Puntos de apoyo durante el retorno de la sarta por presencia de camas de ripsos en hoyo, limpieza deficiente. | Mejorar propiedades del fluido de acuerdo a las formaciones que se estén perforando para garantizar la limpieza del hoyo, utilizar herramientas de subsuelo para incrementar el galonaje durante las circulaciones previa a los viajes. |

|                        |   |  |
|------------------------|---|--|
| <p><b>PCCA 026</b></p> | <p>Pérdida de presión del sistema de alta presión por daño de válvulas de bombas de lodo. Pérdida brusca de rotación y continuidad de circulación porque el BHA direccional frente a zona de arena permeable-porosa en la parte baja de Tiyuyacu.</p>   | <p>Realizar mantenimiento preventivo previo a la operación. Previo a viajes de tubería, enviar píldoras con material sellante, el incremento de peso del lodo a valores superiores a 10.6 lpg debe ir acompañado de la adición de material sellante.</p> |
| <p><b>TNEB 002</b></p> | <p>Liqueo en el manguerote por mal estado del mismo.</p>  | <p>Implementar un adecuado programa de mantenimiento de los componentes más críticos del taladro.</p>  |
| <p><b>TNEB 003</b></p> | <p>Daño del freno del malacate por desgaste de las bandas. Conato de empaquetamiento y trabajo de liberación a 6.830' y 6.585' por los rípios de perforación dentro del hoyo abierto. Viaje a superficie no planeado para cambio de BHA simulado por los rípios de perforación dentro del hoyo abierto.</p> | <p>Revisar aplicación – tiempos de mantenimiento preventivo de equipos de taladro. Rediseñar el fluido de perforación y optimización de prácticas operativas, tanto de perforación como de circulación para que mejoren la limpieza de hoyo.</p>         |

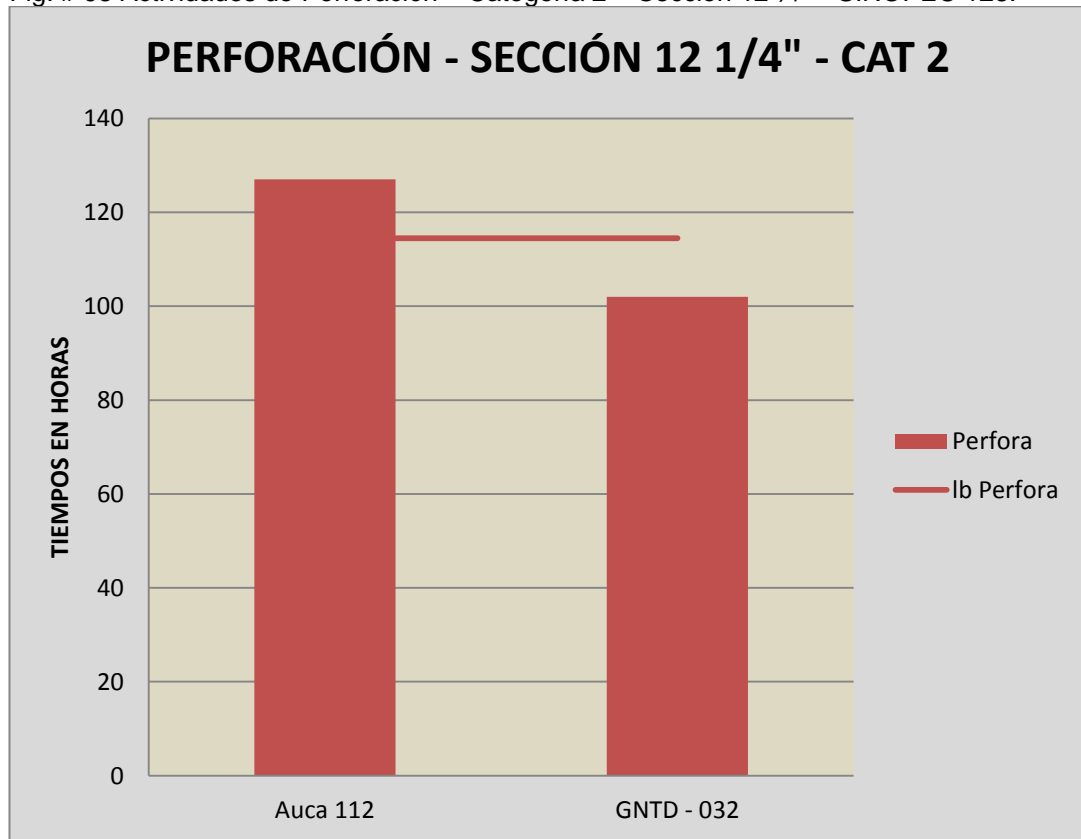
Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

### 5.1.6 Análisis del Taladro SINOPEC 128

El taladro SINOPEC 128 operó en los Campos Auca y Guanta. Allí, realizaron los análisis de las categorías 2 y 4 en la sección 12 ¼” y fueron del tipo “S y J”.

#### 5.1.6.1 Tiempos invisibles de la Categoría 2 en la Sección 12 ¼”

Fig. # 93 Actividades de Perforación – Categoría 2 – Sección 12 ¼” – SINOPEC 128.

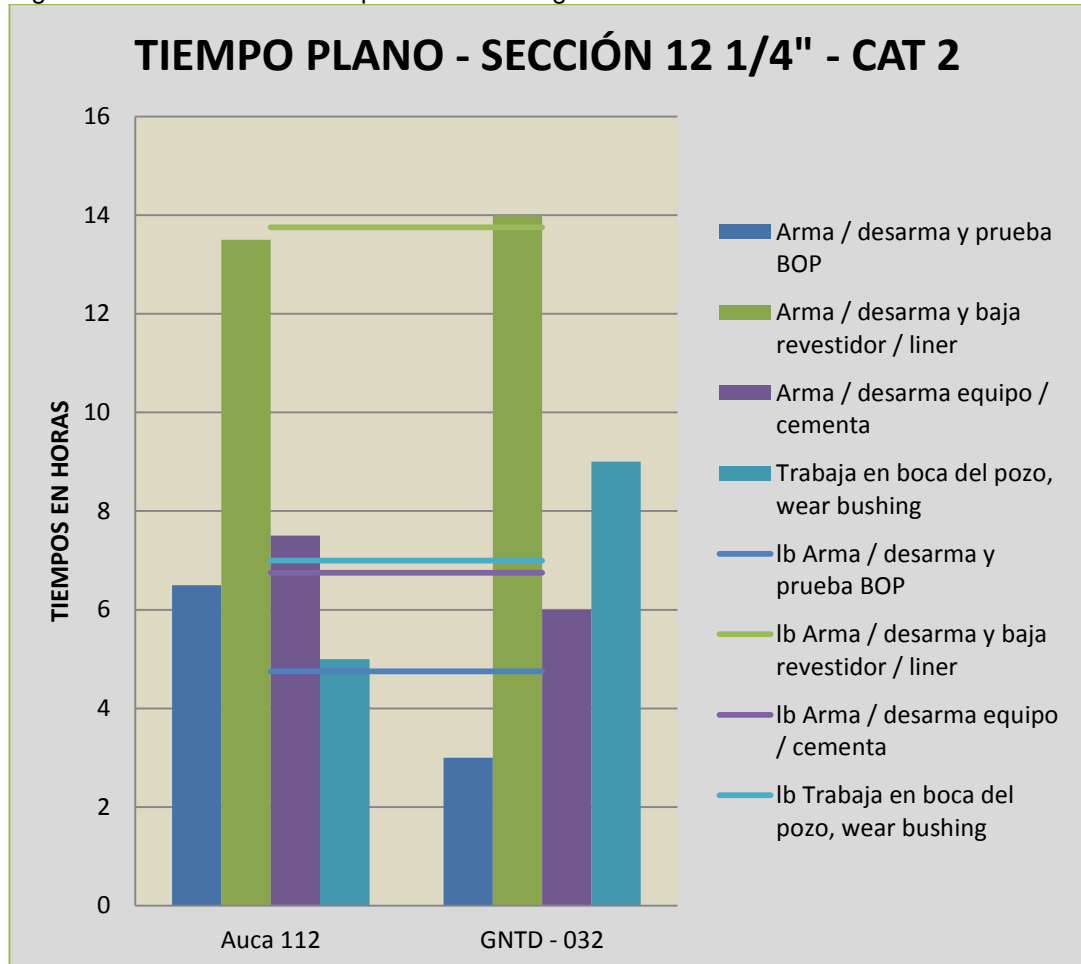


Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

El pozo Auca 112 sobrepasa la línea base. Para observar los pozos que están fuera del rango, el motivo por el cual tuvo más tiempo de perforación fue porque las brocas no permitieron obtener las ROP adecuadas en las formaciones Orteguzaza, Tiyuyacu, Tena y Napo, lo que generó el tiempo adicional. El ROP promedio es de 31.87 pies/h. En cambio, el ROP promedio del pozo Guanta 32 fue de 45.13 pies/h, lo que

indica que el pozo Guanta tiene mejor tiempo de perforación y sus brocas le permitieron obtener las ROP adecuadas (Fig. #93).

Fig. # 94 Actividades de Tiempo Plano – Categoría 2 – Sección 12 1/4" – SINOPEC 128



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
 Elaborado por: Danny Ramírez

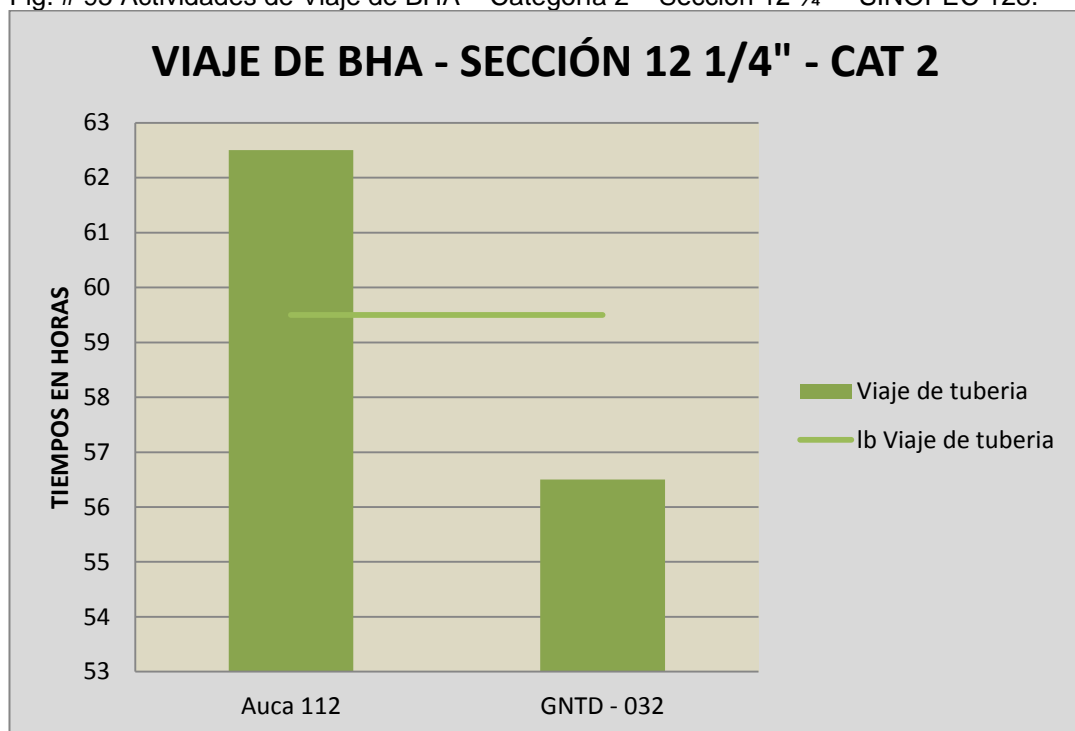
En las operaciones de tiempo plano (Fig. #94). En el armado, desarmado y probado del BOP en el pozo Auca 112, el tiempo en que se realizó la prueba del BOP fue de 4.5 horas, a diferencia del pozo Guanta 32 que lo efectuaron en 3 horas.

En el armado, desarmado y bajado del revestidor en el pozo Guanta 32, se tuvo puntos de apoyos y bajaron con bomba desde 9.609' hasta 9.822'.

En el armado, desarmado y cementado del casing en el pozo Auca 112, el tiempo fue de 1.5 horas, el cual se debió por la retirada de nipples de maniobra y las mezclas de lechadas.

En el trabajo en la boca del pozo Guanta 32, el tiempo de 5 horas se debió a que realizaron el corte del casing, colocación de la sección B y realización de pruebas adecuadas. En cambio, en el pozo Auca 112, realizaron estas actividades en un tiempo de 3 horas.

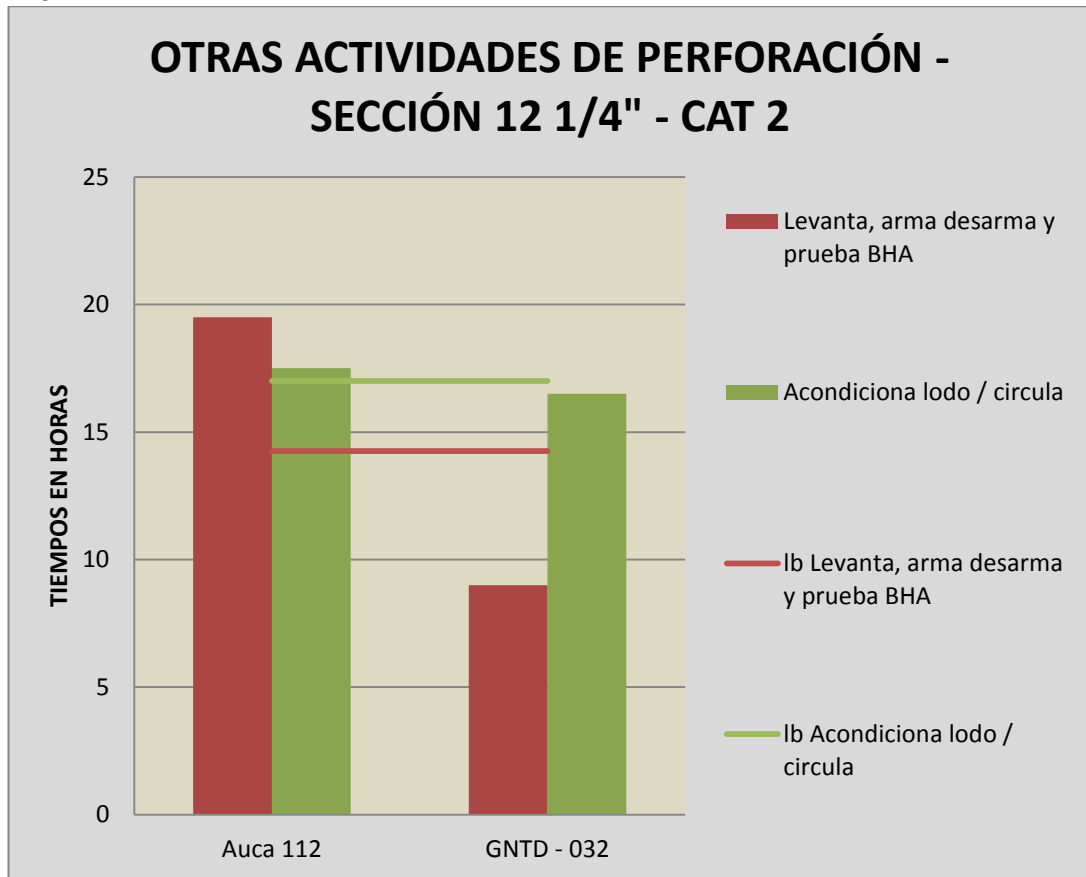
Fig. # 95 Actividades de Viaje de BHA – Categoría 2 – Sección 12 1/4" – SINOPEC 128.



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

En viajes de las tuberías en el pozo Auca 112, los tiempos perdidos están por encima de la línea que se estableció para observar los pozos que están fuera del rango, esto se debió al subir la tubería porque encontraron puntos apretados y bombearon píldoras para sacar el BHA N°5, evitando que se pegue o dañen la herramienta, lo que significó un tiempo entre 7 y 9, 5 horas para estar en superficie y realizar el respectivo cambio del BHA (Fig. #95).

Fig. # 96 Otras Actividades de Perforación – Categoría 2 – Sección 12 1/4" – SINOPEC 128.



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

En otras actividades de perforación (Fig. #96). Al levantar, armar, desarmar y probar el BHA en el pozo Auca 112, los tiempos invisibles están por encima de la línea determinada, esto se produjo al levantar el BHA porque se encontró puntos apretados, lo que generó demora al levantar la tubería y realizar el respectivo cambio de herramientas del BHA.

En el acondicionamiento y circulación del lodo en los pozos, tuvieron tiempos similares, pero, en el pozo Auca 112, el tiempo en que bombearon píldoras fue para levantar la tubería, y el tiempo de circulación fue mayor que en el pozo Guanta 32.

### 5.1.6.2 Tiempos no productivos de la Categoría 2 en la Sección 12 ¼"

Los problemas y recomendaciones de tiempos no productivos (Tabla #45)

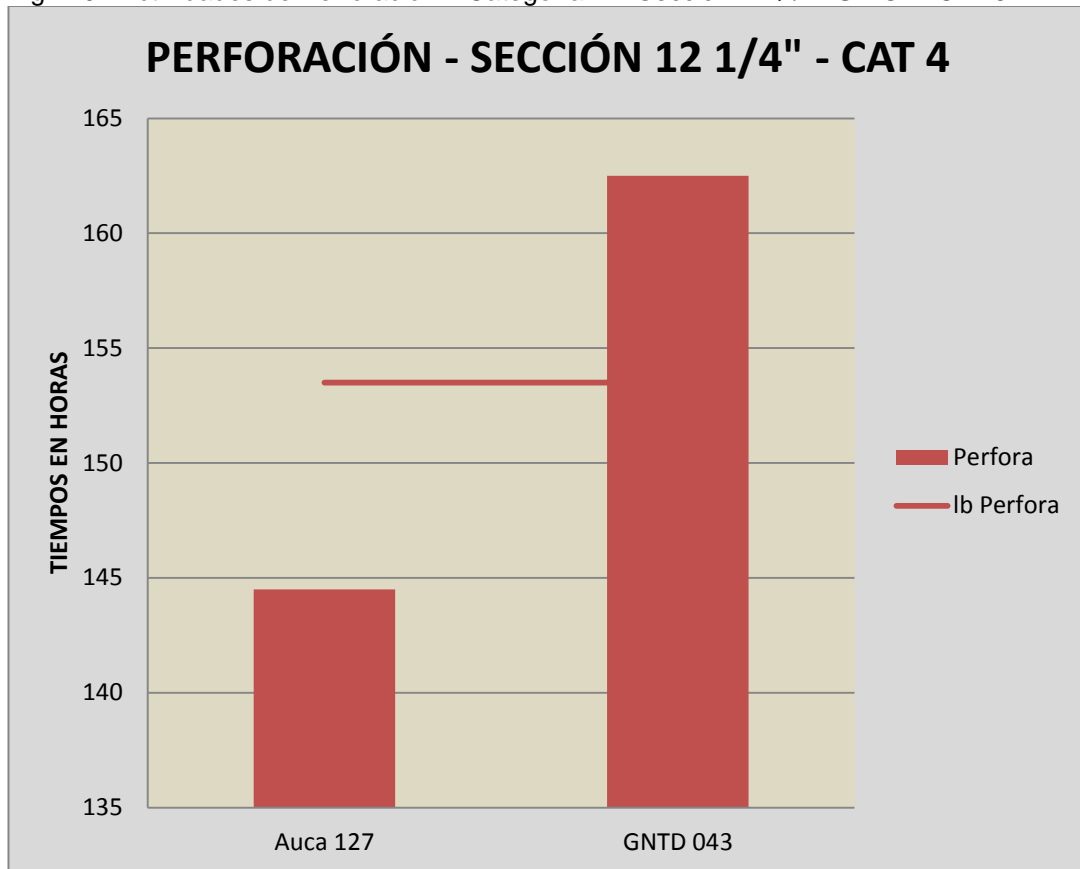
Tabla # 45 Problemas de tiempos no productivos en la categoría 2 de la sección 12 ¼" – Taladro SINOPEC 128.

| POZOS   | PROBLEMAS  | RECOMENDACIONES  |
|---|--|--|
| <p style="text-align: center;"><b>Auca 112</b></p>  | <p>Cambio del sensor de peso debido a la ruptura del diafragma. Cambio de la llave hidráulica por mal estado. Repaso de Agujero por los ripios que se encuentran en el fondo del pozo</p>  | <p>Realizar las pruebas necesarias de todas las herramientas, equipos y verificar el funcionamiento correcto de las mismas previo a ser llevadas al pozo. Rediseñar el fluido de perforación que mejore la limpieza de hoyo.</p>                                       |
| <p style="text-align: center;"><b>Guanta 32</b></p> | <p>Arreglaron manómetros de la consola del perforador y repararon filtros del generador por falta de mantenimiento Washout en tubería por falla mecánica en la sarta de perforación. Debido a este problema, se realiza un nuevo ensamble de fondo del pozo.</p> | <p>Implementar un adecuado programa de mantenimiento de los componentes que se utiliza durante las operaciones de perforación. Realizar las respectivas pruebas del ensamble de fondo del pozo para evitar problemas mecánicos antes del inicio de la perforación.</p> |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
 Elaborado: Danny Ramírez

