

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA Y
PETRÓLEOS**

**“ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DEL USO PERMANENTE DE
FLUIDOS AIREADOS DURANTE LA PERFORACIÓN DE LA
SECCIÓN INTERMEDIA DE 12 ¼” EN ZONAS DE BAJA PRESIÓN”**

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

VALERIA ESTEFANY GUERRA MOLINA

valii91@hotmail.com

DIRECTOR: ING. RAÚL VALENCIA. MSc.

raul.valencia@epn.edu.ec

Quito, mayo 2016

DECLARACIÓN

Yo, Valeria Estefany Guerra Molina, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

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

Valeria Estefany Guerra Molina

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Valeria Estefany Guerra Molina, bajo mi supervisión.

Ing. Raúl Valencia. MSc.
DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por haber guiado mi camino, darme la sabiduría para actuar y las fuerzas para continuar.

A mis padres por su amor, esfuerzo y apoyo incondicional en todo momento, por sus consejos, valores y principios impartidos.

A la compañía que me dio las facilidades para el desarrollo de mi proyecto de titulación.

Al Ing. Luis Pazos, por todo el apoyo, tiempo y dedicación durante el desarrollo de este proyecto.

A la Facultad de Ingeniería en Geología y Petróleos, y a su personal docente por todos sus conocimientos y enseñanzas brindadas.

Al Ing. Raúl Valencia por haber sido un maestro ejemplar, amigo y director de este proyecto.

A mis hermanos, sobrinas, tíos y primos, quienes han sido parte fundamental en mi vida.

A mis amigos quienes estuvieron presentes en esta etapa y me brindaron su amistad.

DEDICATORIA

Mi proyecto de titulación se lo dedico a Dios, quién supo guiar mi camino y darme fuerzas para seguir adelante, enseñándome a enfrentar las adversidades de la vida sin perder nunca la fe y la esperanza en cada uno de los intentos por sobresalir.

A mis padres quienes con su amor, esfuerzo y sabiduría, han estado junto a mí durante este proceso de crecimiento y enseñanza, brindándome su apoyo incondicional.

A mis hermanos Ursula, María José y Gabriel, por brindarme su amor y estar junto a mí en los momentos más importantes y difíciles de mi vida.

A mi hermana Carolina y su esposo Luis, quienes han sido mis mentores durante mi formación profesional, por sus sabios consejos y cariño.

A mis sobrinas Isabella y Amelia, por llenar de alegría mis días y brindarme su amor.

A mis tíos y primos, quienes me han acompañado en todo momento y han sido parte de mi formación.

A mis amigos con quienes he compartido una etapa maravillosa y por ser cómplices de locuras y anécdotas.

CONTENIDO

DECLARACIÓN	II
CERTIFICACIÓN	III
AGRADECIMIENTOS	IV
DEDICATORIA	V
CONTENIDO	VI
INDICE DE TABLAS	XII
INDICE DE FIGURAS	XV
INDICE DE ANEXOS	XVIII
SIMBOLOGÍA Y SIGLAS	XIX
RESUMEN	XXI
PRESENTACIÓN.....	XXIII
CAPITULO 1	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL CAMPO SOUTH EAST - ASAB	1
1.1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.1.2. ANTECEDENTES	3
1.1.3. UBICACIÓN	4
1.1.4. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA	4
1.1.4.1. Características estructurales	4
1.1.4.2. Estratigrafía.....	8
1.1.4.2.1. Mioceno	8
1.1.4.2.2. Paleoceno Eoceno – Grupo HASA	8
1.1.4.2.3. Cretácico	9
1.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y CONCEPTOS BÁSICOS DE LOS FLUIDOS DE AIRE COMPRIMIDO	15
1.2.1. FLUIDOS DE PERFORACIÓN	15
1.2.2. PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS DE PERFORACIÓN	16

1.2.2.1. Propiedades físicas	16
1.2.2.2. Propiedades químicas.....	17
1.2.2.3. Densidad de circulación equivalente (ECD)	18
1.2.2.3.1. Determinación de la densidad de circulación equivalente ..	18
1.2.2.3.2. Factores que afectan la ECD:	20
1.2.3. FLUIDOS DE GASES COMPRIMIDOS	21
1.2.3.1. Fluido de aire comprimido (Lodo Aireado).....	24
1.2.3.1.1. Selección de pozos candidatos.....	25
1.2.3.1.2. Equipos para la perforación con aire comprimido	28
1.2.3.1.3. Cálculo del volumen de aire requerido	34
1.2.3.1.4. Sistema de circulación	35
1.2.3.1.5. Beneficios de la perforación con lodo aireado.....	37
1.2.3.1.6. Desventajas del uso de lodo aireado	40
1.3. ANÁLISIS DE LOS PROBLEMAS ACTUALES DURANTE LA PERFORACIÓN DE ZONAS DE BAJA PRESIÓN EN LA SECCIÓN INTERMEDIA 12 ¼"	42
1.3.1. PÉRDIDA DE CIRCULACIÓN	42
1.3.1.1. Inadecuada limpieza del pozo (empaquetamiento)	45
1.3.1.2. Inestabilidad de las formaciones	45
1.3.1.3. Pega de tubería	46
CAPÍTULO 2	48
ANÁLISIS TÉCNICO PARA LA APLICACIÓN DE FLUIDOS DE AIRE COMPRIMIDO EN LA PERFORACIÓN DE ZONAS DE BAJA PRESIÓN EN LA SECCIÓN INTERMEDIA 12 ¼"	48
2.1. INTRODUCCIÓN	48
2.2. ANTECEDENTES.....	49
2.3. OPERACIONES ESTÁNDAR DE PERFORACIÓN	49
2.3.1. HOYO DE 26" PARA CASING DE 18 5/8"	51
2.3.1.1. BHA	52
2.3.1.2. Fluido de perforación	53
2.3.1.3. Riesgos potenciales de perforación	53
2.3.2. HOYO DE 17 ½" - CASING DE 13 3/8"	54
2.3.2.1. BHA	55
2.3.2.2. Fluido de perforación	56
2.3.2.3. Riesgos potenciales de perforación	56
2.3.3. HOYO DE 12 ¼"- CASING DE 9 5/8"	58
2.3.3.1. BHA	58