### 5.1.6.3 Tiempos invisibles de la Categoría 4 en la Sección 12 1/4"

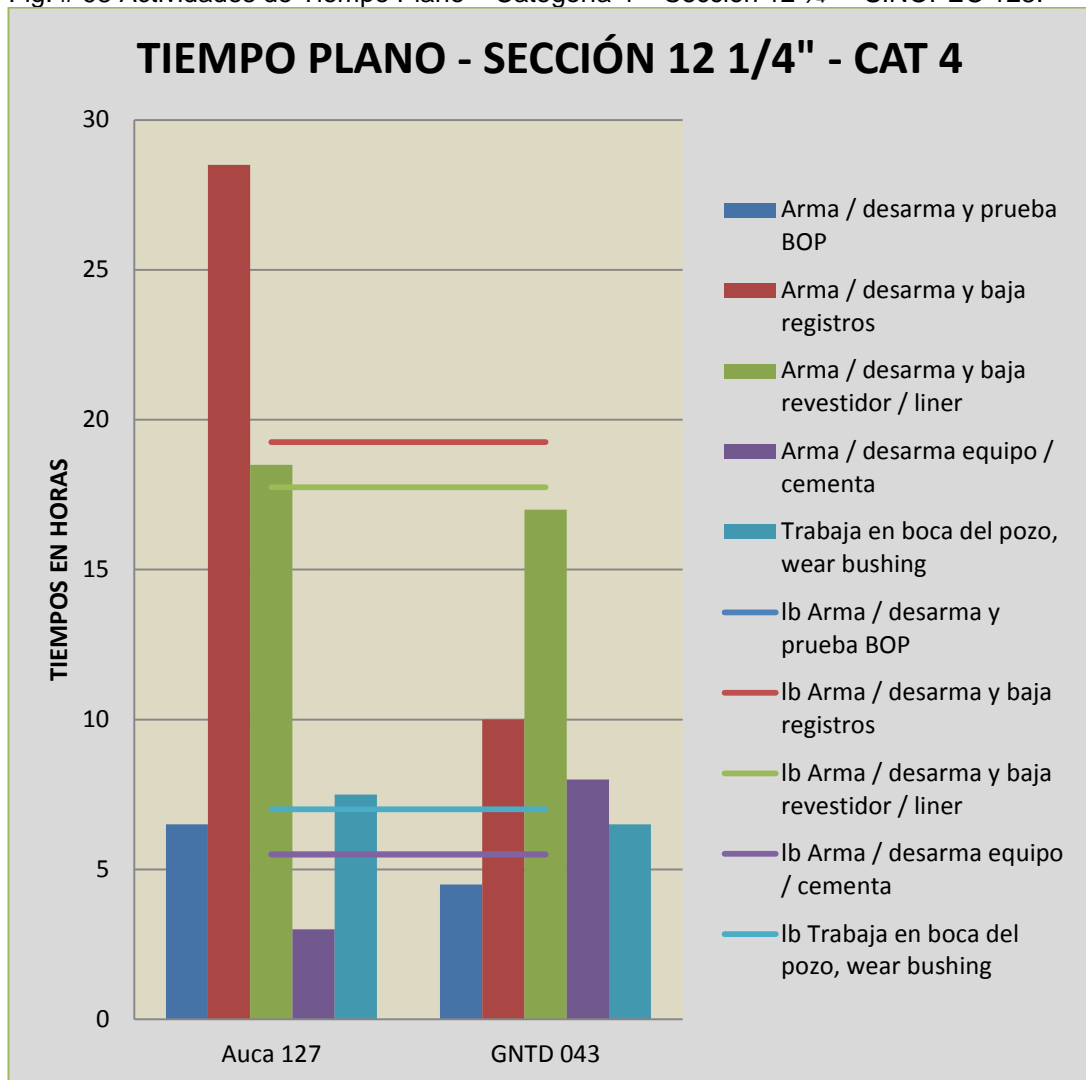
Fig. # 97 Actividades de Perforación – Categoría 4 – Sección 12 1/4" – SINOPEC 128



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

En la perforación del pozo Guanta 43, los tiempos invisibles están por encima de la línea base, esto se debió por la presencia de la formación Basal Tena, que estaba por debajo de la prognosis, por lo cual tomaron más tiempo de lo planificado para el control de parámetros. Con la broca HCD605X, se obtuvo mejor rendimiento al atravesar las formaciones de conglomerados (Tiyuyacu). El ROP promedio fue de 32.40 pies/h, mientras que, en el pozo Auca 127, fue de 32.61 pies/h. El tiempo de exceso es por la formación litológica que no estaba descrita en el plan de perforación (Fig. #97).

Fig. # 98 Actividades de Tiempo Plano – Categoría 4 – Sección 12 1/4" – SINOPEC 128.



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
 Elaborado por: Danny Ramírez

En las operaciones de tiempo plano (Fig. #98). En el armado, desarmado y probado del BOP en el pozo Auca 127, el tiempo invisible se debió a que tomaron más tiempo de lo adecuado en la prueba del BOP.

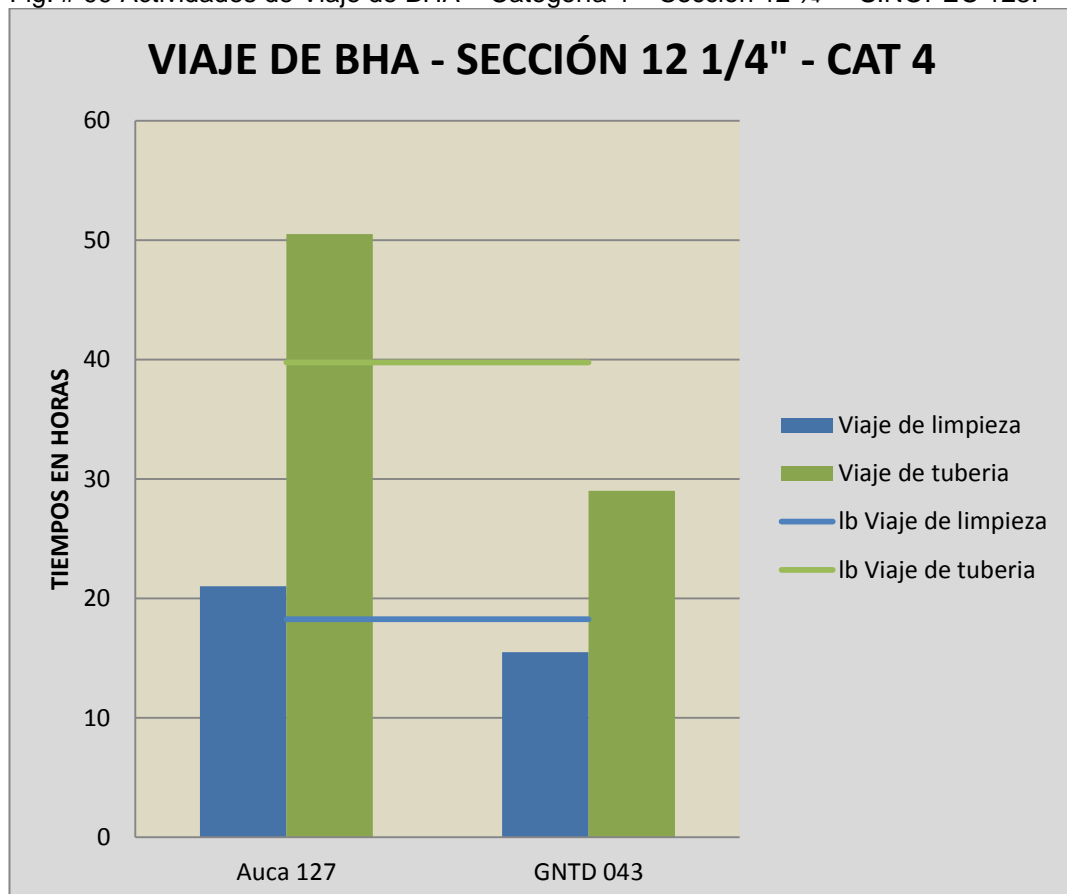
En el armado, desarmado y bajado de registros en el pozo Auca 127, demoraron 9 horas para retirar el ensamble de registros, mientras que, en el pozo Guanta 43, se efectuó en 3 horas.

En el armado, desarmado y bajado del revestidor en el pozo Auca 127, se tomó más tiempo en la bajada del casing, que fue de 15.5 horas, mientras que, en el pozo Guanta 43, se realizó en 13.5 horas, por lo cual está por encima del rango determinado.

En el armado, desarmado y cementado del casing en el pozo Guanta 43, se tomó el tiempo de 4 horas en el proceso de cementación, mientras que, en el pozo Guanta 43, el tiempo fue de 2.5 horas.

En boca del pozo Auca 127, se tomó tiempo en el corte del casing en frío, lo cual fue de 3 horas, mientras que, en el pozo Guanta 43, fue de 2 horas.

Fig. # 99 Actividades de Viaje de BHA – Categoría 4 – Sección 12 1/4" – SINOPEC 128.

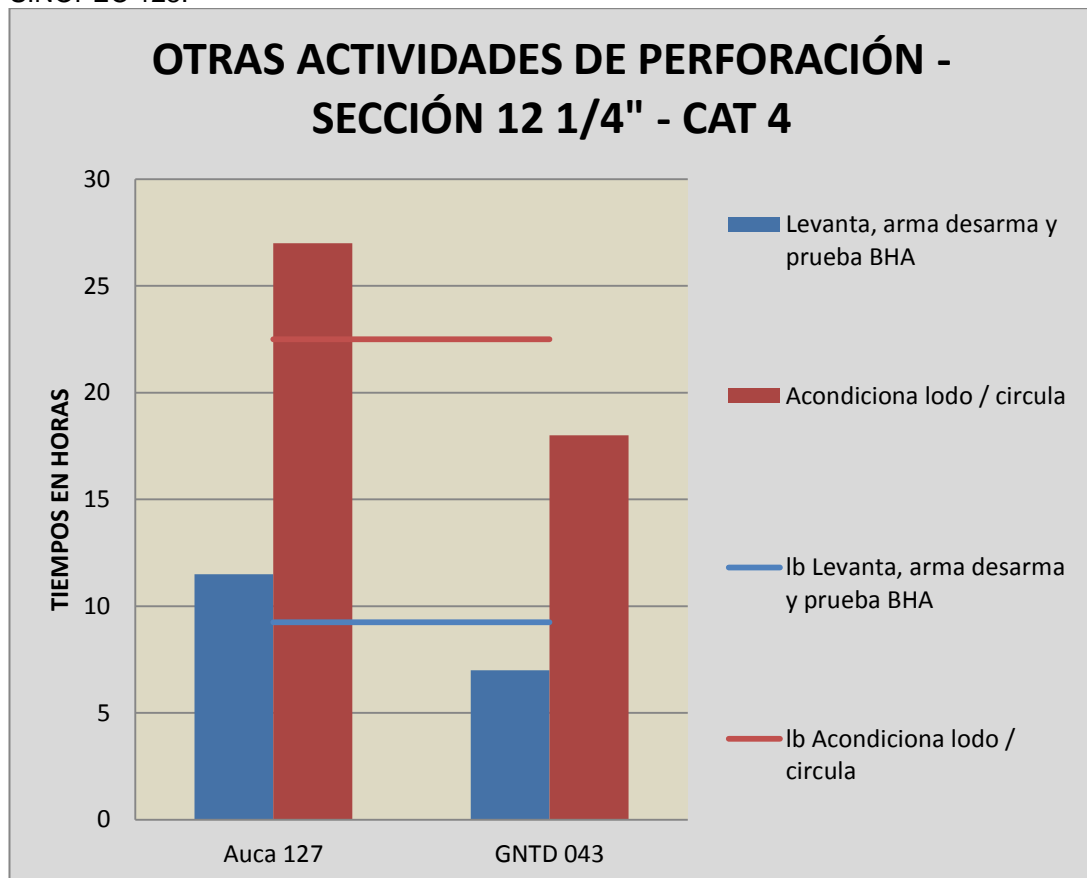


Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

En el viaje de limpieza en el pozo Auca 127, los tiempos invisibles están por encima de la línea base, por causa de que se bajó el BHA de acondicionamiento. En cambio, en el otro pozo, no se realizó.

En el viaje de tubería en el pozo Auca 127, el tiempo en subir y bajar la sarta para realizar cambios de las herramientas del BHA (motor y brocas) que están afectadas, lo hicieron con 4 brocas, mientras que, en el pozo Guanta 43, emplearon 2 brocas (Fig. #99).

Fig. # 100 Otras Actividades de Perforación – Categoría 4 – Sección 12 1/4" – SINOPEC 128.



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

En otras actividades de perforación (Fig. #100). Al levantar, armar, desarmar y probar el BHA en el pozo Auca 127, los tiempos invisibles están por encima de la línea base, se debió al cambio del BHA porque utilizó 4 brocas; lo contrario del pozo Guanta 43, que empleó 2 brocas.

En acondicionamiento y circulación del lodo en el pozo Auca 127, el bombeo de píldoras para retornos a la zaranda lo efectuaron varias veces en un tiempo de 3 horas. En cambio, en el pozo Guanta 43, lo realizaron en un tiempo de 1.5 horas.

#### 5.1.6.4 Tiempos no productivos de la Categoría 4 en la Sección 12 ¼"

Los problemas y recomendaciones de tiempos no productivos (Tabla #46)

Tabla # 46 Problemas de tiempos no productivos en la categoría 4 de la sección 12 ¼" – Taladro SINOPEC 128.

| POZOS     | PROBLEMAS  | RECOMENDACIONES  |
|-----------|--|--|
| AUCA 127  | Repararon manguera hidráulica del Grabber del TDS (Liqueo) Embolamiento de la broca por excesivo peso en la broca (WOB) Fuga en el Niple Campana en mal estado y procedieron a soldar. | Mejorar el sistema de mantenimiento preventivo del Top Drive. Se recomienda bombear píldora desembolante y realizar viajes a superficie para verificar la integridad del ensamblaje.   |
| GUANTA 43 | Viaje de calibración no programado por limpieza en el fondo del pozo. Falla de malacate por el cilindro del freno en mal estado. Falla de bombas por revisión general y reparación.    | Mejorar propiedades del fluido de acuerdo a las formaciones que se están perforando para garantizar la limpieza del hoyo. Implementar un plan de mantenimiento que permita mantener en condiciones óptimas al momento de realizar cualquier trabajo. |

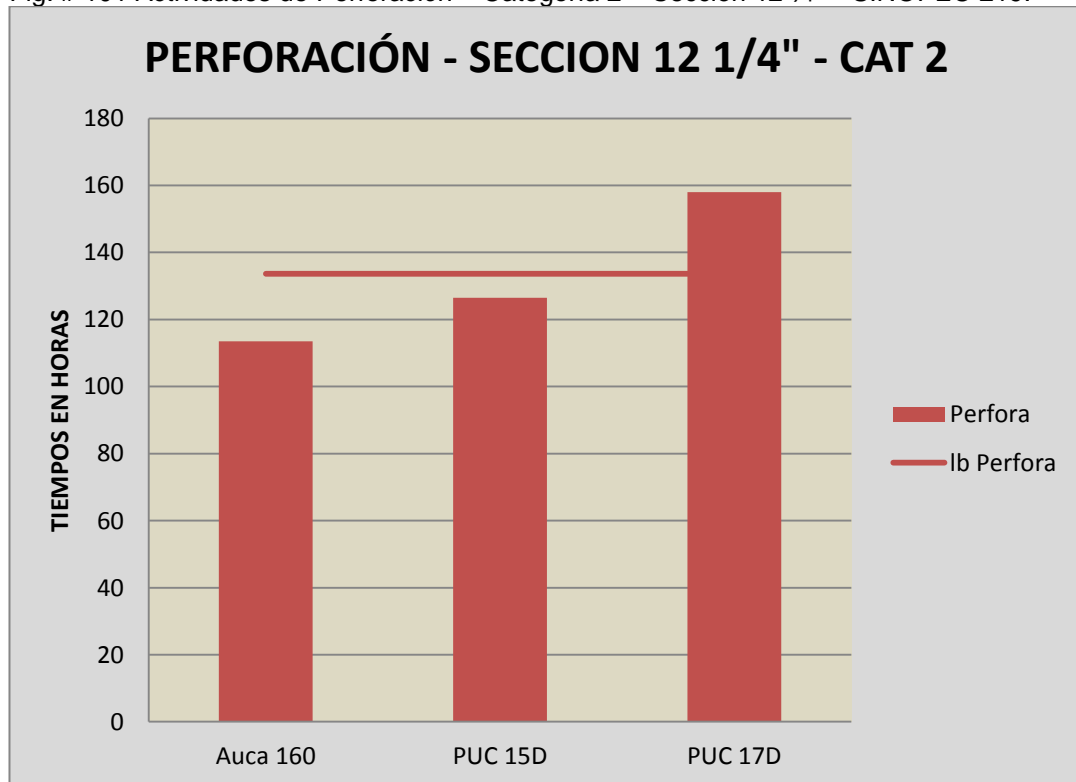
Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado: Danny Ramírez

### 5.1.7 Análisis del Taladro SINOPEC 219

El taladro SINOPEC 219 operó en los Campos Auca y Pucuna. Allí, realizaron el análisis de las categorías 2, 4 y 5 en las secciones de 12 ¼” y fueron del tipo “S y J”.

#### 5.1.7.1 Tiempos invisibles de la Categoría 2 en la Sección 12 ¼”

Fig. # 101 Actividades de Perforación – Categoría 2 – Sección 12 ¼” – SINOPEC 219.



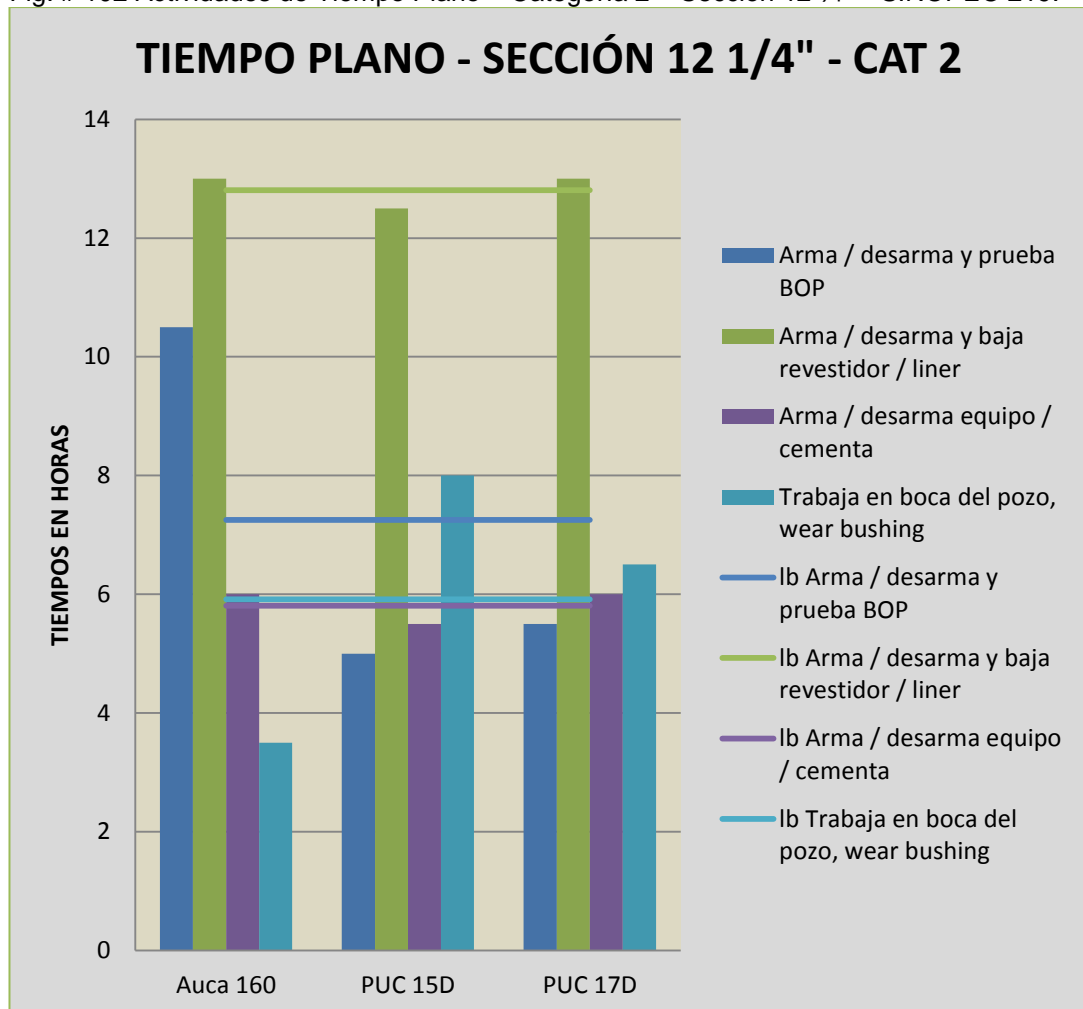
Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

En la perforación del pozo Pucuna 17D, los tiempos invisibles están por encima de la línea base, la cual se estableció para observar los pozos que están fuera del rango.

El pozo Pucuna 17D tuvo problemas con las brocas que se utilizó en la formación de conglomerados de Tiyuyacu, por lo cual hubo daños en las primeras 2 brocas, y, en la tercera broca, se encontró presencia de lutitas

y calizas de la formación Napo, lo que generó tener un menor ROP. Con la tercera broca, el ROP promedio de esta sección fue de 26.78 pies/h, lo cual es menor que en el pozo Pucuna 15D, que fue de 34 pies/h, y del pozo Auca 160, de 41.71 pies/h, es decir, en los demás pozos, sólo emplearon 2 brocas y con mejor ROP que en el pozo Pucuna 17D (Fig. #101).

Fig. # 102 Actividades de Tiempo Plano – Categoría 2 – Sección 12 1/4" – SINOPEC 219.



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
 Elaborado por: Danny Ramírez

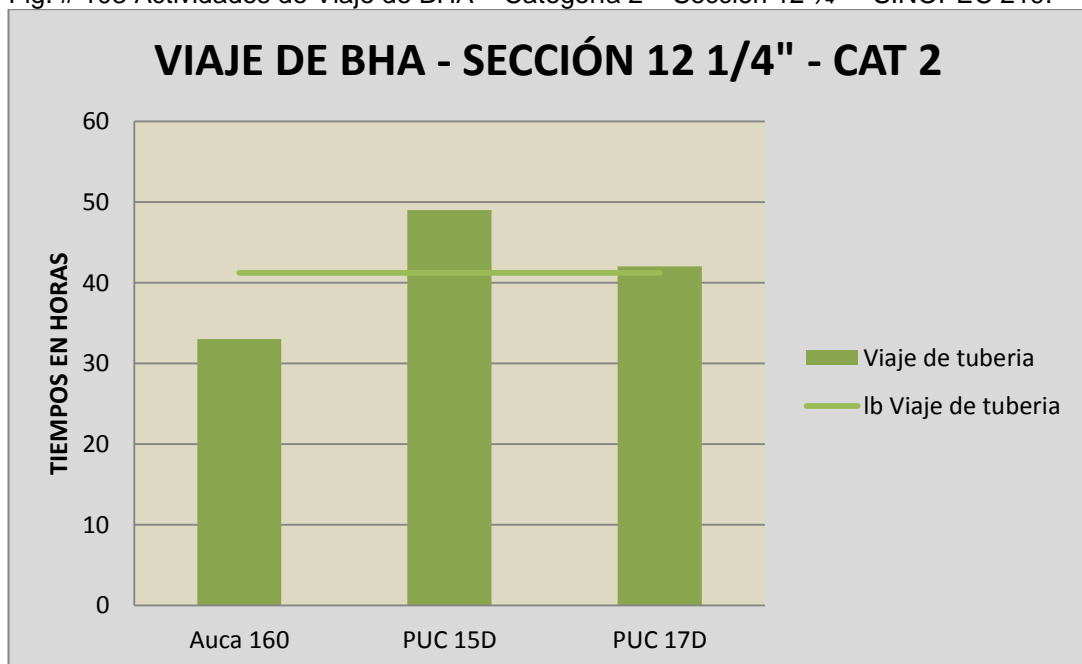
En las operaciones de tiempo plano (Fig. #102). En la actividad de armar, desarmar y probar el BOP en el pozo Auca 160, se debió al tiempo de 5.5 horas en la instalación del BOP, mientras que, en los demás pozos, tuvieron un promedio de instalación de 3 horas.

En la armada, desarmada y bajada del revestidor en los pozos Auca 160 y Pucuna 17D, tuvieron un aumento de tiempo, lo cual se debió a la bajada del casing y armada de equipos para esta actividad.

En la armada, desarmada y cementada del casing en los pozos Auca 160 y Pucuna 17D, tuvieron un tiempo adicional, lo cual correspondió a la cementación del revestidor, que va de 2, 5 a 3 horas.

La demora en los trabajos en la boca de los pozos Pucuna 15D y 17D se debió al tiempo de 2 a 3 horas en el corte del casing para instalar la sección B.

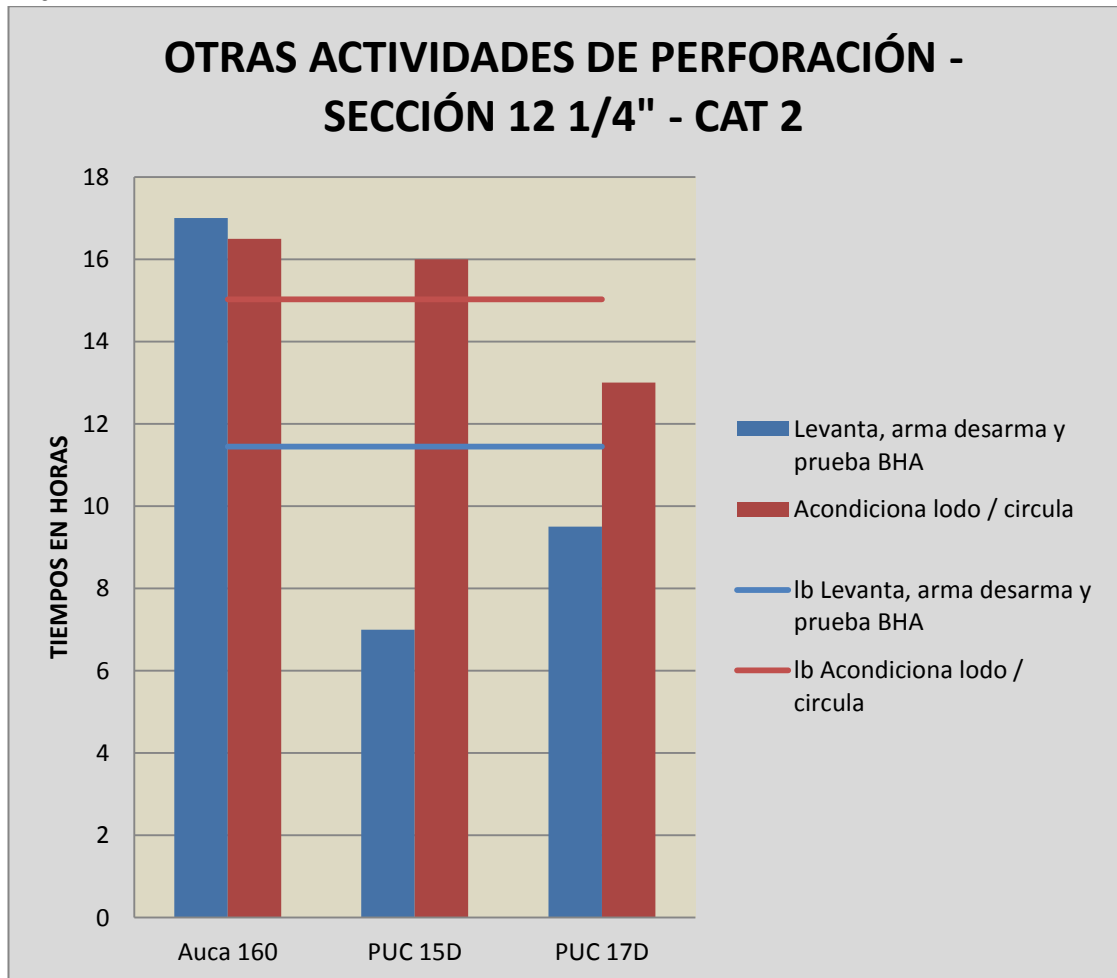
Fig. # 103 Actividades de Viaje de BHA – Categoría 2 – Sección 12 1/4" – SINOPEC 219.



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

En la actividad de viajes de tuberías en los pozos Pucuna 15D y 17D, los tiempos invisibles están fuera del rango establecido, esto se debió a los diferentes tiempos de bajada de tubería, que varió de 6 a 8 horas por motivo de tener puntos apretados (Fig. #103).

Fig. # 104 Otras Actividades de Perforación – Categoría 2 – Sección 12 1/4” – SINOPEC 219.



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

En otras actividades de perforación (Fig. #104). En levantar, armar, desarmar y probar el BHA en el pozo Auca 160, se registró un exceso de tiempo, esto se debió a las 5.5 horas empleadas en armar el BHA. En los demás pozos, el tiempo en que realizaron el armado del BHA fue de 3 horas.

En las actividades de acondicionamiento y circulación del lodo en los pozos Auca 160 y Pucuna 15D, los tiempos invisibles están fuera del rango, lo cual se debió al tiempo de 3 horas en que bombearon píldoras para la limpieza del pozo, y que los recortes se dirijan a la zaranda para continuar con la perforación.

### 5.1.7.2 Tiempos no productivos de la Categoría 2 en la Sección 12 ¼"

Los problemas y recomendaciones de tiempos no productivos (Tabla #47)

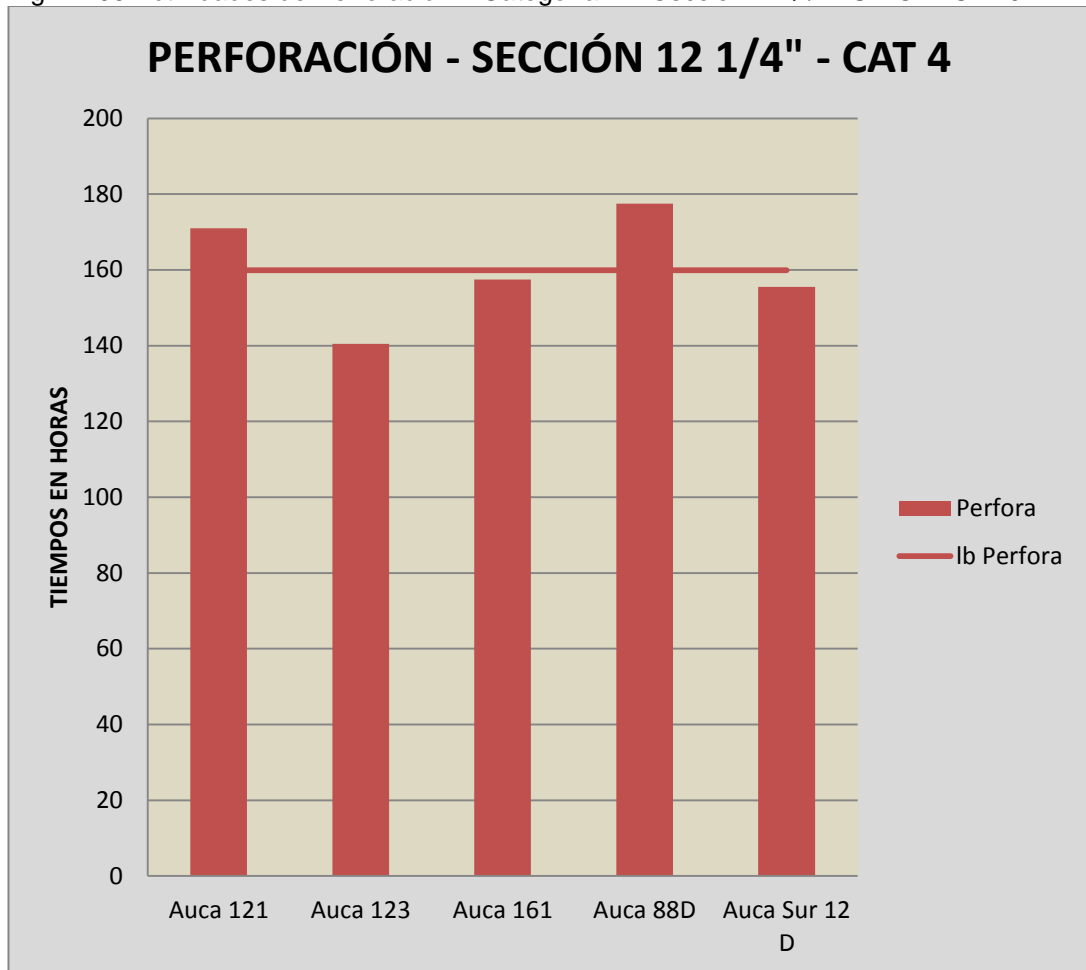
Tabla # 47 Problemas de tiempos no productivos en la categoría 2 de la sección 12 ¼" – Taladro SINOPEC 219.

| POZOS    | PROBLEMAS  | RECOMENDACIONES   |
|----------|--|---|
| AUCA 160 | Intentó tomar registros sin éxito porque se presentó ruido a causa de las bombas, lo que no permitió tomar dichos registros. Puntos apretados en el viaje de calibración en el conglomerado inferior. Falla en la válvula del torque de succión por desgaste de dicha válvula. | Verificar las certificaciones de mantenimiento y realizar un chequeo continuo preventivo de cada componente con el suficiente stock de repuestos. Bombear píldoras con carbonato más sulfatrol durante la perforación antes y después de atravesar la formación de conglomerado inferior. |
| PUC 15D  | Se realizó un viaje corto no planeado por puntos apretados.  | Se recomienda bombear píldoras antes de realizar viajes para evitar problemas de puntos apretados.  |
| PUC 17D  | Se realizó un viaje no programado para acondicionar el hoyo. Se realizó un viaje no planeado por un cambio de broca con el fin de mejorar el avance en el conglomerado superior.   | Se recomienda verificar el plan direccional y la estratigrafía con el fin de seleccionar las herramientas direccionales que mejoren el desempeño de la operación.   |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

### 5.1.7.3 Tiempos invisibles de la Categoría 4 en la Sección 12 1/4"

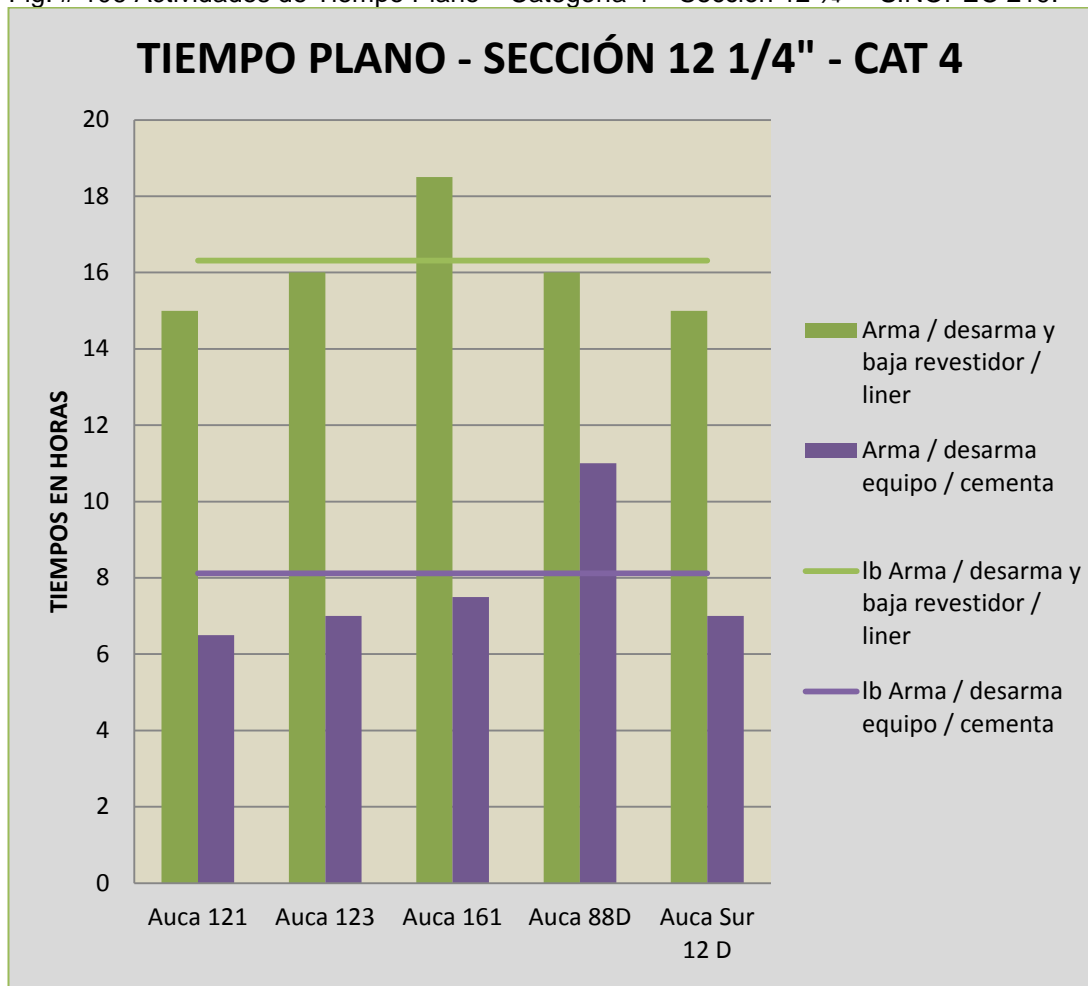
Fig. # 105 Actividades de Perforación – Categoría 4 – Sección 12 1/4" – SINOPEC 219.



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

En la perforación de los pozos Auca 121 y 88D, los tiempos invisibles están por encima de la línea base. En el pozo Auca 121, el exceso de tiempo se produjo en las formaciones Tena y Napo, que tomó 63.17 horas, con un ROP promedio de 24.99 pies/h. En el pozo Auca 88D, se obtuvo un tiempo adicional de 64.85 horas en perforar las formaciones Tena y Napo con un ROP promedio de 64.85 pies/h, mientras que, en los pozos que están dentro del rango, el tiempo de perforación fue menor y con un ROP promedio de 30 a 34 pies/h (Fig. #105).

Fig. # 106 Actividades de Tiempo Plano – Categoría 4 – Sección 12 1/4" – SINOPEC 219.

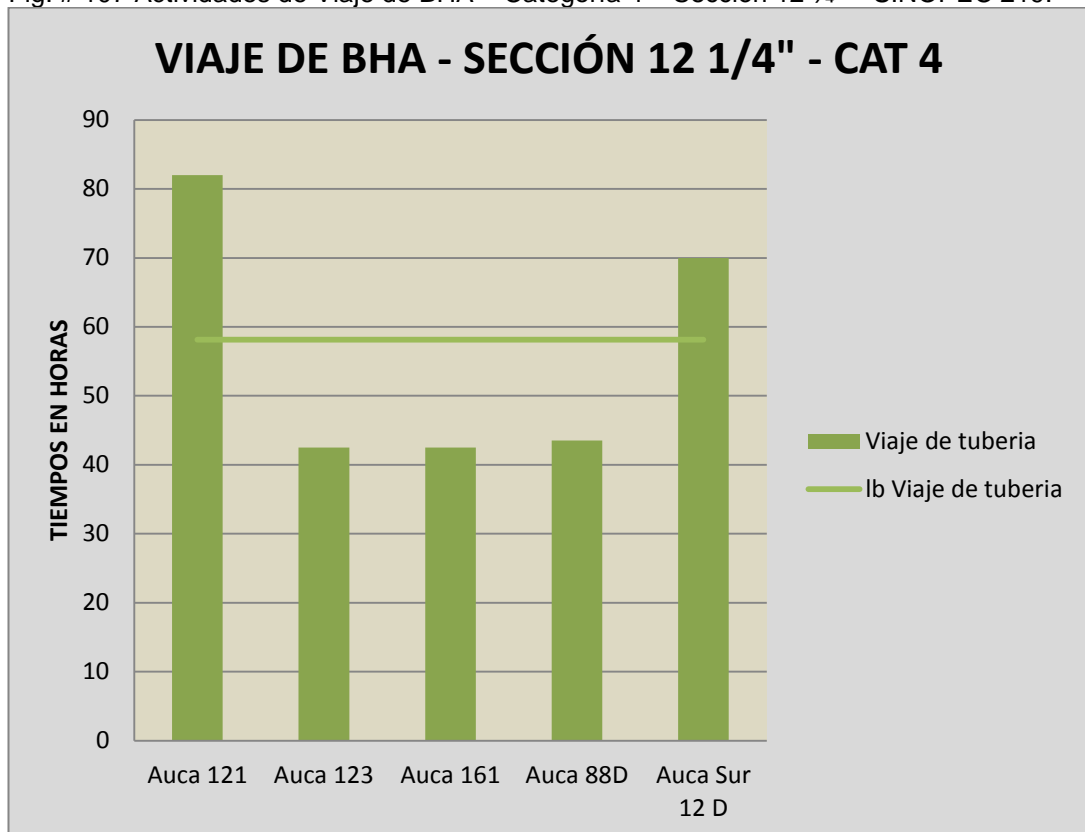


Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
 Elaborado por: Danny Ramírez

En las operaciones de tiempo plano (Fig. #106). En la armada, desarmada y bajada del revestidor en el pozo Auca 161, el tiempo de 15.5 horas tomó la bajada del casing, mientras que, en los pozos que están dentro del rango, lo realizaron en un tiempo promedio de 14 horas.

En el armado, desarmado y cementado del casing en el pozo Auca 88D, la cementación del casing tomó 6.5 horas, mientras que, en los pozos que están sujetos al rango establecido, lo realizaron en un tiempo promedio de 4.5 horas.

Fig. # 107 Actividades de Viaje de BHA – Categoría 4 – Sección 12 1/4" – SINOPEC 219.