2.3.3.2. Fluido de perforación	60
2.3.3.3. Riesgos potenciales de perforación	60
2.3.4. OPERACIONES A DETALLE PARA LA PERFORACIÓN DEL HOYO DE 12 ¼"	62
2.3.4.1. Técnica operacional de perforación estándar, pozo SB- 628	65
2.3.4.2. Resultados	68
2.4. ANÁLISIS DE PROBLEMAS CON LA PERFORACIÓN CONVENCIONAL en LA SECCION 12 ¼"	68
2.4.1. ANÁLISIS DE PROBLEMAS POZO SB-1	68
2.4.1.1. Colapso del hoyo intermedio de 12 ¼" y pega de tubería	68
2.4.1.1.1. Suceso	68
2.4.1.1.2. Resultados.....	69
2.4.1.1.3. Causa raíz	70
2.4.1.1.4. Lecciones aprendidas y acciones pendientes	70
2.4.1.1.5. Acción realizada	71
2.4.1.1.6. Esquema	71
2.4.2. ANÁLISIS DE PROBLEMAS POZO SB-2	71
2.4.2.1. Pega del ensamblaje de fondo en el hoyo intermedio de 12 ¼"	71
2.4.2.1.1. Suceso	71
2.4.2.1.2. Resultados.....	72
2.4.2.1.3. Causa raíz	73
2.4.2.1.4. Lecciones aprendidas	73
2.4.2.1.5. Acción realizada	74
2.4.2.1.6. Esquema	74
2.4.3. ANÁLISIS DE PROBLEMAS POZO SB-3	75
2.4.3.1. Empaquetamiento de tubería en el hoyo intermedio de 12 ¼"	75
2.4.3.1.1. Suceso	75
2.4.3.1.2. Resultados	75
2.4.3.1.2. Causa raíz	76
2.4.3.1.3. Lecciones aprendidas	76
2.4.3.1.4. Acción realizada	76
2.4.3.1.5. Esquema	76
2.4.4. ANÁLISIS DE PROBLEMAS POZO SB-4	77
2.4.4.1. Pérdidas totales en Dammam y Simsima en el hoyo intermedio de 12 ¼"	77
2.4.4.1.1. Suceso:.....	77
2.4.4.1.2. Resultados.....	78

2.4.4.1.3. Causa raíz	79
2.4.4.1.4. Lecciones aprendidas y acciones pendientes	79
2.4.4.1.5. Acción realizada	79
2.4.4.1.6. Esquema	79
2.5. APLICACIÓN DE FLUIDOS AIREADOS EN EL CAMPO ASAB	81
2.5.1. OPERACIONES ESTÁNDAR DE PERFORACIÓN CON FLUIDOS AIREADOS.....	81
2.5.1.1. Lineamientos para la perforación aireada	81
2.5.1.2. Requerimientos para la perforación aireada.....	82
2.5.1.3. Propiedades básicas del lodo aireado.....	85
2.5.1.4. Mitigación de corrosión	85
2.5.2. PROGRAMA TÉCNICO OPERACIONAL DE FLUIDOS AIREADOS.....	85
2.5.2.1. Objetivo.....	85
2.5.2.2. Información geológica	86
2.5.2.3. Lineamientos del lodo	86
2.5.2.3.1. Densidad del Lodo	87
2.5.2.3.2. Aditivos del lodo.....	87
2.5.2.3.3. Propiedades del lodo	88
2.5.2.4. Recomendaciones operacionales	88
2.5.2.5. Silicato de Sodio	90
2.5.3. ANÁLISIS DE POZOS PILOTO	90
2.5.3.1. Perforación aireada pozo SB- 650	91
2.5.3.1.1. Antecedentes técnicos.....	91
2.5.3.1.2. Ejecución Técnica.....	94
2.5.3.1.3. Análisis técnico.....	98
2.5.3.1.4. Resultados.....	99
2.5.3.2. Perforación aireada pozo SB- 499	102
2.5.3.2.1. Antecedentes técnicos.....	102
2.5.3.2.2. Ejecución Técnica.....	105
2.5.3.2.3. Análisis técnico	109
2.5.3.2.4. Resultados.....	110
2.5.3.3. Perforación aireada pozo SB- 648	112
2.5.3.3.1. Antecedentes técnicos.....	112
2.5.3.3.2. Ejecución Técnica.....	115
2.5.3.3.3. Análisis técnico	119
2.5.3.3.4. Resultados.....	120
2.6. ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESULTADOS	122

2.6.1. RATA DE PERFORACIÓN (ROP).....	122
2.6.2. TASA DE BOMBEO (GPM).....	123
2.6.3. DENSIDAD DE CIRCULACIÓN EQUIVALENTE (ECD).....	124
2.6.4. DESEMPEÑO COMPARATIVO	125
CAPÍTULO 3.....	126
PROPUESTA DE PARÁMETROS ÓPTIMOS DE PERFORACIÓN CON FLUIDO BASE AIRE Y ANÁLISIS DE SU APLICABILIDAD EN ZONAS DE PRODUCCIÓN DEPLETADAS EN CAMPOS DEL ECUADOR.....	126
3.1. INTRODUCCIÓN	126
3.2. ANTECEDENTES.....	126
3.3. ANÁLISIS POZOS OPTIMIZADOS.....	127
3.3.1. PERFORACIÓN AIREADA POZO SB-653.....	128
3.3.1.1. Antecedentes técnicos	128
3.3.1.2. Ejecución Técnica	131
3.3.1.3. Análisis técnico	135
3.3.1.4. Resultados	136
3.3.2. PERFORACIÓN AIREADA POZO SB-546.....	138
3.3.2.1. Antecedentes técnicos	138
3.3.2.2. Ejecución Técnica	141
3.3.2.3. Análisis técnico	144
3.3.2.4. Resultados	145
3.3.3. PERFORACIÓN AIREADA POZO SB-643.....	147
3.3.3.1. Antecedentes técnicos	147
3.3.3.2. Ejecución Técnica	150
3.3.3.3. Análisis técnico	153
3.3.3.4. Resultados	154
3.4. ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESULTADOS	156
3.4.1. RATA DE PERFORACIÓN (ROP).....	156
3.4.2. TASA DE BOMBEO (GPM).....	157
3.4.3. DENSIDAD DE CIRCULACIÓN EQUIVALENTE (ECD).....	158
3.4.4. DESEMPEÑO COMPARATIVO	159
3.5. ANÁLISIS DE LA APLICABILIDAD DE LA PERFORACIÓN AIREADA EN ZONAS DE PRODUCCIÓN DEPLETADAS EN CAMPOS DEL ECUADOR	164
3.5.1. INTRODUCCIÓN	164
3.5.2. ANTECEDENTES	165
3.5.3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	166