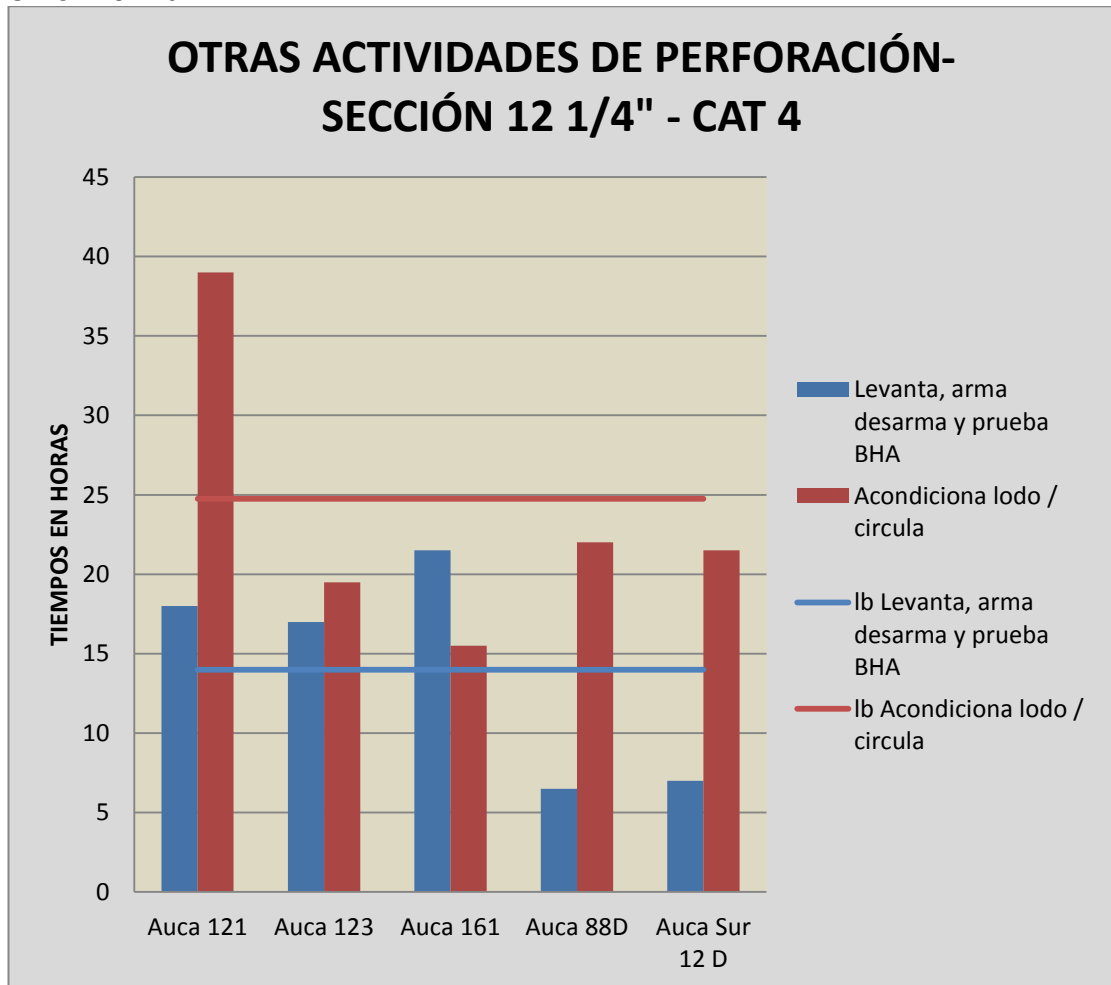
Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

Los viajes de tuberías en los pozos Auca 121 y 12D, los tiempos invisibles están por encima de la línea base que se estableció (Fig. #107).

En el pozo Auca 121, realizaron viaje de tubería por cambio de broca y viajes de control. Al momento de subir la tubería (BHA N°5), se lo efectuó en un tiempo de 8 horas, y la bajada tomó 8,5 horas.

En el pozo Auca Sur 12D, el tiempo adicional se debió al levantar y bajar la tubería por el cambio de broca y los puntos apretados que se dieron al subir la tubería.

Fig. # 108 Otras Actividades de Perforación – Categoría 4 – Sección 12 1/4" – SINOPEC 219.



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
 Elaborado por: Danny Ramírez

En otras actividades de perforación (Fig. #108). En el levantado, armado, desarmado y probado del BHA en el pozo Auca 121, el tiempo invisible se debió a que utilizaron 4 brocas y fue la razón por la cual se tuvo un exceso de tiempo. En el pozo Auca 123, el tiempo en levantar, armar y probar el BHA fue de 6.5 horas, motivo por el cual sobrepasó la línea base. En el pozo Auca 161, registró un tiempo de 2.5 horas en realizar la prueba del BHA.

Las actividades de acondicionamiento y circulación del lodo en el pozo Auca 121 se debieron a las 42 píldoras que bombearon en 39 horas para lograr una adecuada limpieza del hoyo.

### 5.1.7.4 Tiempos no productivos de la Categoría 4 en la Sección 12 ¼"

Los problemas y recomendaciones de tiempos no productivos (Tabla #48)

Tabla # 48 Problemas de tiempos no productivos en la categoría 4 de la sección 12 ¼" – Taladro SINOPEC 219.

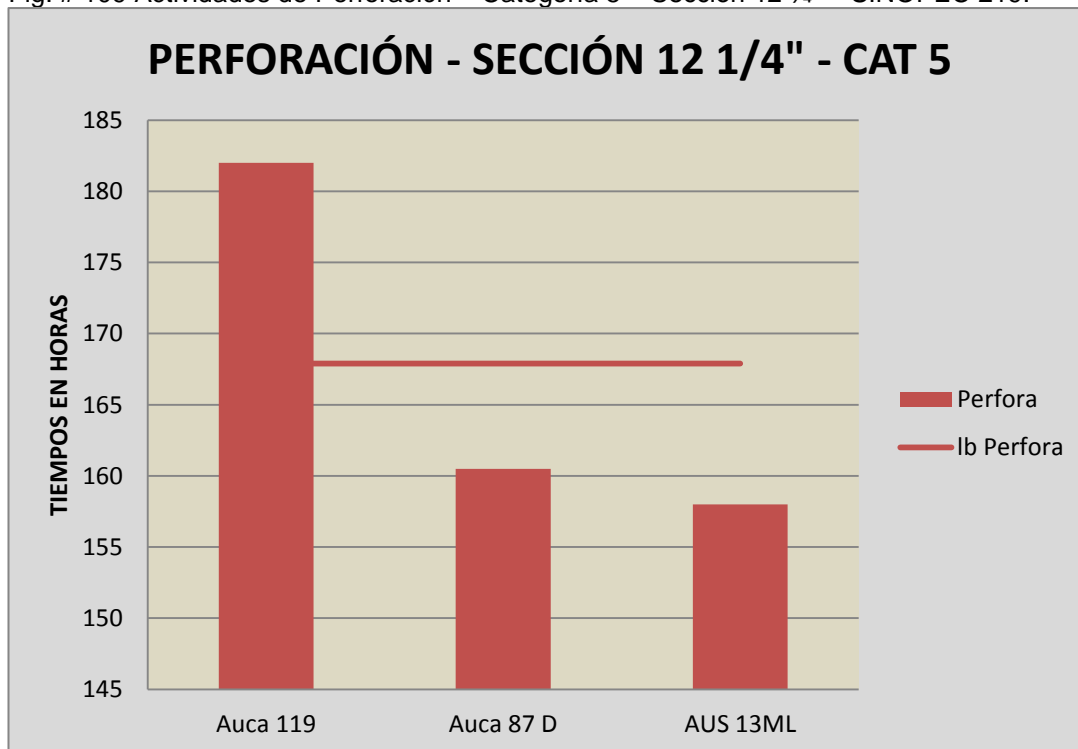
| POZOS  | PROBLEMAS   | RECOMENDACIONES   |
|--|---|---|
| <p style="text-align: center;"><b>AUCA 121</b></p> | <p>Falla de bomba de lodos por cambio de pistones. Bajó BHA direccional #5 rimando de 6500 – 8.924' porque encontraron puntos apretados. Cambio de dirección durante la perforación por las proyecciones, posible salida del target. Se observó caída de presión de 1800 a 1500 PSI por washout en la tubería de perforación.</p> | <p>Realizar mantenimiento preventivo y reemplazo de elementos de mejor calidad. Adecuar el fluido e identificar el BHA con menos puntos de contacto (más flexible), que la configuración del hoyo no sea muy afectada. Cumplir con los programas de inspección, mantenimiento y reparación de las tuberías (DP, HWDP, DC's) de acuerdo a las especificaciones técnicas de las mismas.</p> |
| <p style="text-align: center;"><b>AUCA 123</b></p> | <p>Fallo de las bombas #1 y #3 por empaques y por desgaste de las bombas. Bajó BHA direccional #6 rimando de 6.487-6.864' y 7.350-8.552' por puntos apretados. Trabajó sarta con backreaming en 9.710-7.005' por presencia de puntos apretados durante el viaje de calibración.</p>   | <p>Realizar mantenimiento preventivo y reemplazo de elementos de mejor calidad. Adecuar el fluido e identificar el BHA con menos puntos de contacto (más flexible), que la configuración del hoyo no sea afectada. Mejorar las prácticas operacionales para la limpieza durante la perforación, circulación y viajes de tubería.</p>  |
| <p style="text-align: center;"><b>AUCA 161</b></p> | <p>Probaron herramientas MWD sin éxito por fallas de la herramienta. Bajó BHA direccional #7 rimando desde 6.440' hasta 8.147' por puntos apretados.</p>  | <p>Realizar un adecuado mantenimiento de las herramientas direccionales. Efectuar las respectivas inspecciones o certificaciones de control de calidad de las herramientas a utilizar. Adecuar el fluido de perforación para control</p>  |

|                     |   |   |
|---------------------|---|---|
|                     |   | efectivo de lutitas e hinchamiento de arcillas.   |
| <b>AUCA SUR 12D</b> | Viaje a superficie por incremento de las vibraciones. Falla del MWD. Esperando el fraguado del cemento con el fin de cumplir 36 horas para moler drill out. | Implementar un plan de mantenimiento para las pruebas respectivas de las herramientas que se va a utilizar antes de ser llevadas al pozo. Verificar en un laboratorio las respectivas lechadas de cemento antes de ser utilizadas en el pozo. |

**Fuente:** Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
**Elaborado por:** Danny Ramírez

### 5.1.7.5 Tiempos invisibles de la Categoría 5 en la Sección 12 1/4"

Fig. # 109 Actividades de Perforación – Categoría 5 – Sección 12 1/4" – SINOPEC 219.

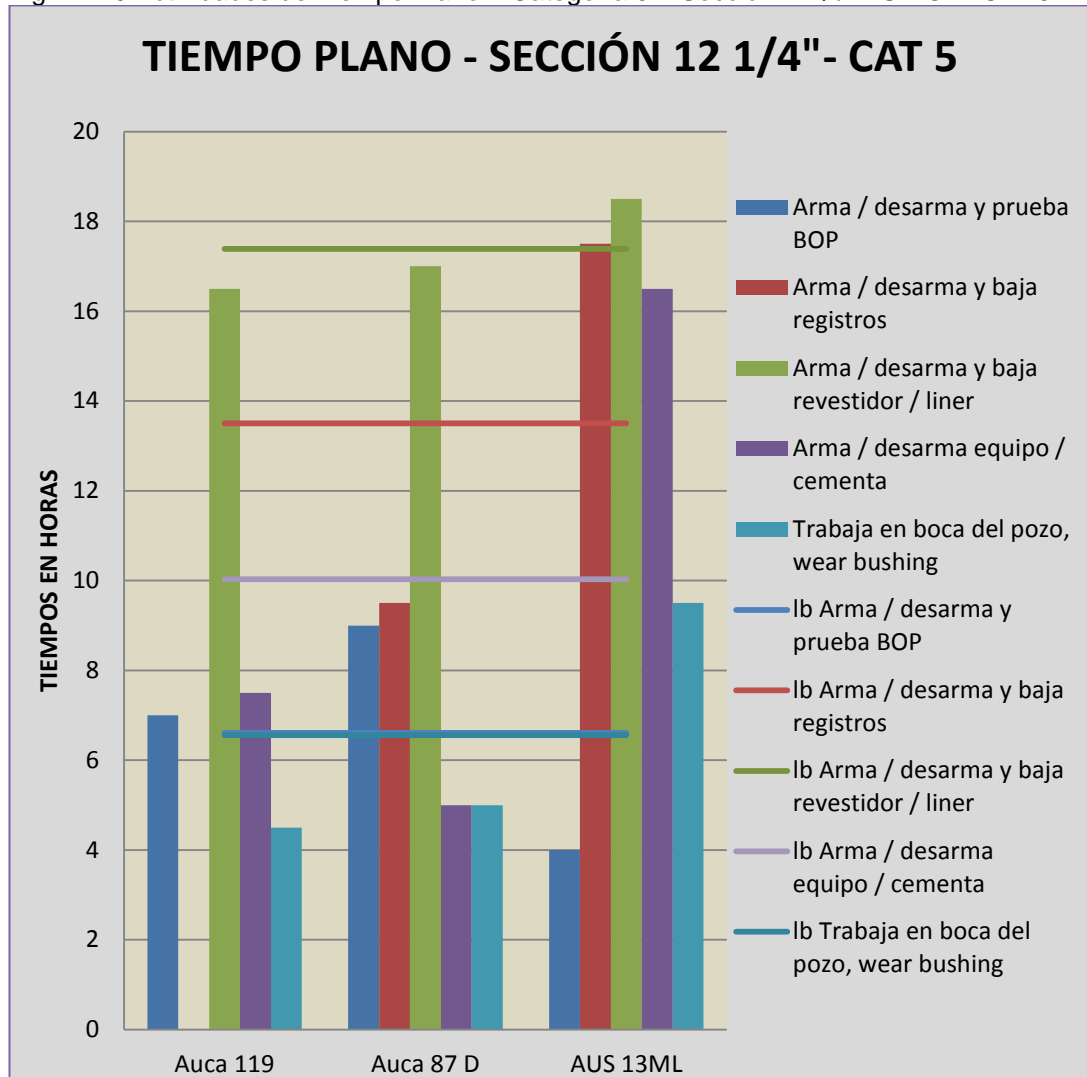


**Fuente:** Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
**Elaborado por:** Danny Ramírez

En la perforación del pozo Auca 119, los tiempos invisibles están por encima de la línea base, esto se debió porque, al atravesar las formaciones de conglomerados superior e inferior de Tiyuyacu, con 99.48

horas y con un ROP promedio de 33.4 pies/h, provocó mayor tiempo de perforación, mientras que, en los pozos Auca 87 y Auca Sur 13ML, tuvieron ROP promedios de 40 a 42 pies/h (Fig. #109).

Fig. # 110 Actividades de Tiempo Plano – Categoría 5 – Sección 12 1/4" – SINOPEC 219.



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
 Elaborado por: Danny Ramírez

En las operaciones de tiempo plano (Fig. 110). En el armado, desarmado y probado del BOP en el pozo Auca 119, los tiempos invisibles están fuera del rango, esto se debió al tiempo de 3 horas en la instalación del BOP y 2 horas en armar el ensamble para prueba del BOP. En el pozo

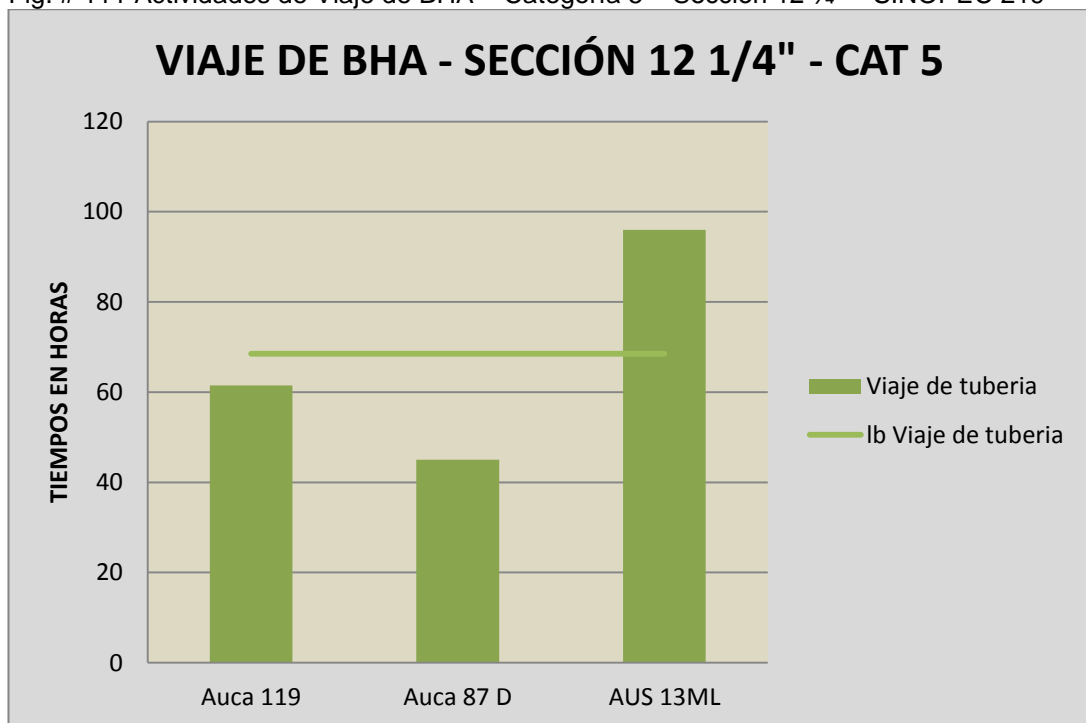
Auca 87D, se debió al tiempo de 4.5 horas en instalar el BOP y 3 horas en armar el ensamble del BOP.

En el armado, desarmado y bajado de registros en el pozo Auca Sur 13, se realizó registro de cementación, lo cual no efectuaron en el pozo Auca 87D. En el armado, desarmado y bajado del casing en el pozo Auca Sur 13 en el tiempo de 17 horas, se efectuó la bajada del revestidor, lo cual, en los demás pozos, tomó 15 horas.

En el armado, desarmado y cementado del casing en el pozo Auca Sur 13ML, el exceso de tiempo se debió a la contaminación del lodo que se desplazó para cementar el revestidor.

En el trabajo en la boca del pozo Auca Sur 13, el tiempo de 4 horas se debió al corte del casing, mientras que, en los demás pozos de esta sección, lo realizaron en 3 horas.

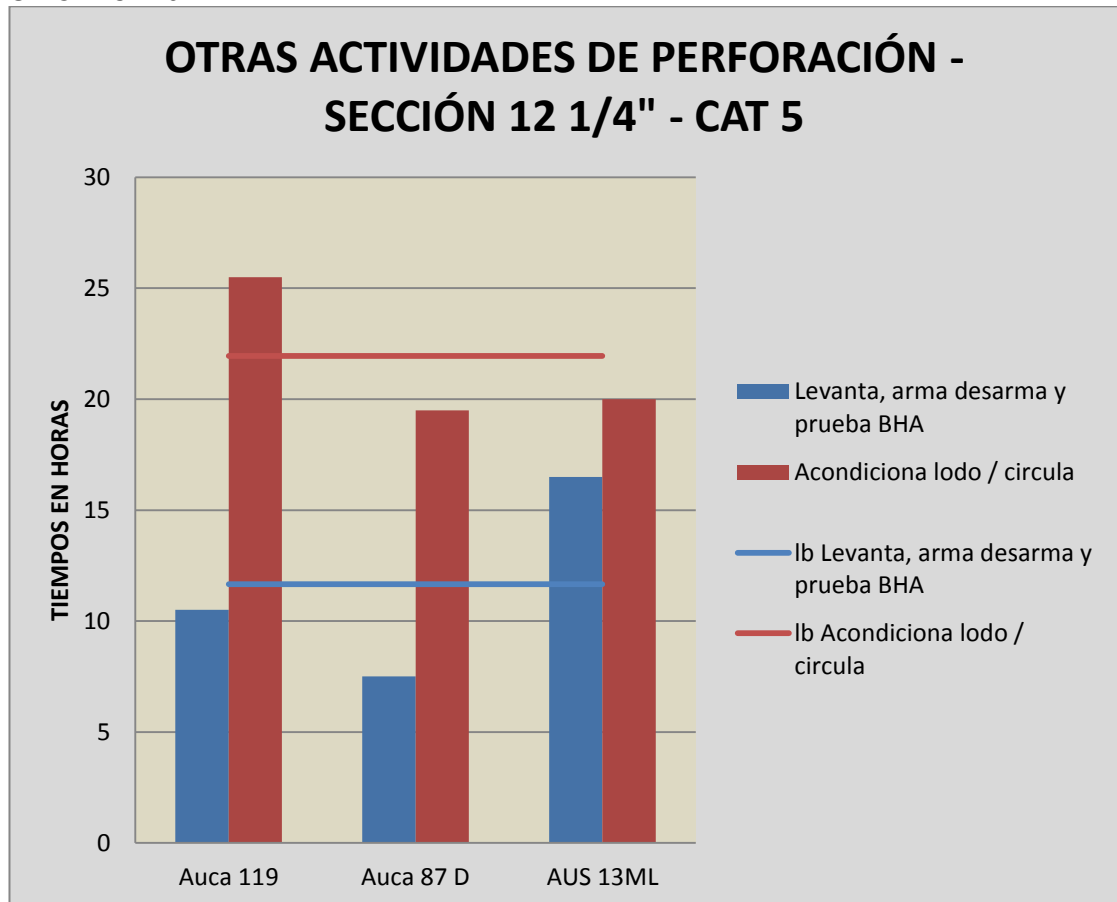
Fig. # 111 Actividades de Viaje de BHA – Categoría 5 – Sección 12 1/4" – SINOPEC 219



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

En viajes de tuberías realizadas en el pozo Auca Sur 13, los tiempos invisibles están por encima de la línea base, lo cual se debió a que hicieron viajes de limpieza y de calibración, provocando mayor tiempo en viajes de tuberías que en los demás pozos (Fig. #111).

Fig. # 112 Otras Actividades de Perforación – Categoría 5 – Sección 12 1/4" – SINOPEC 219



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
 Elaborado por: Danny Ramírez

En otras actividades de perforación (Fig. #112). Al levantar, armar, desarmar y probar el BHA en el pozo Auca Sur 13 ML, por motivo de armar los BHA de limpieza y de calibración, provocó el aumento de tiempo sobre la línea establecida.

En acondicionamiento y circulación del lodo en el pozo Auca 119, la razón por la cual tuvo mayor tiempo en esta actividad es porque bombearon píldoras para sacar los ripios que estaban en el fondo del pozo.

#### 5.1.7.6 Tiempos no productivos de la Categoría 5 en la Sección 12 ¼"

Los problemas y recomendaciones de tiempos no productivos (Tabla #49)

Tabla # 49 Problemas de tiempos no productivos en la categoría 5 de la sección 12 ¼" – Taladro SINOPEC 219.

| POZOS    | PROBLEMAS   | RECOMENDACIONES   |
|----------|---|---|
| AUCA 119 | Realizaron trabajos de Backreaming (10.817' hasta 10.728') (9.546' hasta 9.467'). Cambiaron unidad de potencia hidráulica por inconvenientes durante la corrida de revestidor. Falla Herramientas de Registros Eléctricos.  | Seleccionar las herramientas direccionales de acuerdo al diámetro del pozo en que se va a trabajar. Implementar un adecuado plan de mantenimiento de las herramientas utilizadas antes de ser llevadas al pozo.   |
| AUCA 87D | Viaje no planeado para acondicionar el hoyo después de que realizó registros eléctricos.  | Tomar las respectivas precauciones en el hoyo antes de bajar registros para realizar viaje de acondicionamiento.  |
| AUS 13ML | Efectuaron viaje no planeado a superficie por cambio de broca. Repasaron agujero con sarta para llegar al fondo, pero lo realizaron con nueva sarta. Hicieron un viaje hasta el zapato de 13 3/8" (6.599'), observando restricciones durante las formaciones Napo, Tena, Tiyuyacu; rimando sarta con Bomba y circulación. | Verificar el plan direccional para seleccionar la broca adecuada para la formación a perforar. Tomar en cuenta las formaciones que se atraviesa para seleccionar las herramientas direccionales y acondicionar el hoyo para evitar trabajar con bombas. |

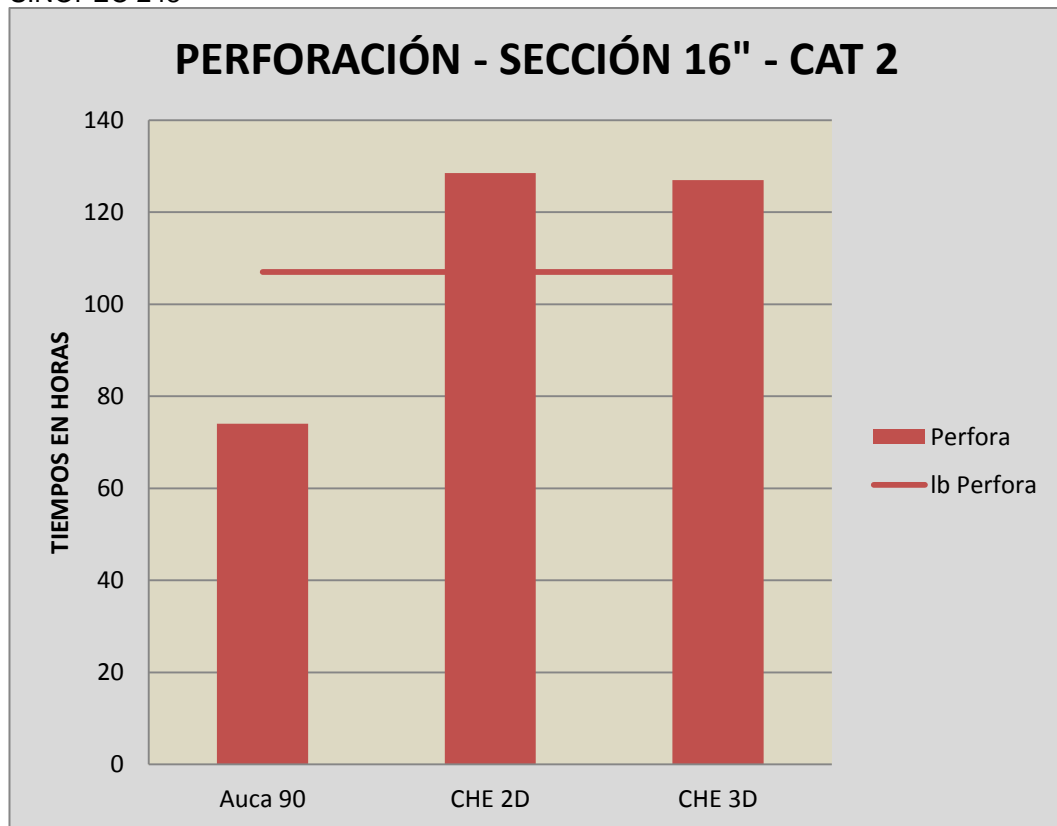
Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

### 5.1.8 Análisis del Taladro SINOPEC 248

Este taladro operó en los Campos Auca y Chonta. Allí, realizaron los análisis de la categoría 2 en la sección 16" y categoría 4 en la sección 12 ¼" y fueron del tipo "S y J".

#### 5.1.8.1 Tiempos invisibles de la Categoría 2 en la Sección 16"

Fig. # 113 Actividades de Perforación – Categoría 2 – Sección 16" – Taladro SINOPEC 248

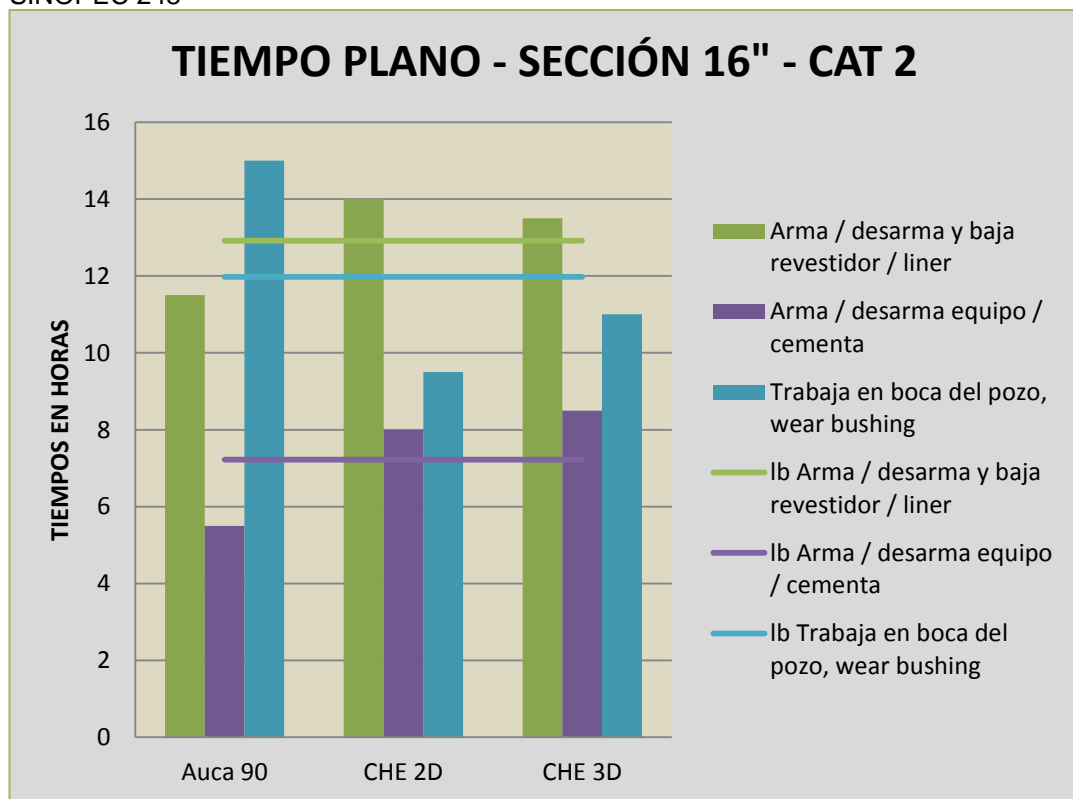


Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

En la perforación de los pozos Chonta 2D y 3D, los tiempos invisibles están por encima de la línea base. El pozo Chonta 2D, al atravesar la formación terciaria indiferenciada con la broca tricónica, perforó 288 pies con un ROP 47.84 pies/h y, al cambiar la broca tricónica con una PDC, el ROP fue de 72.82pies/h. En el pozo Chonta 3D, al atravesar la formación

terciaria indiferenciada con la broca tricónica, se obtuvo un ROP 28.54 pies/h, y, al cambiar la broca tricónica por una PDC, consiguió un ROP 73.17 pies/h. Lo contrario ocurrió con el pozo Auca 90 porque emplearon la broca tricónica con un ROP de 75.44 pies/h, y, al reemplazar la broca, varió el ROP a 108.31 pies/h. Se redujo el tiempo de perforación empleando una broca PDC HCM605; consiguiendo un mejor rendimiento al atravesar la formación antes mencionada (Fig. #113).

Fig. # 114 Actividades de Tiempo Plano – Categoría 2 – Sección 16" – Taladro SINOPEC 248



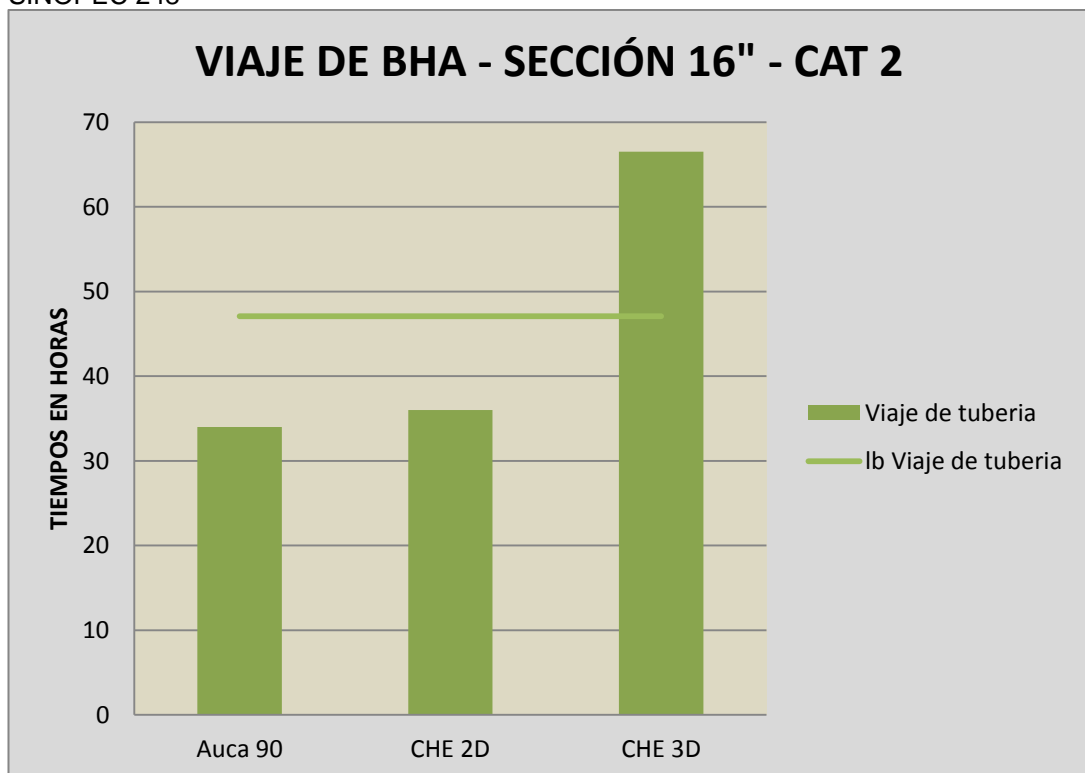
Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
 Elaborado por: Danny Ramírez

En las operaciones de tiempo plano (Fig. 114). Al armar, desarmar y bajar el casing en los pozos Chonta 2D y 3D, el tiempo de bajada del casing lo realizaron en 10 horas, mientras que, en el pozo Auca 90, lo efectuaron en 8 horas.

En los pozos Chonta 2D y 3D, el tiempo invisible fue 4.5 a 5 horas porque hicieron la cementación del casing. En cambio, en el pozo Auca 90 lo efectuaron en 3.5 horas.

En el trabajo en la boca del pozo Auca 90, el tiempo invisible de 4 horas fue por el corte del casing, mientras que, en los pozos que están dentro del rango, lo realizaron en 2.5 horas.

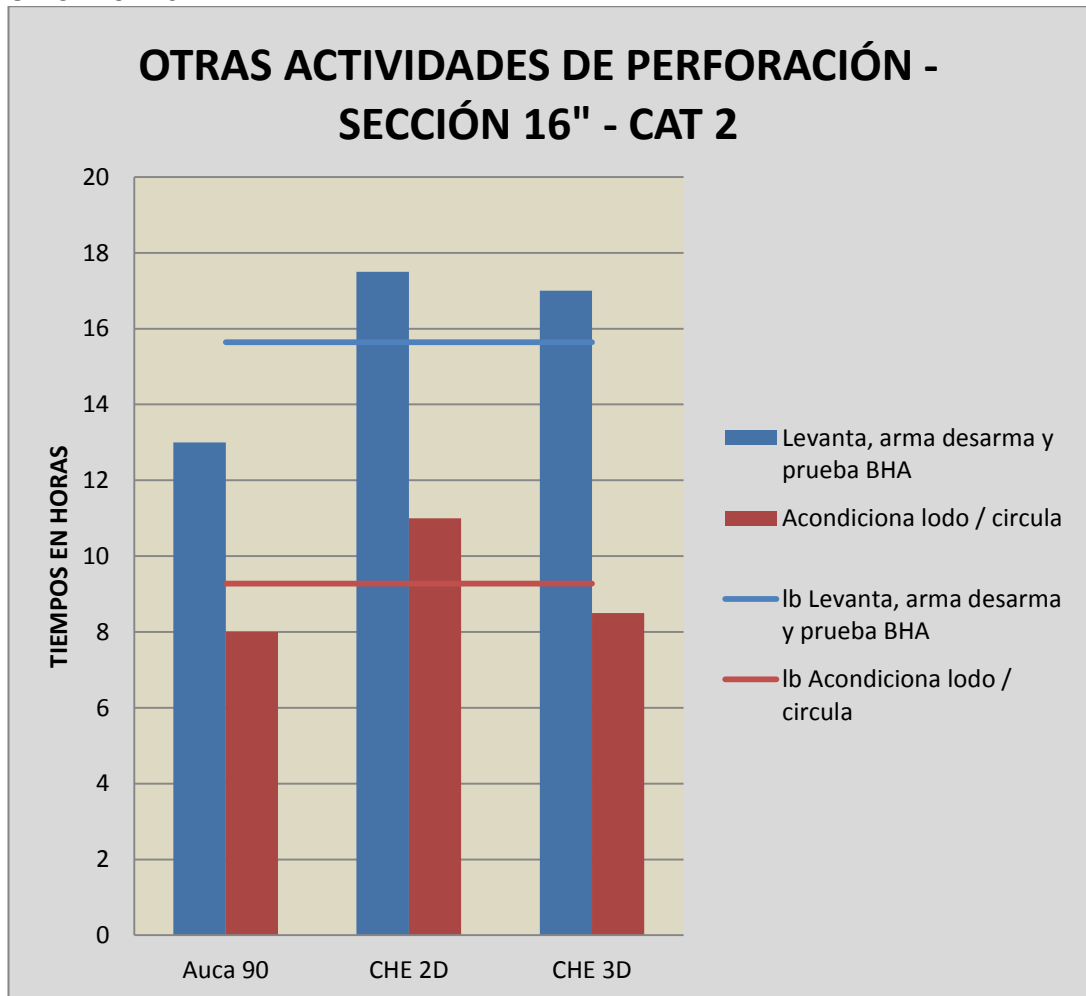
Fig. # 115 Actividades de Viaje de BHA – Categoría 2 – Sección 16" – Taladro SINOPEC 248



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

En viajes de tuberías en el pozo Chonta 3D, los tiempos invisibles están por encima de la línea base. La razón fue el tiempo que tomó la bajada de la tubería, lo cual fue provocada por los puntos de apoyos que encontraron en la bajada del BHA N°6 y por los viajes de acondicionamiento que realizó en este pozo (Fig. #115).

Fig. # 116 Otras Actividades de Perforación – Categoría 2 – Sección 16” – Taladro SINOPEC 248



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

En otras actividades de perforación (Fig. #116). En levantar, armar, desarmar y probar el BHA en los pozos Chonta 2D y 3D, los tiempos invisibles están por encima del rango establecido. El motivo fue porque utilizaron dos veces la misma broca. Por ende, el tiempo en que armaron y probaron el BHA fue 4 horas.

En acondicionamiento y circulación del lodo en el pozo Chonta 2D, bombearon píldoras para circular los ripios hasta la zaranda y esta actividad tomó su tiempo en la limpieza del pozo.

### 5.1.8.2 Tiempos no productivos de la Categoría 2 en la Sección 16"

Los problemas y recomendaciones de tiempos no productivos (Tabla #50)

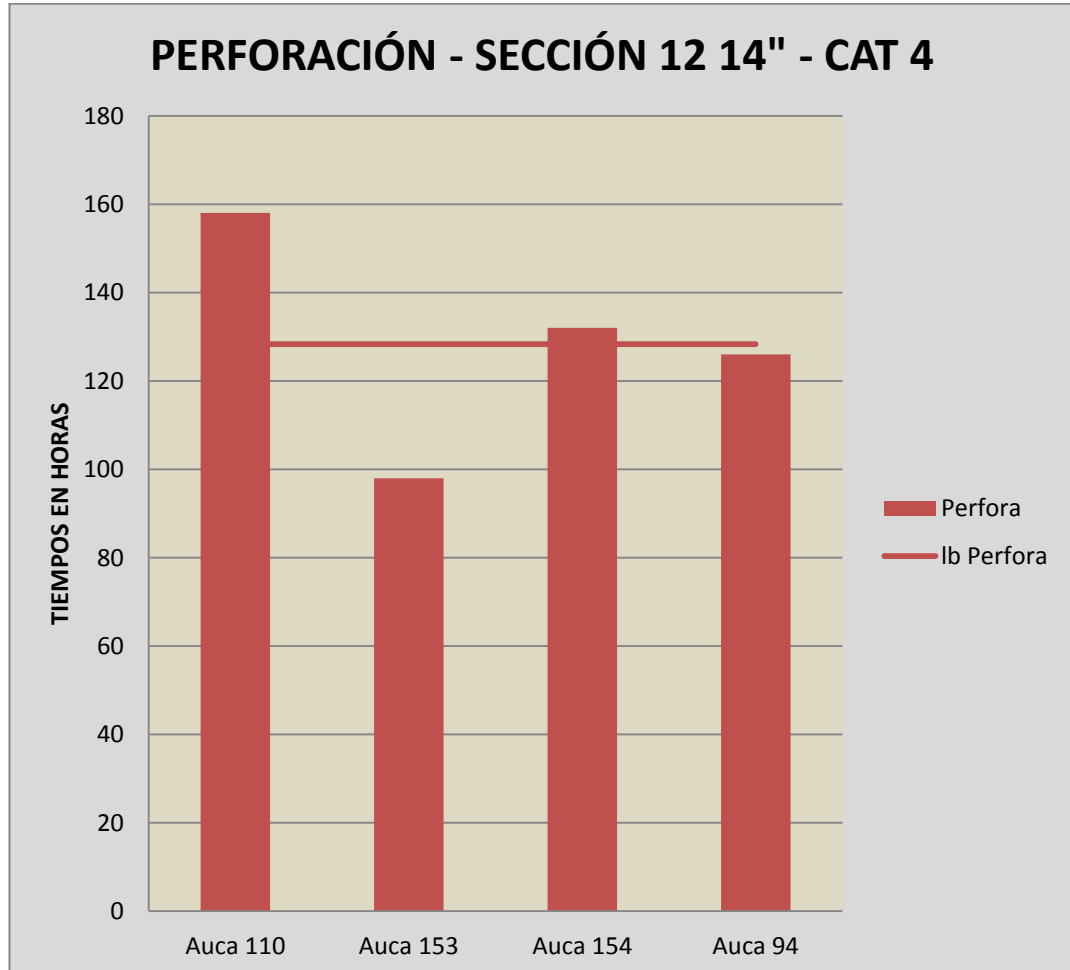
Tabla # 50 Problemas de tiempos no productivos en la categoría 2 de la sección 16" – Taladro SINOPEC 248

| POZOS   | PROBLEMAS   | RECOMENDACIONES  |
|---------|---|--|
| AUCA 90 | Variación de frecuencia por horas de operación. Variación de presión por los pistones en mal estado de las bombas.  | Mantenimiento preventivo. Mantener sólidos de baja gravedad.   |
| CHE 02  | Trabajó en reaming desde 913' hasta 3.930' por presencia de material en el hoyo. Falla en las bombas de lodo #1 y #2 por daño en las bombas. Una junta de drillpipe averiado a 6.523' por alto torque en junta. Se quedó parte del test plug en la sección de 13 3/8" por mala operación. | Refrescar el sistema para mantener las condiciones geológicas. Implementar un adecuado programa de mantenimiento, mantener un stock apropiado de repuestos. Reparar la llave hidráulica y, si continúan los problemas con ésta, se recomienda cambiar llaves. Levantar suavemente el test plug una vez finalizada la prueba. |
| CHE 03  | Liquéo en la conexión del Saber Sub y del gato hidráulico del Top Drive porque están en mal estado. Caída de presión en las bombas a 5.175' por la falta de mantenimiento. Revestidor de 13 3/8" apoyó a 5.048' sin pasar por derrumbes de carbón.  | Mejorar el sistema de mantenimiento preventivo del Top Drive. Implementar un adecuado programa de mantenimiento, mantener un stock apropiado de repuestos. Refrescar un 40% el sistema de fluidos.   |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