3.5.4. ANÁLISIS DE APLICABILIDAD	169
3.5.4.1. Análisis del daño de formación.....	170
3.5.4.2. Aplicabilidad de fluidos aireados para zonas de interés	190
CAPÍTULO 4.....	192
ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA APLICACIÓN DE FLUIDOS DE AIRE COMPRESO EN LA PERFORACIÓN DE ZONAS DE BAJA PRESIÓN EN LA SECCIÓN INTERMEDIA 12 ¼"	192
4.1. INTRODUCCIÓN	192
4.2. ANTECEDENTES.....	193
4.3. ANÁLISIS ECONÓMICO	193
4.3.1. ANÁLISIS DE COSTO POZOS PROBLEMAS	199
4.3.2. ANÁLISIS DE COSTO POZOS PILOTO Y OPTIMIZADOS.....	200
CAPÍTULO 5.....	202
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	202
5.1. CONCLUSIONES	202
5.2. RECOMENDACIONES.....	205
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	208
ANEXOS	210

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1	Producción de la formación productora Thamama	13
Tabla 1.2	Propiedades físicas de los fluidos de perforación.....	16
Tabla 1.3	Propiedades químicas de los fluidos de perforación	17
Tabla 1.4	Perforación con fluido aireado vs con lodo convencional	26
Tabla 2.1	Descripción litológica relevante del campo Asab.....	50
Tabla 2.2	BHA para hoyo de 26"	52
Tabla 2.3	Propiedades del lodo de perforación empleado	53
Tabla 2.4	Riesgo de perforación en el hoyo de 26"	54
Tabla 2.5	BHA para hoyo de 17 ½"	55
Tabla 2.6	Propiedades del lodo de perforación empleado	56
Tabla 2.7	Riesgos de perforación en el hoyo de 17 ½"	57
Tabla 2.8	BHA para hoyo de 12 ¼"	59
Tabla 2.9	Propiedades del lodo de perforación empleado	60
Tabla 2.10	Riesgo de perforación en el hoyo de 12 ¼"	61
Tabla 2.11	Parámetros controlados	63
Tabla 2.12	Parámetros óptimos	64
Tabla 2.13	Desempeño de motor en el pozo SB-628.....	68
Tabla 2.14	Aditivos para lodo Aireado	87
Tabla 2.15	Propiedades del lodo aireado	88
Tabla 2.16	Información básica pozos piloto	90
Tabla 2.17	Ubicación del pozo SB-650	91
Tabla 2.18	Topes formacionales pozo SB-650	92
Tabla 2.19	Información de Reservorios pozo SB-650	93
Tabla 2.20	Información Broca y Motor pozo SB-650.....	94
Tabla 2.21	Desempeño de motor en el pozo SB-650.....	99
Tabla 2.22	Ubicación del pozo SB-499	102
Tabla 2.23	Topes formacionales pozo SB-499	103
Tabla 2.24	Información de Reservorios pozo SB-499	104

Tabla 2.25	Información Broca y Motor pozo SB-499.....	104
Tabla 2.26	Desempeño de motor en el pozo SB-499.....	110
Tabla 2.27	Ubicación del pozo SB-648.....	112
Tabla 2.28	Topes formacionales pozo SB-648	113
Tabla 2.29	Información de Reservorios pozo SB-648.....	114
Tabla 2.30	Información Broca y Motor pozo SB-648.....	114
Tabla 2.31	Desempeño de motor en el pozo SB-648.....	120
Tabla 2.32	Desempeño comparativo de pozos piloto.....	125
Tabla 3.1	Información básica pozos piloto.....	127
Tabla 3.2	Ubicación del pozo SB-653.....	128
Tabla 3.3	Topes formacionales pozo SB-653	129
Tabla 3.4	Información de Reservorios pozo SB-653.....	130
Tabla 3.5	Información Broca y Motor pozo SB-653.....	131
Tabla 3.6	Desempeño de motor en el pozo SB-653	136
Tabla 3.7	Ubicación del pozo SB-546.....	138
Tabla 3.8	Topes formacionales pozo SB-546	139
Tabla 3.9	Información de Reservorios pozo SB-546.....	140
Tabla 3.10	Información broca y motor pozo SB-546	140
Tabla 3.11	Desempeño de motor en el pozo SB-546.....	145
Tabla 3.12	Ubicación del pozo SB-643.....	147
Tabla 3.13	Topes formacionales pozo SB-643	148
Tabla 3.14	Información de Reservorios pozo SB-643.....	149
Tabla 3.15	Información Broca y Motor pozo SB-643.....	149
Tabla 3.16	Desempeño de motor en el pozo SB-643.....	154
Tabla 3.17	Desempeño comparativo de pozos piloto.....	159
Tabla 3.18	Parámetros generales para los pozos campo Hormiguero Sur	170
Tabla 3.19	Litología de Hollín Superior en Hormiguero Sur	171
Tabla 3.20	Fluido de perforación empleado en los pozos HS-1, HS-5 y HS-9 ..	172
Tabla 3.21	Presiones ejercidas durante la perforación	172
Tabla 3.22	Características del fluido consideradas para el cálculo del daño.....	183
Tabla 3.23	Características de los pozos	184
Tabla 3.24	Datos calculados para el cálculo del daño	184
Tabla 3.25	Daño estimado con diferentes métodos	185

Tabla 3.26	Daño estimado con diferentes métodos	186
Tabla 3.27	Resumen del daño promedio y producción - reacondicionamiento .	189
Tabla 4.1	Detalle del costo diario de operaciones.....	193
Tabla 4.2	Detalle de costo total de la sección 12 ¼" con fluido convencional ...	194
Tabla 4.3	Detalle de costos del servicio aireado para la sección 12 ¼"	197
Tabla 4.4	Detalle de costo total de la sección 12 ¼" con fluido aireado	198
Tabla 4.5	Detalle de costos pozos problema en la sección 12 ¼"	199
Tabla 4.6	Detalle de costos del volumen de lodo en la sección 12 ¼"	200
Tabla 4.7	Comparación de tiempo y costos de la sección 12 ¼".....	201
Tabla 5.1	Ratas recomendadas de aire203	
Tabla 5.2	Optimización alcanzada con la técnica aireada.....	204