### 5.1.8.3 Tiempos invisibles de la Categoría 4 en la Sección 12 ¼"

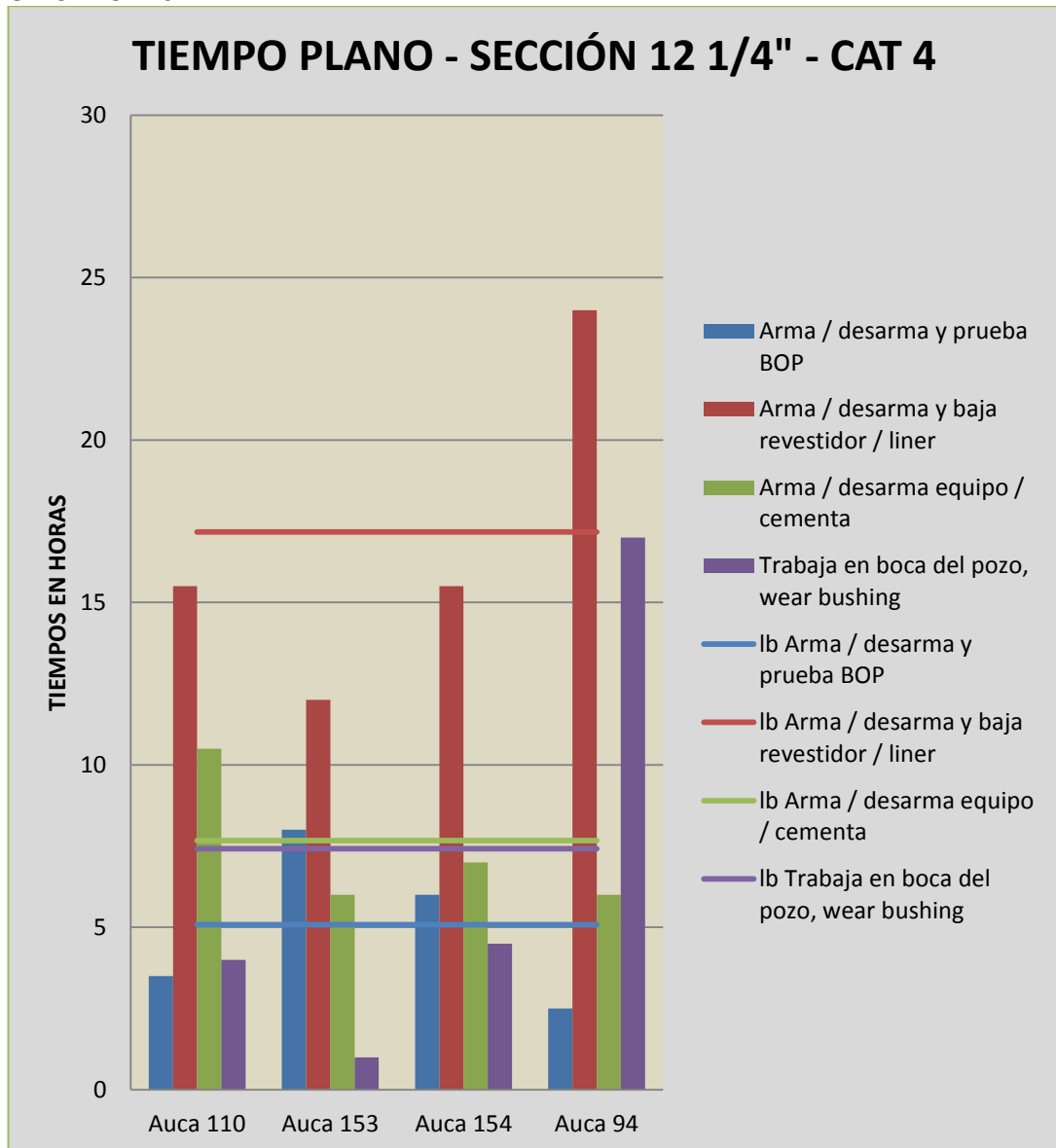
Fig. # 117 Actividades de Perforación – Categoría 4 – Sección 12 ¼" – Taladro SINOPEC 248



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

En la perforación del pozo Auca 110, los tiempos invisibles están por encima de la línea base, al atravesar las formaciones Tena y Napo. El tiempo de perforación es mayor porque produjo un ROP de 22.2 pies/h, lo contrario de los pozos que están dentro del rango que oscila entre 45.99 – 59.34 pies/h, con un menor tiempo de perforación porque se utilizó una broca HCD605Z, que permitió un mejor rendimiento al atravesar las formaciones antes mencionadas (Fig. #117).

Fig. # 118 Actividades de Tiempo Plano – Categoría 4 – Sección 12 1/4" – Taladro SINOPEC 248



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
 Elaborado por: Danny Ramírez

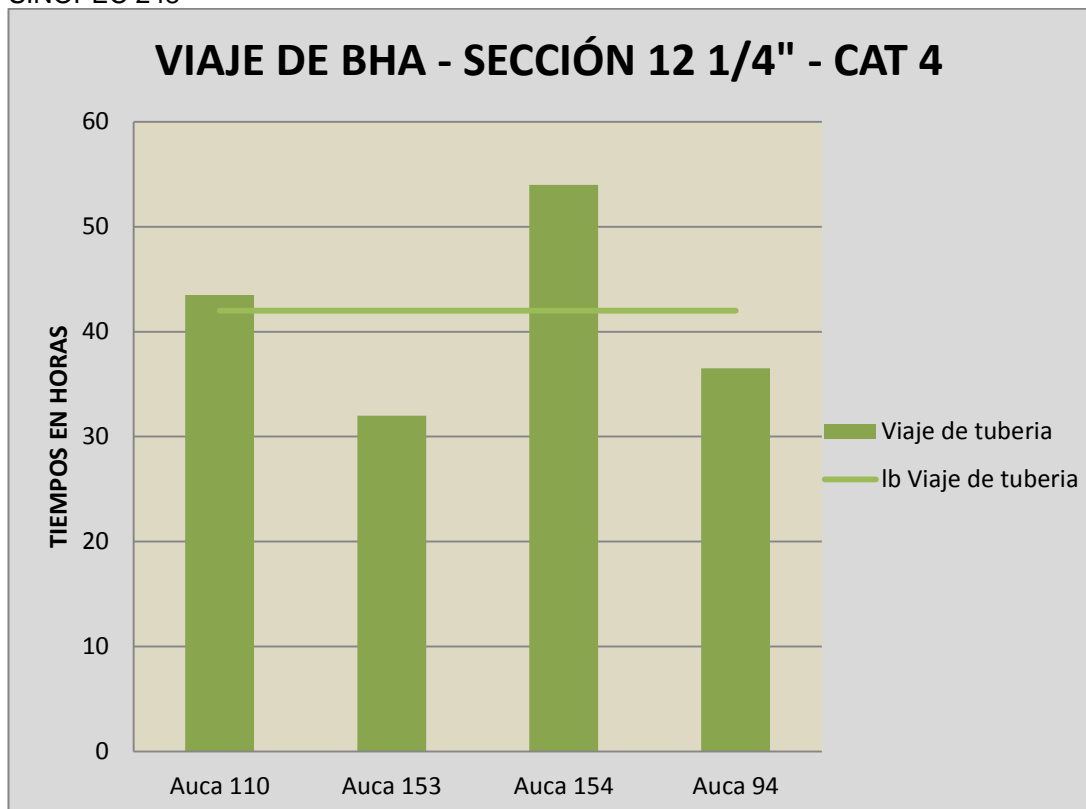
En las operaciones de tiempo plano (Fig. #118). Al armar, desarmar y probar el BOP en los pozos, el tiempo que tomó en instalar y probar el BOP fue 4 horas.

Al armar, desarmar y bajar el revestidor en el pozo Auca 94, el tiempo de 12.5 horas se tomó en la bajada del casing, a diferencia de los otros pozos que están en el rango y que lo realizaron en un tiempo de 9 horas.

El armar, desarmar y cementar el casing en el Auca 110, tomó un tiempo de 6 horas en cementar el casing, lo contrario de los pozos de esta sección, que lo realizaron en un tiempo de 3.5 a 5 horas.

En el trabajo en la boca del pozo Auca 94, el tiempo en cortar el casing e instalar la sección B fue 6 horas.

Fig. # 119 Actividades de Viaje de BHA – Categoría 4 – Sección 12 1/4" – Taladro SINOPEC 248

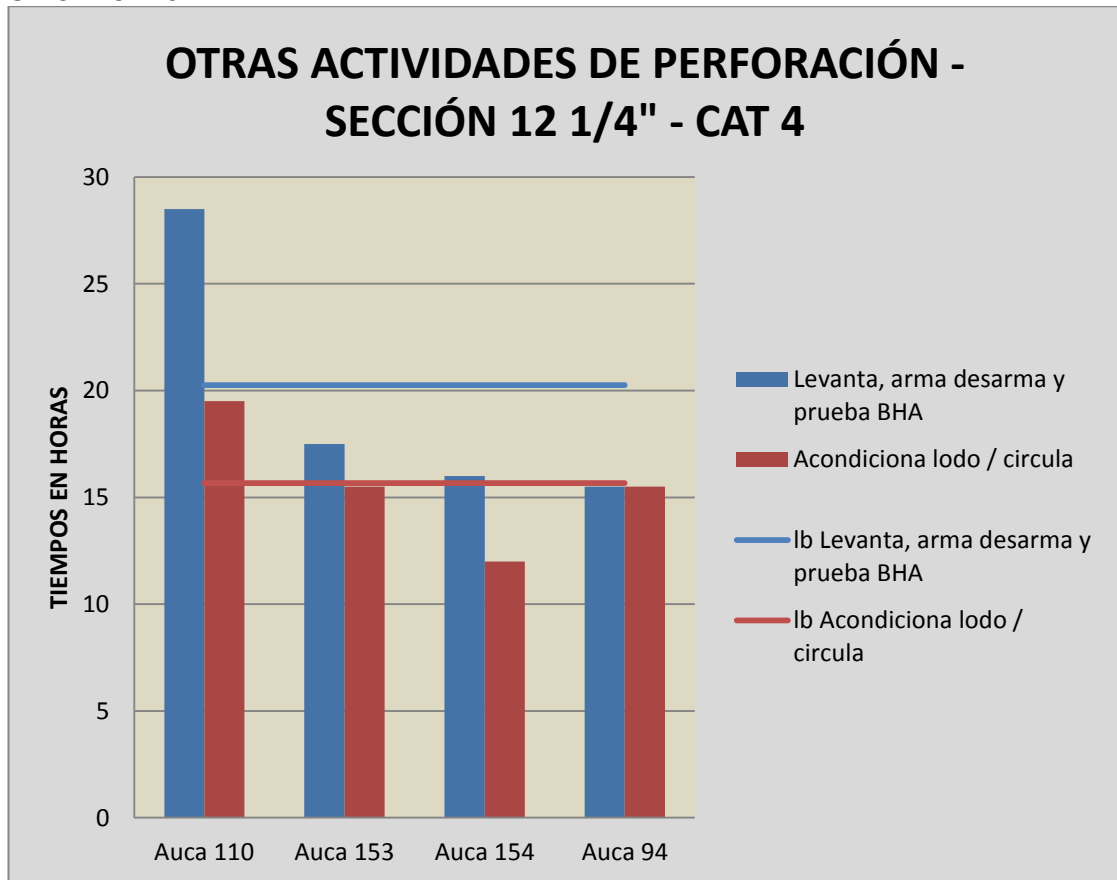


Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
 Elaborado por: Danny Ramírez

En viajes de tuberías en el pozo Auca 110, los tiempos invisibles están por encima de la línea base, realizaron un viaje a superficie por cambio de herramienta del BHA (martillo), y, al momento de bajar la tubería, encontraron puntos de apoyos.

En el pozo Auca 154, encontraron puntos de apoyos, lo que provocó el tiempo excedido en la bajada de la tubería (Fig. #119).

Fig. # 120 Otras Actividades de Perforación – Categoría 4 – Sección 12 1/4” – Taladro SINOPEC 248



Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
 Elaborado por: Danny Ramírez

En otras actividades de perforación (Fig. #120). En levantar, armar, desarmar y probar el BHA en el pozo Auca 110, el tiempo en levantar y armar un BHA lo realizaron en un tiempo de 4.5 horas, lo cual provocó un tiempo mayor que en los demás pozos que están dentro del límite establecido.

En acondicionar y circular lodo en el pozo Auca 110, el tiempo excedido se dio porque bombearon píldoras para evitar los puntos de apoyos.

#### 5.1.8.4 Tiempos no productivos de la Categoría 4 en la Sección 12 ¼"

Los problemas y recomendaciones de tiempos no productivos (Tabla #51)

Tabla # 51 Problemas de tiempos no productivos en la categoría 4 de la sección 12 ¼"– Taladro SINOPEC 248

| POZOS    | PROBLEMAS   | RECOMENDACIONES  |
|----------|---|--|
| AUCA 110 | Rimando desde 7.975' hasta 8.654' porque el hoyo presentó varios puntos apretados. Pérdida de señal de la herramienta MWD por una falla presentada. | Rediseñar fluido de perforación y que mejoren la limpieza del hoyo. Realizar un adecuado mantenimiento de las herramientas direccionales. Realizar las respectivas inspecciones o certificaciones de control de calidad de las herramientas. |
| AUCA 94  | Rimando desde 7.780' hasta 8.853' porque el hoyo presentó varios puntos apretados.  | Mantener el galonaje de acuerdo a las formaciones que se vaya atravesando.   |
| AUCA 153 | Rimando, pega mecánica por los puntos de apoyo. Viaje no programado por cambio de broca.  | Mantener el galonaje de acuerdo a las formaciones que se vaya atravesando. Verificar el plan direccional para seleccionar la broca adecuada para las formaciones que vayan a atravesar.  |
| AUCA 154 | Efectuaron viajes no planeados por puntos apretados y acondicionamiento del hoyo.   | Se recomienda bombear píldoras antes de realizar viajes para evitar problemas de puntos apretados.   |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes

Elaborado: Danny Ramírez

La información recolectada de los pozos de Enero 2012 hasta Septiembre del 2013; donde se realizó una tabla dinámica donde se encuentran cada uno de los pozos con sus respectivas:

- Secciones
- Campo
- Taladro
- Categoría

En cada uno de los ítems mencionados, se separaron los diferentes tiempos por varios procedimientos y por ende, se graficó los porcentajes y costos de tiempos productivos, invisibles y no productivos.

Para el respectivo análisis se estableció realizarlo por taladro, la cual se puede tener una mejor visualización para detallar los tiempos invisibles y no productivos.

En la sección de mayor problema fue en la de intermedia (12 ¼”), y por ende, las recomendaciones que se detallan en el capítulo VI mejoran cada una de las actividades que se lleva a cabo en el proceso de perforación.

Con el estudio de optimización de las prácticas operacionales en el oriente ecuatoriano, se optimizó un 20% en las operaciones tales como:

- Perforación
- Tiempo plano
- Viajes de BHA o sarta de perforación
- Otras actividades de perforación

Con el mejoramiento de las operaciones se logró ahorros tanto en tiempos como en costos.

## CAPÍTULO VI

### 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 CONCLUSIONES

- La sección que registró mayores problemas fue la 12 ¼", conformada por las formaciones Tiyuyacu, Tena y Napo, en especial, la primera, donde las ROP fueron bajas con respecto a las diferentes brocas empleadas (HCD605X).
- En lo referente al tiempo plano, las actividades que demandaron mayor tiempo fueron: instalación del preventor de reventones (mayores a 3 horas), tomas de registros eléctricos (mayores a 3 horas) y cementación del casing (mayores a 2.5 horas).
- En las operaciones de viajes del BHA o sarta de perforación se determinó que los puntos de apoyos y apretados se dieron por cambios de la configuración del ensamble del fondo.
- En la perforación, las operaciones que demandaron mayor tiempo en cada una de las secciones fueron el armado del ensamble del fondo del pozo (mayores a 3 horas) y en el acondicionamiento del lodo.
- Los tiempos considerados no productivos fueron causado por: las herramientas del ensamble de fondo, bombas, acondicionamiento del hoyo y los equipos del taladro.

## 6.2 RECOMENDACIONES

- Utilizar broca de tipo TD605X para las formaciones de conglomerados como la de Tiyuyacu. La broca tipo TD605SX se recomienda para las formaciones como Tena y Napo porque estas herramientas permiten obtener un mejor rendimiento en las actividades de perforación (mejoras del 20% en tiempos invisibles).
- Ejecutar procedimientos para evitar problemas en la instalación del BOP y bajada del casing. Emplear lechada clase Duraset para optimizar el tiempo de fraguado y facilitar la toma de registros (mejoras del 20% en tiempos invisibles).
- Utilizar ensamble del fondo del pozo (BHA) para que conserve similar geometría a lo largo de la sección perforada, y mantener un hoyo adecuado y evitar rimados excesivos por cambio de configuración. Utilizar inhibidores para evitar el hinchamiento e hidratación de las arcillas (mejoras del 20% en tiempos invisibles).
- Bombear píldoras necesarias (dispersas, pesadas y / o viscosas). para que la circulación del fluido sea homogéneo. Revisar y notificar al personal el BHA definido a bajar en cada sección para la limpieza del hoyo (mejoras del 20% en tiempos invisibles).
- Verificar en superficie las pruebas de funcionamiento necesarias en las herramientas y equipos previos a ser introducida al pozo. Implementar un adecuado programa de mantenimiento y un stock apropiado de repuestos de las herramientas requeridas en las operaciones de perforación (mejoras del 20% en tiempos no productivos).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agila, C.A., Espinosa, C.I. (2012), *Estudio Técnico - Económico para incrementar la producción de petróleo en el Campo Pucuna operado por EP Petroecuador*, Tesis de Ingeniero en petróleos, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
- Baby, P., Rivadeneira, M., Barragán, R. (2004), *La Cuenca Oriente: Geología y Petróleo*, Colección Travaux de l'Institut Français d'Études Andines.
- Bonilla, K., (2006), *Conociendo el mundo petrolero*, Estado de Terranova, Canadá: Holguín.
- Brito, L.A., Cevallos, E.S. (2012), *Estudio de factibilidad para el aprovechamiento del gas producido en el campo Sacha para la sustitución del diésel en la generación de energía eléctrica*, Tesis de Ingeniero en Petróleos, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Cobos, H.L. (2010), *Fracturas Hidráulicas y su Optimización en el Bloque – 18 Campo Palo Azul*, Tesis de Tecnólogo en petróleos, Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecuador.
- Departamento de Geología., Baker Hughes. (2013), Columnas estratigráficas de los campos gerenciados.
- Departamento de Optimización de la Perforación, Baker Hughes, Curvas de profundidad vs. tiempo.
- Departamento de Optimización de la Perforación, Baker Hughes, Tiempos no productivos e invisibles del pozo.

- Departamento de Producción., Petroamazonas. (2013), Producción diaria por campos.
- Esquembre, J.F., Baldes, N.R., Calderaro, C., Caselles, D., Ferrero, A. H., Garay, M. E., Martínez, L., Palmés, P., Rivarola, G., Varela F (2009). *Dirección profesional de proyectos. Guía examen PMP®*. Buenos Aires, Argentina: Prentice Hall.
- Grupo SIG - Facilidades Petroamazonas EP. (2013), Operaciones de los bloques 12, 15, 57, 58, 61 operados por Petroamazonas.
- Guerrero, A.X., Valencia, P.F. (2010), *Ubicación Y Prognosis de pozos a perforar en los Campos Auca – Auca Sur*, Tesis de Ingeniero en Petróleos, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
- Murchison, W.J. (1982), *Drilling Technology for the man on the rig*, Albuquerque, Nuevo Mexico: [www.murchisondrillingschools.com](http://www.murchisondrillingschools.com)
- Pacheco, D.F. (2008), *Definición de ambientes de depósito, Características petrofísicas para el cálculo de reservas de la Arenisca U en el Campo Guanta-Dureno*, Tesis de Ingeniero Geólogo, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Petrolnews.net. (2006), Es el (NPT) Tiempo no productivo la medición correcta?, Recuperado de <http://www.petrolnews.net/noticia.php?ID=d5c84bf86bf91278a18995a133a422c1&r=2010>
- Schlumberger. (2012), Definición del concepto de perforación. Recuperado de

[www.slb.com/~media/Files/resources/oilfield\\_review/spanish11/aut11/perforacion](http://www.slb.com/~media/Files/resources/oilfield_review/spanish11/aut11/perforacion).