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Mapa de Ubicación de los Emiratos Árabes Unidos	1
Figura 1.2	Ubicación de campos de los EAU.....	2
Figura 1.3	Ubicación del campo South East - Asab.....	4
Figura 1.4	Mapa de Contorno Estructural Campo Asab (Zona B).....	6
Figura 1.5	Corte Estructural Campo Asab	7
Figura 1.6	Columna Estratigráfica - Campo Asab.....	14
Figura 1.7	Perforación con gases comprimidos vs perforación convencional	22
Figura 1.8	Densidades de los fluidos de perforación	23
Figura 1.9	Compresor 1150 XHH	28
Figura 1.10	Booster Joy WB-12.....	29
Figura 1.11	Tanque de diésel.....	30
Figura 1.12	Preventora.....	31
Figura 1.13	Cabeza rotatoria	32
Figura 1.14	Tanque separador "D-Tank" Mud-Gas.....	33
Figura 1.15	Sistema de Circulación Aireado.....	36
Figura 2.1	Hoyo de 26 " - CSG 18 $\frac{5}{8}$ ".....	52
Figura 2.2	Hoyo de 17 $\frac{1}{2}$ " – CSG 13 $\frac{3}{8}$ "	54
Figura 2.3	Hoyo de 12 $\frac{1}{4}$ "- CSG de 9 $\frac{5}{8}$ "	58
Figura 2.4	Parámetros de perforación pozo SB-628.....	67
Figura 2.5	Colapso del hoyo intermedio 12 $\frac{1}{4}$ "	71
Figura 2.6	Pega del ensamblaje de fondo en el hoyo intermedio de 12 $\frac{1}{4}$ "	74
Figura 2.7	Empaquetamiento de tubería en el hoyo intermedio de 12 $\frac{1}{4}$ "	77
Figura 2.8	Pérdidas totales en el hoyo intermedio de 12 $\frac{1}{4}$ "	80
Figura 2.9	Ventana operacional de densidad	87
Figura 2.10	Esquema previo a la sección 12 $\frac{1}{4}$ " del pozo SB-650.....	93
Figura 2.11	Parámetros de perforación pozo SB-650.....	97
Figura 2.12	Gráfica de tiempo pozo SB-650.....	101
Figura 2.13	Esquema previo a la sección 12 $\frac{1}{4}$ " del pozo SB-499.....	104

Figura 2.14	Parámetros de perforación pozo SB-499.....	108
Figura 2.15	Gráfica de tiempo pozo SB-499.....	111
Figura 2.16	Esquema previo a la sección 12 ¼” del pozo SB-648.....	114
Figura 2.17	Parámetros de perforación pozo SB-648.....	118
Figura 2.18	Gráficas de tiempo pozo SB-648.....	121
Figura 2.19	Análisis de la rata de perforación - pozos piloto.....	122
Figura 2.20	Análisis de la tasa de bombeo - pozos piloto.....	123
Figura 2.21	Análisis de la densidad de circulación equivalente – pozos piloto .	124
Figura 3.1	Esquema previo a la sección 12 ¼” del pozo SB-653	130
Figura 3.2	Parámetros de perforación pozo SB-653.....	134
Figura 3.3	Gráficas de tiempo pozo SB-653.....	137
Figura 3.4	Esquema previo a la sección 12 ¼” del pozo SB-546.....	140
Figura 3.5	Parámetros de perforación pozo SB-546.....	143
Figura 3.6	Gráficas de tiempo pozo SB-546.....	146
Figura 3.7	Esquema previo a la sección 12 ¼” del pozo SB-643.....	149
Figura 3.8	Parámetros de perforación pozo SB-643.....	152
Figura 3.9	Gráficas de tiempo pozo SB-643.....	155
Figura 3.10	Análisis de la rata de perforación - pozos optimizados	156
Figura 3.11	Análisis de la tasa de bombeo - pozos optimizados	157
Figura 3.12	Análisis de la ECD – pozos optimizados.....	158
Figura 3.13	Análisis de la rata de perforación - pozos analizados	160
Figura 3.14	Análisis de la tasa de bombeo - pozos analizados	161
Figura 3.15	Hidráulica comparativa aplicada	162
Figura 3.16	Análisis de la ECD – pozos analizados.....	163
Figura 3.17	Registro Eléctrico pozo HS-1.....	173
Figura 3.18	Registro Eléctrico pozo HS-5.....	174
Figura 3.19	Registro Eléctrico HS-9	175
Figura 3.20	Historial de producción HS-1	177
Figura 3.21	Historial de Presión HS-1	178
Figura 3.22	Historial de producción HS-5	179
Figura 3.23	Historial de presión HS-5.....	180
Figura 3.24	Historial de producción HS-9	181
Figura 3.25	Historial de presión HS-9.....	182

Figura 3.26	Estimación del daño por diferentes métodos HS-1	186
Figura 3.27	Estimación del daño promedio HS-1	187
Figura 3.28	Estimación del daño por diferentes métodos HS-5	187
Figura 3.29	Estimación del daño promedio HS-5	188
Figura 3.30	Estimación del daño por diferentes métodos HS-9	188
Figura 3.31	Estimación del daño promedio HS-9	189

INDICE DE ANEXOS

Anexo 2.1	Reporte de parámetros de perforación pozo SB-628.....	211
Anexo 2.2	Reporte de parámetros de perforación pozo SB-650.....	218
Anexo 2.3	Reporte de parámetros de perforación pozo SB-499.....	224
Anexo 2.4	Reporte de parámetros de perforación pozo SB-648.....	231
Anexo 3.1	Reporte de parámetros de perforación pozo SB-653.....	237
Anexo 3.2	Reporte de parámetros de perforación pozo SB-546.....	243
Anexo 3.3	Reporte de parámetros de perforación pozo SB-643.....	249

SIMBOLOGÍA Y SIGLAS

EAU: Emiratos Árabes Unidos
SE: South East
ADCO: Abu Dhabi Company
UBD: Under Balance Drilling
ROP: Tasa de Penetración
BOP: Sistema de Prevención de Reventones
ECD: Densidad de Circulación Equivalente
TVD: Profundidad vertical verdadera
TD: Profundidad total
API: American Petroleum Institute
Pf: Presión de Formación
Ph: Presión Hidrostática
VE: Viscosidad efectiva
VA: Viscosidad aparente
VP: Viscosidad plástica
YP: Yield Point
SG: Gravedad específica
AV: Velocidad anular
LCM: Material de pérdida de circulación
DBA: Decibel acústico
SCFM: Pie cúbico estándar por minuto
CFM: Pie cúbico por minuto
MWD: Mediciones durante la perforación
NPT: Tiempo no productivo
BPH: Barriles por hora
PPH: Pies por hora
PCF: Libras por pie cúbico
GPM: Galones por minuto

WOB: Peso sobre la broca

RPM: Revoluciones por minuto

BPD: Barriles por día

PH: Potencial hidrogeno

S: Daño de formación

RESUMEN

El presente análisis fue propuesto con la finalidad de prevenir problemas operacionales que se enfrentan durante la perforación de zonas de baja presión de la sección intermedia de 12 ¼" en el campo South East (S.E.), reemplazando al fluido base agua por un fluido aireado.

El primer capítulo presenta tres secciones fundamentales que fueron integradas como una introducción para el desarrollo de este análisis. La primera sección corresponde a una descripción general del campo en la que se describe antecedentes, ubicación y descripción geológica estructural y estratigráfica. La siguiente sección está conformada por un marco teórico de los conceptos de fluidos de perforación convencionales y aireados relevantes para el estudio, y finalmente la tercera sección muestra un análisis teórico de los problemas que se presentaron al atravesar zonas con bajos gradientes de presión en la sección de 12 ¼".

El segundo capítulo está constituido inicialmente por una descripción breve de las operaciones estándar de perforación llevadas a cabo por la operadora. A continuación se presenta una investigación de incidentes de 4 pozos que fueron perforados con anterioridad y en los cuales se generó el mayor porcentaje de demoras operacionales al atravesar los acuíferos de baja presión. Se determinó la causa raíz de los problemas así como su impacto económico. Posteriormente se resaltan las guías operacionales que se deben seguir para la perforación aireada, y finalmente se desarrolló un análisis técnico operacional para 3 pozos pilotos en los cuales se ejecutó la técnica de fluidos aireados por primera vez.

El tercer capítulo presenta inicialmente el análisis técnico de 3 pozos de desarrollo con la técnica aireada, aplicando nuevas condiciones óptimas operacionales sugeridas por este proyecto, reduciendo los tiempos y riesgos operacionales que implicaban perforar zonas de baja presión con fluidos base agua. Posteriormente

se analiza la aplicación de la perforación aireada para zonas de producción depletadas en campos del Oriente ecuatoriano.

El cuarto capítulo corresponde al desarrollo del análisis económico comparativo de la aplicación de fluidos de aire comprimido versus fluidos convencionales, en la perforación de zonas de baja presión en la sección intermedia de 12 ¼" del campo S.E.

Finalmente, el quinto capítulo presenta las conclusiones y recomendaciones.

PRESENTACIÓN

El fluido aireado es una técnica que favorece la perforación de formaciones depletadas o con bajos gradientes de presión, disminuyendo el riesgo a la presencia de problemas operacionales que puedan provocar daños severos en el pozo.

La perforación aireada consiste en la adición de aire comprimido en el fluido de perforación (lodo o agua), con lo cual el fluido alcanza una densidad menor que los fluidos de perforación convencionales y por lo tanto la presión hidrostática dentro del pozo es inferior a la presión de la formación. Esta condición hace posible reducir las pérdidas de fluido en zonas de baja presión, previniendo daños o fracturas de formación, y posibles problemas operacionales severos asociados al colapso del pozo.

La operadora dentro de uno de sus campos más importantes enfrenta problemas operacionales al atravesar 3 zonas de baja presión durante la perforación de la sección de 12 ¼", para lo cual ha invertido cuantioso tiempo y recursos en buscar las técnicas más eficientes empleando el fluido convencional. A pesar de estos intentos no se ha logrado alcanzar una técnica eficiente que permita reducir el margen de incertidumbre de posibles problemas operacionales que se pueden presentar, motivo por el cual la operadora ha decidido optar por el uso de fluidos de aire comprimido durante la perforación de esta sección. Es así que el presente proyecto busca establecer los parámetros operacionales óptimos para el uso permanente de fluidos aireados.

La optimización se inició con el análisis de 4 pozos que fueron perforados hace un tiempo atrás con fluido convencional, y en los cuales se generó el mayor porcentaje de demoras operacionales. Se halló la causa raíz de los problemas durante la

perforación de zonas de baja presión y se determinó las consecuencias económicas.

Posteriormente se desarrolló el análisis técnico de 3 pozos pilotos en los cuales se aplicó la técnica de fluido aireado por primera vez. En este análisis fueron estudiados factores como: el tiempo, volumen de aire, densidad, viscosidad, ECD, y parámetros de perforación como: ROP, WOB, GPM y RPM, llegando así a determinar las condiciones óptimas operacionales con las que se recomienda perforar la sección de 12 ¼”.

Las condiciones operacionales recomendadas fueron aplicadas en tres nuevos pozos, obteniendo resultados satisfactorios durante la perforación y posteriormente en las condiciones finales de la sección, tiempo de ejecución y costos.

Finalmente el presente proyecto plantea la aplicación de la perforación aireada en zonas de producción depletadas en campos del Ecuador.

CAPITULO 1

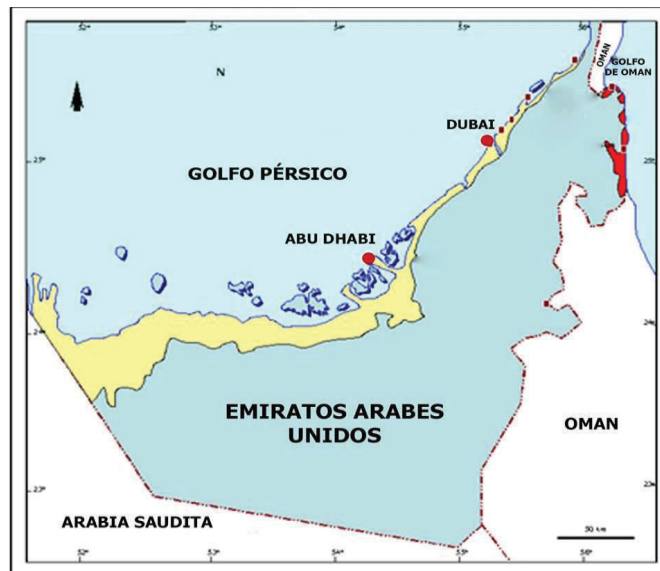
INTRODUCCIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL CAMPO SOUTH EAST - ASAB

1.1.1. INTRODUCCIÓN

Los Emiratos Árabes Unidos (EAU) están situados en el Suroeste de Asia, entre los países de Omán y Arabia Saudita, bordeando el Golfo de Omán y el Golfo Pérsico (ver figura 1.1). Ubicación estratégica a lo largo del Estrecho de Ormuz para el tránsito mundial de petróleo. Abu Dhabi es el emirato más grande, capital de los Emiratos Árabes Unidos, y el mayor productor de petróleo de todos ellos. Controla más del 85 % de la capacidad de producción total de petróleo de los EAU y más del 90% de sus reservas de crudo.