- TESCO. (2010), Eliminación de Tiempos No Productivos y Aumento de Producción, Recuperado de <http://www.iapg.org.ar/sectores/eventos/eventos/listados/trabajosPerfo/3VIERNES/16.30/CWD.pdf>

# ABREVIATURAS

API: American Petroleum Institute  
BHA: Bottom Hole Assembly  
BOP: Blow Out Preventer  
BPD: Barril por día  
DLS: Dog Legs Severity  
ILT: Invisible Lost Time  
KPI: Key Point Indicator  
LOT: Lost Oil Time  
LWD: Logging While Drilling  
MWD: Measurement While Drilling  
NPT: Non-Productive Time  
ORN: Rio Napo  
PAM: Petroamazonas  
ROP: Rate of Penetration  
RPM: Revolutions per Minute  
RSS: Rotary Steerable Systems  
TD: Total Depth  
TDS: Top Drive System  
VS: Vertical Section  
WOB: Weight on Bit

## ANEXOS

Anexo # 1 Actividades de la perforación aislando los tiempos invisibles del taladro HP – 138, de la categoría 2 con sus respectivas secciones.

| Pozos                | Drilling      | Drilling sin Cnx | Flat time    | Tripping     | Others Drilling | NPT         | Servicio rig | Reunión HSE | ILT POZO    |
|----------------------|---------------|------------------|--------------|--------------|-----------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| PCCB 029             | 127,50        | 93,30            | 87,00        | 55,50        | 54,50           | 3,50        | 4,50         | 0,00        | <b>0,00</b> |
| <b>ILT Actividad</b> | 0,00          |                  | 0,0          | 0,0          | 0,0             |             |              |             |             |
| <b>T. Actividad</b>  | <b>128,00</b> | <b>93,00</b>     | <b>87,00</b> | <b>56,00</b> | <b>55,00</b>    | <b>4,00</b> | <b>5,00</b>  | <b>0,00</b> | <b>0,00</b> |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

Anexo # 2 Tiempos no productivos discretizados del taladro HP – 138, de la categoría 2 con sus respectivas secciones.

| Pozos    | NPT BAKER | NPT RIG | NPT HOYO + OTRAS CIAS | TOTAL NPT |
|----------|-----------|---------|-----------------------|-----------|
| PCCB 029 | 0,00      | 1,00    | 2,50                  | 3,50      |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

Anexo # 3 Actividades de la perforación aislando los tiempos invisibles del taladro HP – 138, de la categoría 3 con sus respectivas secciones.

| Pozos                | Drilling      | Drilling sin Cnx | Flat time     | Tripping     | Others Drilling | NPT         | Servicio rig | Reunión HSE | ILT POZO    |
|----------------------|---------------|------------------|---------------|--------------|-----------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| PCCB 030             | 185,00        | 146,50           | 122,50        | 73,00        | 52,00           | 0,00        | 5,50         | 2,00        | <b>0,00</b> |
| <b>ILT Actividad</b> | 0,00          |                  | 0,00          | 0,00         | 0,00            |             |              |             |             |
| <b>T. Actividad</b>  | <b>185,00</b> | <b>146,00</b>    | <b>123,00</b> | <b>73,00</b> | <b>52,00</b>    | <b>0,00</b> | <b>6,00</b>  | <b>2,00</b> | <b>0,00</b> |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

Anexo # 4 Tiempos no productivos discretizados del taladro HP – 138, de la categoría 3 con sus respectivas secciones.

| Pozos    | NPT BAKER | NPT RIG | NPT HOYO + OTRAS CIAS | TOTAL NPT |
|----------|-----------|---------|-----------------------|-----------|
| PCCB 030 | 0,00      | 0,00    | 0,00                  | 0,00      |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

Anexo # 5 Actividades de la perforación aislando los tiempos invisibles del taladro HP – 138, de la categoría 4 con sus respectivas secciones.

| Pozos                | Drilling      | Drilling sin Cnx | Flat time     | Tripping      | Others Drilling | NPT          | Servicio rig | Reunión HSE  | ILT POZO      |
|----------------------|---------------|------------------|---------------|---------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| PCCA 024             | 128,00        | 89,80            | 129,80        | 70,80         | 71,90           | 21,00        | 4,50         | 16,00        | <b>30,05</b>  |
| PCCD 027             | 180,10        | 206,40           | 126,20        | 103,20        | 79,10           | 6,50         | 17,50        | 2,00         | <b>146,41</b> |
| TMSA - 004           | 151,20        | 123,90           | 107,00        | 106,70        | 80,10           | 1,00         | 7,50         | 24,00        | <b>68,01</b>  |
| TMSB - 005           | 133,00        | 103,80           | 127,50        | 82,10         | 71,40           | 16,00        | 7,00         | 3,00         | <b>25,13</b>  |
| TNEB 001             | 160,70        | 138,40           | 115,00        | 75,00         | 64,50           | 3,50         | 5,00         | 1,00         | <b>21,26</b>  |
| <b>ILT Actividad</b> | 119,50        |                  | 57,60         | 84,70         | 29,00           |              |              |              |               |
| <b>T. Actividad</b>  | <b>753,00</b> | <b>662,00</b>    | <b>605,00</b> | <b>438,00</b> | <b>367,00</b>   | <b>48,00</b> | <b>42,00</b> | <b>46,00</b> | <b>291,00</b> |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

Anexo # 6 Tiempos no productivos discretizados del taladro HP – 138, de la categoría 4 con sus respectivas secciones.

| Pozos      | NPT BAKER | NPT RIG | NPT HOYO + OTRAS CIAS | TOTAL NPT |
|------------|-----------|---------|-----------------------|-----------|
| PCCA 024   | 0,00      | 5,00    | 16,00                 | 21,00     |
| PCCD 027   | 0,00      | 2,50    | 4,00                  | 6,50      |
| TMSA - 004 | 0,00      | 0,00    | 1,00                  | 1,00      |
| TMSB - 005 | 0,00      | 12,50   | 3,50                  | 16,00     |
| TNEB 001   | 0,00      | 0,00    | 3,50                  | 3,50      |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

Anexo # 7 Actividades de la perforación aislando los tiempos invisibles del taladro HP – 138, de la categoría 5 con sus respectivas secciones.

| Pozos                | Drilling     | Drilling sin Cnx | Flat time     | Tripping      | Others Drilling | NPT           | Servicio rig | Reunión HSE  | ILT POZO      |
|----------------------|--------------|------------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|--------------|--------------|---------------|
| PCCA 023             | 135,50       | 94,10            | 131,50        | 105,00        | 82,80           | 29,50         | 6,50         | 13,50        | <b>2,23</b>   |
| PCCA 025             | 131,50       | 90,50            | 141,60        | 87,50         | 79,00           | 158,50        | 4,50         | 5,50         | <b>16,40</b>  |
| PCCC 026             | 173,60       | 137,40           | 125,80        | 109,50        | 87,80           | 305,00        | 9,50         | 23,00        | <b>54,31</b>  |
| PCCD 028             | 179,00       | 173,90           | 145,10        | 106,10        | 83,30           | 21,50         | 6,00         | 2,00         | <b>113,59</b> |
| TMSA - 003           | 164,70       | 131,40           | 139,50        | 115,00        | 81,60           | 39,00         | 9,00         | 14,00        | <b>110,28</b> |
| TNEB 002             | 158,70       | 116,00           | 113,50        | 79,50         | 55,00           | 4,50          | 7,00         | 1,50         | <b>4,27</b>   |
| TNEB 003             | 179,20       | 144,70           | 134,40        | 86,40         | 82,80           | 101,00        | 6,50         | 5,00         | <b>51,72</b>  |
| <b>ILT Actividad</b> | 85,80        |                  | 87,20         | 111,90        | 67,90           |               |              |              |               |
| <b>T. Actividad</b>  | <b>1.122</b> | <b>888,00</b>    | <b>931,00</b> | <b>689,00</b> | <b>552,00</b>   | <b>659,00</b> | <b>49,00</b> | <b>65,00</b> | <b>353,00</b> |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

Anexo # 8 Tiempos no productivos discretizados del taladro HP – 138, de la categoría 5 con sus respectivas secciones.

| Pozos      | NPT BAKER | NPT RIG | NPT HOYO + OTRAS CIAS | TOTAL NPT |
|------------|-----------|---------|-----------------------|-----------|
| PCCA 023   | 0,00      | 9,00    | 20,50                 | 29,50     |
| PCCA 025   | 86,00     | 3,00    | 69,50                 | 158,50    |
| PCCC 026   | 0,00      | 2,50    | 302,50                | 305,00    |
| PCCD 028   | 0,00      | 8,00    | 13,50                 | 21,50     |
| TMSA - 003 | 0,00      | 0,00    | 39,00                 | 39,00     |
| TNEB 002   | 0,00      | 0,50    | 4,00                  | 4,50      |
| TNEB 003   | 0,00      | 4,00    | 97,00                 | 101,00    |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

Anexo # 9 Actividades de las operaciones de perforación aislando los tiempos invisibles del taladro CPV - 16, todas las secciones, categoría 4.

| Pozos                | Drilling        | Drilling sin Cnx | Flat time     | Tripping      | Others Drilling | NPT           | Servicio rig | Reunión HSE  | ILT Pozo      |
|----------------------|-----------------|------------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|--------------|--------------|---------------|
| SACHA 216D           | 228,64          | 185,92           | 91,68         | 56,64         | 50,75           | 26,00         | 4,00         | 8,50         | 26,29         |
| SACHA 258D           | 216,66          | 188,51           | 86,67         | 52,38         | 60,30           | 11,50         | 6,00         | 8,00         | 50,50         |
| SACHA 267D           | 225,81          | 179,52           | 92,17         | 56,48         | 62,74           | 6,50          | 3,50         | 9,50         | 34,81         |
| SACHA 282D           | 215,23          | 171,39           | 88,50         | 50,38         | 58,50           | 20,50         | 2,00         | 24,00        | 12,89         |
| SACHA 283D           | 222,77          | 211,50           | 92,17         | 60,86         | 62,99           | 139,50        | 4,50         | 9,00         | 62,22         |
| SACHA 286D           | 205,58          | 193,47           | 87,18         | 44,14         | 34,50           | 20,50         | 4,50         | 2,50         | 33,10         |
| SACHA 287D           | 232,72          | 235,04           | 81,00         | 51,48         | 49,50           | 23,50         | 4,50         | 6,00         | 45,30         |
| <b>ILT Actividad</b> | <b>113,59</b>   |                  | <b>29,14</b>  | <b>61,64</b>  | <b>60,73</b>    |               |              |              |               |
| <b>T. Actividad</b>  | <b>1.547,41</b> | <b>1.365,35</b>  | <b>619,36</b> | <b>372,36</b> | <b>379,27</b>   | <b>248,00</b> | <b>29,00</b> | <b>67,50</b> | <b>265,10</b> |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

Anexo # 10 Tiempos no productivos discretizados del taladro CPV - 16, todas las secciones, categoría 4.

| Pozos        | NPT BAKER    | NPT RIG      | NPT HOYO + OTRAS CIAS | TOTAL NPT     |
|--------------|--------------|--------------|-----------------------|---------------|
| SACHA 216D   | 2,50         | 12,00        | 11,50                 | <b>26,00</b>  |
| SACHA 258D   | 7,50         | 0,00         | 4,00                  | <b>11,50</b>  |
| SACHA 267D   | 0,00         | 2,50         | 4,00                  | <b>6,50</b>   |
| SACHA 282D   | 0,00         | 2,00         | 18,50                 | <b>20,50</b>  |
| SACHA 283D   | 0,00         | 2,50         | 137,00                | <b>139,50</b> |
| SACHA 286D   | 1,50         | 19,00        | 0,00                  | <b>20,50</b>  |
| SACHA 287D   | 16,00        | 0,00         | 7,50                  | <b>23,50</b>  |
| <b>TOTAL</b> | <b>27,50</b> | <b>38,00</b> | <b>182,50</b>         | <b>248,00</b> |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

Anexo # 11 Actividades de las operaciones de perforación aislando los tiempos invisibles del taladro HP 121, todas las secciones, categoría 4.

| Pozos                | Drilling      | Drilling sin Cnx | Flat time     | Tripping      | Others Drilling | NPT           | Servicio rig | Reunión HSE  | ILT Pozo     |
|----------------------|---------------|------------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>PALO AZUL 29</b>  | 259,95        | 225,63           | 113,75        | 92,75         | 81,50           | 55,00         | 7,00         | 7,00         | 30,55        |
| <b>PALO AZUL 48</b>  | 261,67        | 229,19           | 108,00        | 95,50         | 95,00           | 76,00         | 12,50        | 17,00        | 42,83        |
| <b>ILT Actividad</b> | 31,88         | 0,00             | 5,75          | 16,25         | 19,50           |               |              |              |              |
| <b>T. Actividad</b>  | <b>522,00</b> | <b>455,00</b>    | <b>222,00</b> | <b>188,00</b> | <b>177,00</b>   | <b>131,00</b> | <b>20,00</b> | <b>24,00</b> | <b>73,38</b> |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

Anexo # 12 Tiempos no productivos discretizados del taladro HP 121, todas las secciones, categoría 4.

| Pozos               | NPT BAKER   | NPT RIG     | NPT HOYO + OTRAS CIAS | TOTAL NPT     |
|---------------------|-------------|-------------|-----------------------|---------------|
| <b>PALO AZUL 29</b> | 2,00        | 1,00        | 52,00                 | 55,00         |
| <b>PALO AZUL 48</b> | 0,00        | 2,00        | 74,00                 | 76,00         |
| <b>TOTAL</b>        | <b>2,00</b> | <b>3,00</b> | <b>126,00</b>         | <b>131,00</b> |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

Anexo # 13 Actividades de las operaciones de perforación aislando los tiempos invisibles del taladro HP 138, todas las secciones, categoría 4.

| Pozos                | Drilling      | Drilling sin Cnx | Flat time     | Tripping      | Others Drilling | NPT          | Servicio rig | Reunión HSE  | ILT POZO      |
|----------------------|---------------|------------------|---------------|---------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| PCCA 024             | 128,00        | 89,80            | 129,80        | 70,80         | 71,90           | 21,00        | 4,50         | 16,00        | <b>30,05</b>  |
| PCCD 027             | 180,10        | 206,40           | 126,20        | 103,20        | 79,10           | 6,50         | 17,50        | 2,00         | <b>146,41</b> |
| TMSA - 004           | 151,20        | 123,90           | 107,00        | 106,70        | 80,10           | 1,00         | 7,50         | 24,00        | <b>68,01</b>  |
| TMSB - 005           | 133,00        | 103,80           | 127,50        | 82,10         | 71,40           | 16,00        | 7,00         | 3,00         | <b>25,13</b>  |
| TNEB 001             | 160,70        | 138,40           | 115,00        | 75,00         | 64,50           | 3,50         | 5,00         | 1,00         | <b>21,26</b>  |
| <b>ILT Actividad</b> | 119,50        |                  | 57,60         | 84,70         | 29,00           |              |              |              |               |
| <b>T. Actividad</b>  | <b>753,00</b> | <b>662,00</b>    | <b>605,00</b> | <b>438,00</b> | <b>367,00</b>   | <b>48,00</b> | <b>42,00</b> | <b>46,00</b> | <b>291,00</b> |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

Anexo # 14 Tiempos no productivos discretizados del taladro HP 138, todas las secciones, categoría 4.

| Pozos        | NPT BAKER   | NPT RIG      | NPT HOYO + OTRAS CIAS | TOTAL NPT    |
|--------------|-------------|--------------|-----------------------|--------------|
| PCCA 024     | 0,00        | 5,00         | 16,00                 | 21,00        |
| PCCD 027     | 0,00        | 2,50         | 4,00                  | 6,50         |
| TMSA - 004   | 0,00        | 0,00         | 1,00                  | 1,00         |
| TMSB - 005   | 0,00        | 12,50        | 3,50                  | 16,00        |
| TNEB 001     | 0,00        | 0,00         | 3,50                  | 3,50         |
| <b>TOTAL</b> | <b>0,00</b> | <b>20,00</b> | <b>28,00</b>          | <b>48,00</b> |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

Anexo # 15 Actividades de las operaciones de perforación aislando los tiempos invisibles del taladro SINOPEC 128, todas las secciones, categoría 4.

| Pozos                | Drilling      | Drilling sin Cnx | Flat time     | Tripping      | Others Drilling | NPT          | Servicio rig | Reunión HSE  | ILT Pozo     |
|----------------------|---------------|------------------|---------------|---------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Auca 127</b>      | 281,82        | 231,09           | 139,25        | 104,50        | 72,75           | 64,00        | 5,00         | 11,00        | <b>55,68</b> |
| <b>GNTD 43</b>       | 287,73        | 244,27           | 129,25        | 98,75         | 59,25           | 30,00        | 12,50        | 7,50         | <b>33,02</b> |
| <b>ILT Actividad</b> | <b>23,95</b>  | <b>0,00</b>      | <b>22,50</b>  | <b>27,25</b>  | <b>15,00</b>    |              |              |              |              |
| <b>T. Actividad</b>  | <b>569,55</b> | <b>475,36</b>    | <b>268,50</b> | <b>203,25</b> | <b>132,00</b>   | <b>94,00</b> | <b>17,50</b> | <b>18,50</b> | <b>88,70</b> |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

Anexo # 16 Tiempos no productivos discretizados del taladro SINOPEC 128, todas las secciones, categoría 4.

| Pozos           | NPT BAKER   | NPT RIG      | NPT HOYO + OTRAS CIAS | TOTAL NPT    |
|-----------------|-------------|--------------|-----------------------|--------------|
| <b>Auca 127</b> | 0,00        | 47,00        | 17,00                 | 64,00        |
| <b>GNTD 43</b>  | 0,00        | 8,00         | 22,00                 | 30,00        |
| <b>TOTAL</b>    | <b>0,00</b> | <b>55,00</b> | <b>39,00</b>          | <b>94,00</b> |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

Anexo # 17 Actividades de las operaciones de perforación aislando los tiempos invisibles del taladro SINOPEC 219, todas las secciones, categoría 4.

| Pozos                | Drilling        | Drilling sin Cnx | Flat time     | Tripping      | Others Drilling | NPT           | Servicio rig | Reunión HSE  | Tiempo Total    | ILT Pozo      |
|----------------------|-----------------|------------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|--------------|--------------|-----------------|---------------|
| Auca 121             | 271,20          | 220,80           | 110,20        | 114,90        | 85,20           | 48,00         | 3,50         | 13,50        | 646,40          | 53,60         |
| Auca 123             | 251,50          | 196,60           | 127,40        | 106,90        | 81,30           | 29,00         | 6,00         | 9,00         | 611,00          | 54,50         |
| Auca 161             | 281,50          | 249,00           | 119,40        | 98,50         | 82,30           | 79,00         | 3,50         | 8,50         | 672,70          | 33,30         |
| Auca 88D             | 269,00          | 235,00           | 101,70        | 127,10        | 67,00           | 0,00          | 6,50         | 6,00         | 577,30          | 36,70         |
| Auca Sur 12 D        | 263,50          | 202,80           | 129,90        | 132,00        | 70,90           | 43,00         | 8,50         | 29,50        | 677,30          | 37,70         |
| <b>ILT Actividad</b> | 64,80           |                  | 57,40         | 63,70         | 29,90           |               |              |              |                 |               |
| <b>T. Actividad</b>  | <b>1.336,70</b> | <b>1.104,10</b>  | <b>588,70</b> | <b>579,30</b> | <b>386,60</b>   | <b>199,00</b> | <b>28,00</b> | <b>66,50</b> | <b>3.184,70</b> | <b>215,80</b> |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

Anexo # 18 Tiempos no productivos discretizados del taladro SINOPEC 219, todas las secciones, categoría 4.

| Pozos         | NPT BAKER    | NPT RIG      | NPT HOYO + OTRAS CIAS | TOTAL NPT     |
|---------------|--------------|--------------|-----------------------|---------------|
| Auca 121      | 13,50        | 0,00         | 34,50                 | 48,00         |
| Auca 123      | 0,00         | 4,50         | 24,50                 | 29,00         |
| Auca 161      | 0,00         | 2,00         | 77,00                 | 79,00         |
| Auca 88D      | 0,00         | 0,00         | 0,00                  | 0,00          |
| Auca Sur 12 D | 18,50        | 5,00         | 19,50                 | 43,00         |
| <b>Total</b>  | <b>32,00</b> | <b>11,50</b> | <b>155,50</b>         | <b>199,00</b> |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

Anexo # 19 Actividades de las operaciones de perforación aislando los tiempos invisibles del taladro SINOPEC 248, todas las secciones, categoría 4.

| Pozos                | Drilling      | Drilling sin Cnx | Flat time     | Tripping      | Others Drilling | NPT           | Servicio rig | Reunión HSE  | ILT Pozo      |
|----------------------|---------------|------------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|--------------|--------------|---------------|
| <b>Auca 110</b>      | 243,82        | 217,89           | 116,83        | 84,08         | 76,17           | 42,00         | 4,00         | 6,00         | <b>73,10</b>  |
| <b>Auca 153</b>      | 226,40        | 189,37           | 125,17        | 83,92         | 78,42           | 32,00         | 9,00         | 11,00        | <b>38,61</b>  |
| <b>Auca 154</b>      | 254,68        | 216,43           | 107,50        | 92,25         | 64,83           | 116,50        | 4,00         | 5,50         | <b>30,74</b>  |
| <b>Auca 94</b>       | 239,29        | 185,84           | 123,17        | 87,00         | 75,75           | 10,00         | 5,00         | 2,00         | <b>29,80</b>  |
| <b>ILT Actividad</b> | <b>66,33</b>  | <b>0,00</b>      | <b>42,33</b>  | <b>30,75</b>  | <b>32,83</b>    |               |              |              |               |
| <b>T. Actividad</b>  | <b>964,17</b> | <b>809,52</b>    | <b>472,67</b> | <b>347,25</b> | <b>295,17</b>   | <b>200,50</b> | <b>22,00</b> | <b>24,50</b> | <b>172,24</b> |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

Anexo # 20 Tiempos no productivos discretizados del taladro SINOPEC 248, todas las secciones, categoría 4.

| Pozos           | NPT BAKER    | NPT RIG      | NPT HOYO + OTRAS CIAS | TOTAL NPT     |
|-----------------|--------------|--------------|-----------------------|---------------|
| <b>Auca 110</b> | 0,00         | 3,50         | 38,50                 | 42,00         |
| <b>Auca 153</b> | 0,00         | 8,00         | 24,00                 | 32,00         |
| <b>Auca 154</b> | 12,00        | 12,50        | 92,00                 | 116,50        |
| <b>Auca 94</b>  | 0,00         | 4,50         | 5,50                  | 10,00         |
| <b>TOTAL</b>    | <b>12,00</b> | <b>28,50</b> | <b>160,00</b>         | <b>200,50</b> |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

Anexo # 21 Actividades de la perforación aislando los tiempos invisibles del Taladro  
CCDC 36 de la sección 8 ½”.

| Pozos                | Drilling | Drilling sin Cnx | Flat time | Tripping | Others Drilling | NPT   | Servicio rig | Reunión HSE | ILT Pozo      |
|----------------------|----------|------------------|-----------|----------|-----------------|-------|--------------|-------------|---------------|
| <b>YNE A 025</b>     | 12,50    | 10,58            | 56,00     | 44,00    | 21,67           | 0,50  | 2,00         | 2,50        | <b>3,83</b>   |
| <b>YNE A 026</b>     | 11,50    | 9,58             | 41,00     | 53,75    | 20,00           | 0,00  | 0,50         | 11,50       | <b>9,75</b>   |
| <b>YNE A 027</b>     | 10,50    | 8,58             | 60,42     | 48,50    | 18,50           | 0,00  | 0,50         | 1,50        | <b>17,58</b>  |
| <b>YNE A 030</b>     | 31,33    | 69,58            | 60,42     | 53,75    | 21,67           | 29,00 | 1,00         | 5,00        | <b>53,83</b>  |
| <b>PLN A 07</b>      | 37,47    | 81,62            | 51,25     | 51,17    | 19,33           | 0,50  | 2,50         | 7,00        | <b>107,78</b> |
| <b>YNE A 028</b>     | 14,00    | 12,08            | 51,25     | 51,17    | 19,33           | 4,00  | 2,00         | 0,50        | <b>7,75</b>   |
| <b>YNOB 020</b>      | 19,00    | 17,08            | 44,00     | 30,00    | 7,00            | 0,50  | 0,00         | 1,00        | <b>0,00</b>   |
| <b>YNOB 022</b>      | 9,50     | 7,58             | 41,00     | 24,50    | 17,00           | 0,00  | 0,00         | 0,50        | <b>0,00</b>   |
| <b>PKSB 020</b>      | 12,73    | 13,26            | 38,50     | 28,00    | 13,00           | 25,00 | 0,00         | 1,00        | <b>2,77</b>   |
| <b>YNEA A 024</b>    | 10,00    | 8,08             | 49,10     | 40,15    | 14,85           | 5,00  | 2,50         | 5,50        | <b>34,40</b>  |
| <b>YNEA A 029</b>    | 12,00    | 10,08            | 49,10     | 40,15    | 11,50           | 0,00  | 0,00         | 1,00        | <b>17,25</b>  |
| <b>YNOB 021</b>      | 13,05    | 13,44            | 44,50     | 27,50    | 11,50           | 0,00  | 0,00         | 1,00        | <b>2,95</b>   |
| <b>YNOB 023</b>      | 9,50     | 7,58             | 41,00     | 30,00    | 11,50           | 3,50  | 1,50         | 0,00        | <b>0,00</b>   |
| <b>PLN A - 06</b>    | 19,50    | 16,30            | 56,19     | 55,22    | 24,50           | 0,50  | 2,50         | 3,50        | <b>13,58</b>  |
| <b>TUICH A 03</b>    | 20,26    | 21,30            | 56,19     | 55,22    | 24,50           | 3,50  | 2,50         | 3,00        | <b>26,82</b>  |
| <b>TUICH A 04</b>    | 15,50    | 13,26            | 42,00     | 40,50    | 22,00           | 1,50  | 0,50         | 1,00        | <b>0,00</b>   |
| <b>ILT Actividad</b> | 97,16    |                  | 77,58     | 95,42    | 28,15           |       |              |             |               |
| <b>T. Actividad</b>  | 258,34   | 319,98           | 781,92    | 673,58   | 277,85          | 73,50 | 18,00        | 45,50       | 298,31        |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

Anexo # 22 Tiempos no productivos discretizados del Taladro CCDC 36 de la sección 8 ½”.

| Pozos        | NPT BAKER | NPT RIG | NPT HOYO + OTRAS CIAS | TOTAL NPT   |
|--------------|-----------|---------|-----------------------|-------------|
| YNE A 025    | 0,00      | 0,00    | 0,50                  | 0,50        |
| YNE A 026    | 0,00      | 0,00    | 0,00                  | 0,00        |
| YNE A 027    | 0,00      | 0,00    | 0,00                  | 0,00        |
| YNE A 030    | 22,50     | 6,50    | 0,00                  | 29,00       |
| PLN A 07     | 0,00      | 0,50    | 0,00                  | <b>0,50</b> |
| YNE A 028    | 0,00      | 1,50    | 2,50                  | <b>4,00</b> |
| YNOB 020     | 0,00      | 0,50    | 0,00                  | <b>0,50</b> |
| YNOB 022     | 0,00      | 0,00    | 0,00                  | <b>0,00</b> |
| PKSB 020     | 0,00      | 25,00   | 0,00                  | 25,00       |
| YNEA A 024   | 0,00      | 0,00    | 5,00                  | 5,00        |
| YNEA A 029   | 0,00      | 0,00    | 0,00                  | 0,00        |
| YNOB 021     | 0,00      | 0,00    | 0,00                  | 0,00        |
| YNOB 023     | 0,00      | 3,50    | 0,00                  | 3,50        |
| PLN A - 06   | 0,00      | 0,50    | 0,00                  | 0,50        |
| TUICH A 03   | 0,00      | 0,00    | 3,50                  | 3,50        |
| TUICH A 04   | 0,00      | 1,00    | 0,50                  | 1,50        |
| <b>TOTAL</b> | 22,50     | 39,00   | 12,00                 | 73,50       |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

Anexo # 23 Actividades de la perforación aislando los tiempos invisibles del Taladro CCDC 38 de la sección 8 ½”.

| Pozos   | Drilling | Flat time | Tripping | Others Drilling | NPT | Servicio rig | Reunión HSE |
|---------|----------|-----------|----------|-----------------|-----|--------------|-------------|
| SSH 13D | 6,50     | 22,50     | 22,00    | 17,50           |     |              | 1,00        |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

Anexo # 24 Actividades de la perforación aislando los tiempos invisibles del Taladro CCDC 39 de la sección 8 ½”.

| Pozos                | Drilling    | Drilling sin Cnx | Flat time   | Tripping    | Others Drilling | NPT  | Servicio rig | Reunión HSE | ILT Pozo    |
|----------------------|-------------|------------------|-------------|-------------|-----------------|------|--------------|-------------|-------------|
| CUY 38D              | 20,75       | 19,40            | 25,50       | 22,25       | 14,00           | 4,00 | 0,50         | 1,00        | 5,00        |
| CUY 40D              | 20,50       | 18,90            | 29,75       | 19,00       | 12,50           | 0,00 | 2,00         | 2,00        | 4,25        |
| <b>ILT Actividad</b> | <b>0,25</b> |                  | <b>4,25</b> | <b>3,25</b> | <b>1,50</b>     |      |              |             | <b>9,25</b> |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

Anexo # 25 Tiempos no productivos discretizados del Taladro CCDC 39 de la sección 8 ½”.

| Pozos        | NPT Baker   | NPT Taladro | NPT HOYO + OTRAS CIAS | NPT TOTAL   |
|--------------|-------------|-------------|-----------------------|-------------|
| CUY 38D      | 0,00        | 0,00        | 4,00                  | 4,00        |
| CUY 40D      | 0,00        | 0,00        | 0,00                  | 0,00        |
| <b>TOTAL</b> | <b>0,00</b> | <b>0,00</b> | <b>4,00</b>           | <b>4,00</b> |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

Anexo # 26 Actividades de la perforación aislando los tiempos invisibles del Taladro HP 121 de la sección 8 ½”.

| Pozos                | Drilling    | Drilling sin Cnx | Flat time   | Tripping    | Others Drilling | NPT  | Servicio rig | Reunión HSE | ILT Pozo     |
|----------------------|-------------|------------------|-------------|-------------|-----------------|------|--------------|-------------|--------------|
| PALO AZUL 29         | 22,00       | 18,92            | 33,25       | 19,50       | 13,50           | 1,50 | 0,50         | 2,00        | 8,25         |
| PALO AZUL 48         | 30,75       | 36,42            | 33,00       | 14,50       | 10,50           | 0,00 | 0,00         | 0,00        | 8,75         |
| <b>ILT Actividad</b> | <b>8,75</b> |                  | <b>0,25</b> | <b>5,00</b> | <b>3,00</b>     |      |              |             | <b>17,00</b> |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

Anexo # 27 Tiempos no productivos discretizados del Taladro HP 121 de la sección 8 ½”.

| Pozos        | NPT Baker | NPT Taladro | NPT HOYO + OTRAS CIAS | NPT TOTAL |
|--------------|-----------|-------------|-----------------------|-----------|
| PALO AZUL 29 | 0,00      | 0,00        | 1,50                  | 1,50      |
| PALO AZUL 48 | 0,00      | 0,00        | 0,00                  | 0,00      |
| <b>TOTAL</b> | 0,00      | 0,00        | 1,50                  | 1,50      |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

Anexo # 28 Actividades de la perforación aislando los tiempos invisibles del Taladro HP 138 de la sección 8 ½”.

| Pozos                | Drilling | Drilling sin Cnx | Flat time | Tripping | Others Drilling | NPT    | Servicio rig | Reunión HSE | ILT POZO |
|----------------------|----------|------------------|-----------|----------|-----------------|--------|--------------|-------------|----------|
| PCCB 029             | 20,00    | 15,68            | 29,50     | 18,50    | 13,50           | 0,00   | 1,50         | 0,00        | 0,00     |
| PCCB 030             | 21,00    | 15,28            | 66,50     | 24,00    | 8,00            | 0,00   | 0,50         | 0,00        | 0,00     |
| PCCA 024             | 25,00    | 19,90            | 72,70     | 34,00    | 27,50           | 1,50   | 3,50         | 3,00        | 22,80    |
| PCCD 027             | 77,28    | 131,91           | 72,70     | 65,93    | 35,78           | 2,50   | 9,50         | 1,00        | 140,31   |
| TMSA - 004           | 42,50    | 36,46            | 47,00     | 65,93    | 35,78           | 0,00   | 3,50         | 9,50        | 46,78    |
| TMSB - 005           | 25,00    | 19,02            | 67,50     | 41,00    | 28,00           | 0,00   | 1,50         | 0,00        | 0,00     |
| TNEB 001             | 75,24    | 85,45            | 56,00     | 40,50    | 25,00           | 3,00   | 3,00         | 0,00        | 21,26    |
| PCCA 023             | 21,50    | 15,75            | 70,00     | 48,00    | 25,00           | 3,00   | 1,00         | 7,00        | 0,00     |
| PCCA 025             | 22,00    | 16,35            | 82,60     | 42,00    | 23,00           | 123,00 | 1,50         | 0,50        | 16,40    |
| PCCC 026             | 28,50    | 22,25            | 57,50     | 43,50    | 25,50           | 21,50  | 4,50         | 7,00        | 0,00     |
| PCCD 028             | 30,66    | 25,42            | 82,60     | 45,00    | 21,00           | 10,50  | 1,00         | 0,00        | 46,25    |
| TMSA - 003           | 28,60    | 29,47            | 78,00     | 59,51    | 29,29           | 0,00   | 4,50         | 8,00        | 106,10   |
| TNEB 002             | 29,73    | 27,34            | 54,50     | 22,50    | 11,50           | 0,00   | 1,00         | 1,00        | 4,27     |
| TNEB 003             | 30,49    | 26,59            | 65,00     | 27,00    | 20,50           | 2,00   | 2,00         | 0,00        | 3,51     |
| <b>ILT Actividad</b> | 105,50   |                  | 108,41    | 142,62   | 51,15           |        |              |             |          |
| <b>T. Actividad</b>  | 477,50   | 486,87           | 902,09    | 577,38   | 329,35          | 167,00 | 38,50        | 37,00       | 407,68   |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

Anexo # 29 Tiempos no productivos discretizados del Taladro HP 138 de la sección 8 ½”

| Pozos        | NPT BAKER    | NPT RIG     | NPT HOYO + OTRAS CIAS | TOTAL NPT     |
|--------------|--------------|-------------|-----------------------|---------------|
| PCCB 029     | 0,00         | 0,00        | 0,00                  | 0,00          |
| PCCB 030     | 0,00         | 0,00        | 0,00                  | 0,00          |
| PCCA 024     | 0,00         | 0,00        | 1,50                  | 1,50          |
| PCCD 027     | 0,00         | 2,50        | 0,00                  | 2,50          |
| TMSA - 004   | 0,00         | 0,00        | 0,00                  | 0,00          |
| TMSB - 005   | 0,00         | 0,00        | 0,00                  | 0,00          |
| TNEB 001     | 0,00         | 0,00        | 3,00                  | 3,00          |
| PCCA 023     | 0,00         | 0,00        | 3,00                  | 3,00          |
| PCCA 025     | 86,00        | 0,00        | 37,00                 | 123,00        |
| PCCC 026     | 0,00         | 0,00        | 21,50                 | 21,50         |
| PCCD 028     | 0,00         | 0,00        | 10,50                 | 10,50         |
| TMSA - 003   | 0,00         | 0,00        | 0,00                  | 0,00          |
| TNEB 002     | 0,00         | 0,00        | 0,00                  | 0,00          |
| TNEB 003     | 0,00         | 0,00        | 2,00                  | 2,00          |
| <b>TOTAL</b> | <b>86,00</b> | <b>2,50</b> | <b>78,50</b>          | <b>167,00</b> |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

Anexo # 30 Actividades de la perforación aislando los tiempos invisibles del Taladro SINOPEC 128 de la sección 8 ½”.

| Pozos                | Drilling      | Drilling sin Cnx | Flat time     | Tripping     | Others Drilling | NPT          | Servicio rig | Reunión HSE | ILT Pozo     |
|----------------------|---------------|------------------|---------------|--------------|-----------------|--------------|--------------|-------------|--------------|
| <b>Auca 112</b>      | 25,19         | 25,81            | 29,50         | 22,00        | 13,00           | 0,00         | 0,50         | 2,00        | <b>5,31</b>  |
| <b>GNTD - 032</b>    | 18,00         | 15,19            | 59,00         | 28,00        | 14,25           | 64,00        | 1,00         | 1,50        | <b>36,75</b> |
| <b>Auca 127</b>      | 35,00         | 29,84            | 33,50         | 15,50        | 11,50           | 1,50         | 1,00         | 2,00        | <b>6,50</b>  |
| <b>GNTD 043</b>      | 41,05         | 44,75            | 39,75         | 26,25        | 5,00            | 15,50        | 3,50         | 0,00        | <b>24,45</b> |
| <b>ILT Actividad</b> | 12,77         |                  | 35,75         | 16,75        | 7,75            |              |              |             |              |
| <b>T. Actividad</b>  | <b>119,23</b> | <b>115,59</b>    | <b>161,75</b> | <b>91,75</b> | <b>43,75</b>    | <b>81,00</b> | <b>6,00</b>  | <b>5,50</b> | <b>73,02</b> |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

Anexo # 31 Tiempos no productivos discretizados del Taladro SINOPEC 128 de la sección 8 ½”.

| Pozos        | NPT BAKER | NPT RIG | NPT HOYO + OTRAS CIAS | TOTAL NPT |
|--------------|-----------|---------|-----------------------|-----------|
| Auca 112     | 0,00      | 0,00    | 0,00                  | 0,00      |
| GNTD - 032   | 64,00     | 0,00    | 0,00                  | 64,00     |
| Auca 127     | 0,00      | 0,00    | 1,50                  | 1,50      |
| GNTD 043     | 0,00      | 0,00    | 15,50                 | 15,50     |
| <b>TOTAL</b> | 64,00     | 0,00    | 17,00                 | 81,00     |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

Anexo # 32 Actividades de la perforación aislando los tiempos invisibles del Taladro SINOPEC 219 de la sección 8 ½”.

| Pozos                | Drilling | Drilling sin Cnx | Flat time | Tripping | Others Drilling | NPT    | Servicio rig | Reunión HSE | ILT Pozo |
|----------------------|----------|------------------|-----------|----------|-----------------|--------|--------------|-------------|----------|
| PITALALA 1V          | 93,50    | 89,04            | 24,50     | 163,00   | 76,50           | 37,50  | 8,50         | 46,50       |          |
| Auca 160             | 17,00    | 13,34            | 31,50     | 28,00    | 10,00           | 207,50 | 0,00         | 2,50        | 0,00     |
| PUC 15D              | 17,50    | 14,50            | 39,67     | 35,56    | 13,92           | 1,50   | 1,50         | 0,50        | 26,86    |
| PUC 17D              | 18,02    | 17,00            | 35,00     | 30,50    | 11,00           | 18,50  | 1,50         | 1,50        | 1,98     |
| Auca 121             | 27,00    | 23,34            | 29,00     | 32,00    | 18,90           | 13,00  | 1,00         | 1,00        | 2,10     |
| Auca 123             | 24,50    | 19,60            | 50,92     | 37,50    | 18,90           | 1,00   | 0,50         | 2,00        | 41,18    |
| Auca 161             | 35,04    | 47,29            | 38,00     | 32,00    | 18,90           | 0,00   | 0,00         | 0,50        | 19,56    |
| Auca 88D             | 26,50    | 22,95            | 28,00     | 41,00    | 15,50           | 0,00   | 1,00         | 1,00        | 0,00     |
| Auca Sur 12 D        | 27,00    | 23,16            | 50,50     | 44,58    | 17,00           | 11,50  | 1,00         | 6,50        | 22,92    |
| Auca 119             | 27,22    | 23,72            | 52,72     | 43,72    | 16,53           | 21,50  | 3,50         | 3,00        | 17,30    |
| Auca 87 D            | 26,52    | 23,92            | 21,00     | 29,00    | 16,53           | 0,00   | 0,50         | 0,50        | 1,95     |
| AUS 13ML             | 25,00    | 21,51            | 52,72     | 43,72    | 15,00           | 55,00  | 0,50         | 0,00        | 37,56    |
| <b>ILT Actividad</b> | 21,70    |                  | 84,47     | 51,42    | 13,83           |        |              |             |          |
| <b>T. Actividad</b>  | 364,80   | 339,39           | 453,53    | 560,58   | 248,67          | 367,00 | 19,50        | 65,50       | 171,42   |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

Anexo # 33 Tiempos no productivos discretizados del Taladro SINOPEC 128 de la sección 8 ½”.

| Pozos         | NPT BAKER | NPT RIG | NPT HOYO + OTRAS CIAS | TOTAL NPT |
|---------------|-----------|---------|-----------------------|-----------|
| PITALALA 1V   | 0,00      | 0,00    | 37,50                 | 37,50     |
| Auca 160      | 207,50    | 0,00    | 0,00                  | 207,50    |
| PUC 15D       | 0,00      | 1,50    | 0,00                  | 1,50      |
| PUC 17D       | 0,00      | 0,00    | 18,50                 | 18,50     |
| Auca 121      | 0,00      | 0,00    | 13,00                 | 13,00     |
| Auca 123      | 0,00      | 0,00    | 1,00                  | 1,00      |
| Auca 161      | 0,00      | 0,00    | 0,00                  | 0,00      |
| Auca 88D      | 0,00      | 0,00    | 0,00                  | 0,00      |
| Auca Sur 12 D | 11,50     | 0,00    | 0,00                  | 11,50     |
| Auca 119      | 0,00      | 0,00    | 21,50                 | 21,50     |
| Auca 87 D     | 0,00      | 0,00    | 0,00                  | 0,00      |
| AUS 13ML      | 0,00      | 55,00   | 0,00                  | 55,00     |
| <b>TOTAL</b>  | 219,00    | 56,50   | 91,50                 | 367,00    |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

Anexo # 34 Actividades de la perforación aislando los tiempos invisibles del Taladro SINOPEC 248 de la sección 8 ½”.

| Pozos                | Drilling | Drilling sin Cnx | Flat time | Tripping | Others Drilling | NPT    | Servicio rig | Reunión HSE | ILT Pozo     |
|----------------------|----------|------------------|-----------|----------|-----------------|--------|--------------|-------------|--------------|
| <b>Auca 89</b>       | 22,00    |                  | 22,00     | 35,00    | 20,00           | 5,00   | 0,00         | 30,00       | 0,00         |
| <b>Auca 90</b>       | 25,71    | 21,74            | 40,50     | 31,50    | 12,00           | 0,00   | 0,50         | 0,50        | <b>0,79</b>  |
| <b>CHE 2D</b>        | 17,50    | 13,22            | 48,47     | 37,83    | 18,00           | 53,00  | 1,00         | 0,00        | <b>20,69</b> |
| <b>CHE 3D</b>        | 25,71    | 28,24            | 37,00     | 37,83    | 18,00           | 33,50  | 1,00         | 3,00        | <b>16,95</b> |
| <b>Auca 110</b>      | 25,00    | 20,24            | 29,00     | 14,50    | 8,50            | 0,00   | 1,00         | 0,50        | <b>0,00</b>  |
| <b>Auca 153</b>      | 34,40    | 43,26            | 34,17     | 24,42    | 14,58           | 0,00   | 3,50         | 0,50        | <b>24,44</b> |
| <b>Auca 154</b>      | 29,50    | 25,22            | 33,50     | 24,42    | 14,00           | 24,00  | 0,00         | 1,50        | <b>3,08</b>  |
| <b>Auca 94</b>       | 27,50    | 22,74            | 34,17     | 24,42    | 14,58           | 0,00   | 2,50         | 1,00        | <b>14,83</b> |
| <b>ILT Actividad</b> | 22,18    |                  | 22,69     | 20,08    | 15,83           |        |              |             |              |
| <b>T. Actividad</b>  | 207,32   | 174,66           | 278,81    | 229,92   | 119,67          | 115,50 | 9,50         | 37,00       | 80,79        |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
Elaborado por: Danny Ramírez

Anexo # 35 Tiempos no productivos discretizados del Taladro SINOPEC 248 de la sección 8 ½”.

| <b>Pozos</b>         | <b>NPT BAKER</b> | <b>NPT RIG</b> | <b>NPT HOYO + OTRAS CIAS</b> | <b>TOTAL NPT</b> |
|----------------------|------------------|----------------|------------------------------|------------------|
| <b>Auca 89</b>       | 0,00             | 5,00           | 0,00                         | 5,00             |
| <b>Auca 90</b>       | 0,00             | 0,00           | 0,00                         | 0,00             |
| <b>CHE 2D</b>        | 0,00             | 0,00           | 53,00                        | 53,00            |
| <b>CHE 3D</b>        | 0,00             | 4,50           | 29,00                        | 33,50            |
| <b>Auca 110</b>      | 0,00             | 0,00           | 0,00                         | 0,00             |
| <b>Auca 153</b>      | 0,00             | 0,00           | 0,00                         | 0,00             |
| <b>Auca 154</b>      | 0,00             | 0,00           | 24,00                        | 24,00            |
| <b>Auca 94</b>       | 0,00             | 0,00           | 0,00                         | 0,00             |
| <b>ILT Actividad</b> | 0,00             | 9,50           | 106,00                       | 115,50           |

Fuente: Departamento de Optimización de Perforación, Baker Hughes  
 Elaborado por: Danny Ramírez

Fin de la tesis