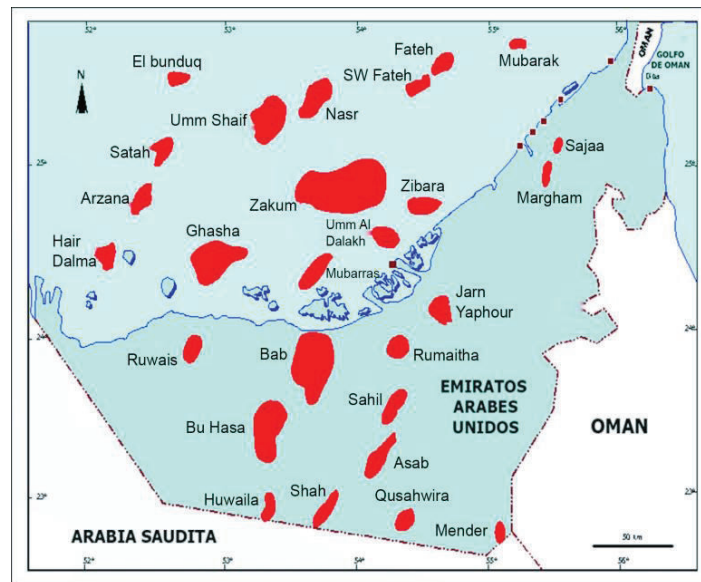
Figura 1. 1 Mapa de Ubicación de los Emiratos Árabes Unidos



Fuente: Geology of Emirates, capítulo 2 “Geology of the United Arab Emirates”.

Abu Dhabi cuenta con una superficie total de 67.340 km², constituyendo el emirato más grande y dueño de los campos petroleros más extensos de EAU. Estos campos se enlistan a continuación por su grado de importancia: Bab, South East (ASAB y SAHIL), Bu Hasa, Shah, Zakum, Umm Shaif y SQM, (ver figura 1.2).

Figura 1. 2 Ubicación de campos de los EAU



Fuente: Geology of Emirates, capítulo 2 “Geology of the United Arab Emirates”.

La mayor parte de los campos petrolíferos de Emiratos Árabes Unidos han producido desde la década de 1960 o principios de 1970, sin embargo las actividades de exploración en Abu Dhabi se iniciaron en 1936 por la compañía PDTC, la cual en 1950 inició la perforación de prueba con el primer pozo exploratorio perforado en Ras Sadr, en el cual no se descubrió petróleo. En 1953, la perforación comenzó en el campo Bab a 105 km al suroeste de Abu Dhabi, pero fue cerrado debido a problemas técnicos.

El petróleo fue descubierto por primera vez en cantidades comerciales en el campo Bab en 1959, posteriormente se descubrió petróleo en Bu Hasa en 1962, en Asab en 1964, en Shah en 1966, y en Sahil en 1967.

En julio de 1962, PDTC pasó a llamarse Abu Dhabi Petroleum Company (ADPC), y en 1982, pasó a llamarse Abu Dhabi Company para las operaciones en tierra.

Según los últimos reportes de los EAU, las reservas probadas de crudo alcanzan los 97,8 billones de barriles, un poco menos del 10% del total mundial. Abu Dhabi tiene el 94% de esta cantidad que representa alrededor de 92,2 billones de barriles, seguido por Dubai con un estimado de 4 millones de barriles, Sharjah con 1,5 billones de barriles, y Ras al Khaimah con 500 millones de barriles.

A la vez las reservas de gas natural llegan a los 215,1 trillones de pies cúbicos, ocupando el séptimo lugar a nivel mundial. Abu Dhabi cuenta con una reserva de 196,1 billones de pies cúbicos siendo la más grande de los EAU.

La mayor parte del crudo de los EAU se considera ligero, con gravedades en el rango de 32 a 44° API. Crudo Murban de Abu Dhabi 39° y crudo Fateh de Dubai 32°, los cuales son crudos primarios de exportación. La producción total de los Emiratos Árabes Unidos es de 3,21 millones de barriles por día.

1.1.2. ANTECEDENTES

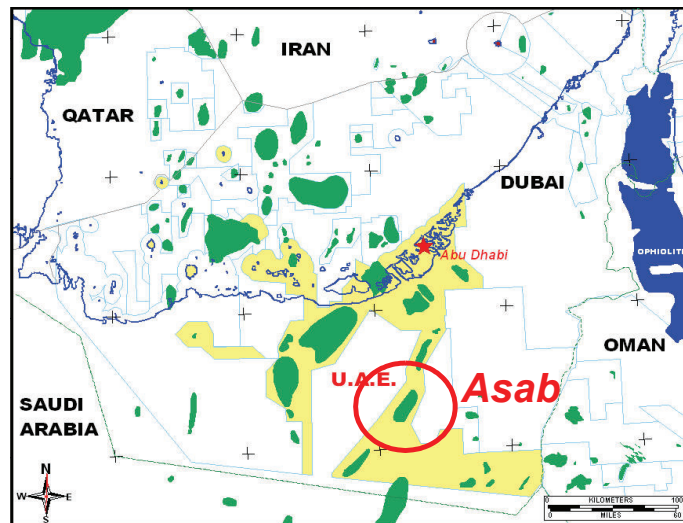
El campo South East (SE) se encuentra ubicado en Abu Dhabi, y se compone de los campos subsecuentes ASAB y SAHIL, formados por estructuras diferentes.

La perforación del primer pozo (Abu Jidu-1), ahora SB-1, en el campo Asab comenzó el 22 de noviembre 1964, descubriéndose petróleo en el Grupo de Alto Thamama (zonas B y C). Inicialmente el campo se llamó Abu Jidu y fue cambiado posteriormente a Asab, iniciando su producción en 1973, Asab es uno de los campos en tierra más grandes que produce a partir de los carbonatos del Cretácico Inferior, que se encuentra en el lado norte de la cuenca de Rub Al Khali, en la plataforma oriental Arábica. Geológicamente el campo está conformado principalmente por dunas de arena, separadas por delgadas capas de arena fina, y ocasionalmente por pequeños estratos sedimentarios de regiones áridas.

1.1.3. UBICACIÓN

El campo South East - Asab está aproximadamente a 150 km al suroeste de la isla de Abu Dhabi, 85 km al sureste de campo Bab y a 100 km al este-sureste del campo Bu Hasa, (ver figura 1.3).

Figura 1.3 Ubicación del campo South East - Asab



Fuente: ADCO. Drilling Manual, 2012.

1.1.4. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

El campo South East está conformado por depósitos sedimentarios de acumulación de carbonatos primarios, los cuales a partir de movimientos tectónicos intermitentes generaron plegamientos relativamente suaves, fallas y algunos domos salinos. Se cree que la formación del campo resulta de capas formadas por el movimiento de la sal que fue depositada en edad Infracámblica. La estructura Asab comenzó a evolucionar en Tiempos del Cretácico Medio, particularmente en el Cenomaniano.

1.1.4.1. Características estructurales

El campo Asab presenta una estructura de domo anticlinal elongado, en dirección noreste-suroeste, de 26 km de largo y 9 km de ancho. El flanco sur es más amplio

que el flanco norte. Cuenta con más de 600 pies de relieve estructural en la parte superior del estrato del Cretácico Inferior (Thamama) y un área de aproximadamente 230 km² en la parte superior. Buzamientos en el flanco occidental son de 3 a 4 °, y en el flanco oriental, alrededor de 2 a 3°. Asab es una estructura de falla normal.

Las fallas se concentran en la zona de la cresta y al sureste de los flancos occidentales. Se cree que las fallas se han desarrollado en respuesta a fuerzas de compresión, ya que este campo se encuentra cerca de la zona orogénica que afectó a las montañas de Omán en el Cretácico Tardío.

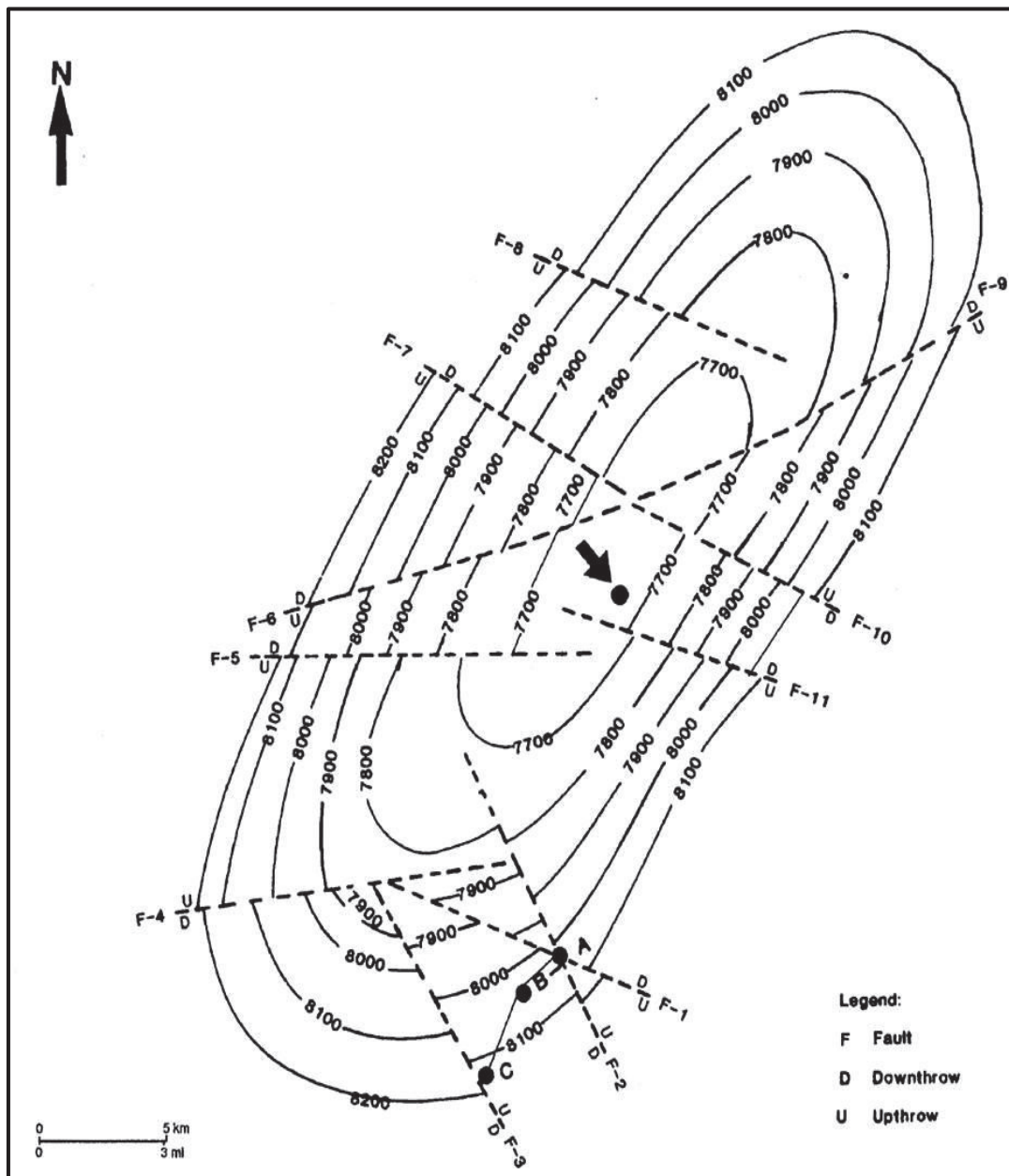
No hay evidencia de comunicación vertical efectiva entre cualquiera de las zonas del yacimiento Thamama. Sin embargo, la comunicación lateral se puede producir dentro de la zona B como resultado de fallas (ver figura 1.4). Las evidencias de fallas presentan cambios bruscos en los contornos estructurales, cambios abruptos en las inmersiones entre pozos, porosidades y permeabilidades anómalas.

La evolución estructural de la Plataforma Árabe ha influido fuertemente en los patrones de sedimentación en los Emiratos Árabes Unidos. Después del Paleozoico superior las condiciones sedimentarias predominantes cambiaron drásticamente, principalmente de sedimentos clásticos a predominio de carbonatos marinos hasta el Eoceno.

La Península Arábiga en su conjunto muestra dos principales provincias geológicas:

- El escudo árabe: un área al oeste compuesta principalmente de rocas ígneas y metamórficas del Precámbrico.
- La plataforma árabe: una amplia zona al este del cratón, que ha sufrido el hundimiento periódico y que ha acumulado una secuencia de rocas sedimentarias con edades comprendidas desde el Cámbrico al Reciente.

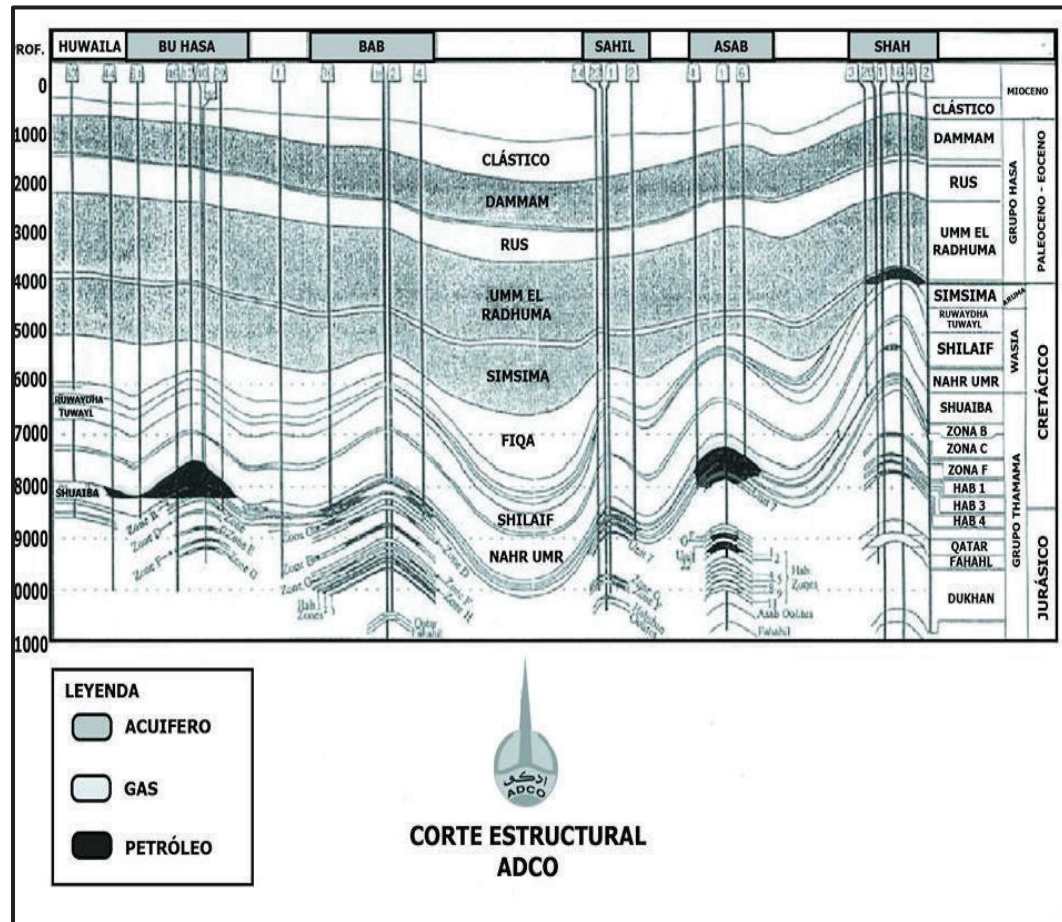
Figura 1. 4 Mapa de Contorno Estructural Campo Asab (Zona B)



Fuente: Alsharhan. Asab Field-United Arab Emirates, 1993.

Algunos creen que la estratigrafía de la provincia petrolífera del Medio Oriente está totalmente definida, sin embargo un examen a fondo del sistema estratigráfico revela que simplemente consiste en un rompecabezas de unidades que describen su depositación descendentemente de la siguiente manera (ver figura 1.5):

Figura 1. 5 Corte Estructural Campo Asab



Fuente: Farzad. Geology of the United Arab Emirates, 2001.

Cenozoico:

Mioceno: A finales del Terciario se restablecieron los depósitos clásticos con carbonatos.

Paleoceno-Eoceno: Calizas marinas poco profundas con yeso / anhidrita en el Eoceno inferior.

Mesozoico:

Cretácico: predominantemente calizas someras-marinas no evaporadas, pero con afluencias clásticas.

Jurásico: calizas marinas someras con dolomitas subordinadas y extensas anhidritas masivas.

1.1.4.2. Estratigrafía

1.1.4.2.1. Mioceno

La geología superficial de Abu Dhabi se oculta bajo una cubierta de arenas que forman las crestas de dunas arenosas, que alcanzan profundidades de hasta 492 pies. El Mioceno está representado por las arenas continentales y gravas en toda la zona desértica superficial, expuestas a la erosión continua. Estos depósitos superficiales incluyen pseudo-conglomerados, calizas, gravas de playa, limos, lodos y arenas eólicas depositadas en láminas delgadas o dunas, (ver figura 1.6).

1.1.4.2.2. Paleoceno Eoceno – Grupo HASA

El Terciario Inferior de los Emiratos se compone de tres formaciones que reflejan el continuo ambiente de deposición establecido en el Cretácico Superior. Estas formaciones Cenozoicas están representadas por la secuencia de los estratos que se los conoce como Grupo Hasa (ver figura 1.6):

- **Formación Dammam (Eoceno Medio)**

Se formó por una fase transgresiva con características de agua salina en el Mioceno Medio, con condiciones geológicas marinas de agua poco profunda que luego dio lugar a la deposición generalizada de los carbonatos de la formación Dammam. Tiene características de acuífero de baja presión con permeabilidades relativas bajas, propias de procesos marinos.

Al sureste de Abu Dhabi Dammam alcanza espesores de hasta 2200 pies, la formación se compone de calizas arcillosas en su parte superior y de un estrato de lutitas calcáreas en la parte inferior, originado por camas leves de calizas, dolomitas y lutitas subordinadas, recibiendo el nombre de Basamento Lutítico Dammam, el mismo que se presenta en espesores menores a los 100 pies.

(Farzad, 2001)

- **Formación Rus (Eoceno Inferior)**

La secuencia de los carbonatos del Mioceno Inferior constituye la depositación de la formación Rus, la misma que presenta espesores desde los 200 pies en el norte, hasta más de 840 pies en el sur. Está constituida predominantemente de anhidrita masiva que representa condiciones supramareales superficiales y calizas arcillosas menores en la base que representan condiciones lagunares.

(Farzad, 2001)

- **Formación UER - Umm Er Radhuma (Paleoceno)**

La formación fue depositada en condiciones marinas poco profundas e indica una transgresión generalizada del comienzo del Paleoceno. Tiene características de acuífero de baja presión con permeabilidades relativas bajas, propias de procesos marinos.

Se extiende en espesores de 1150 pies en el noroeste a 1500 pies en el sur y más de 2300 pies en el este. La parte más abundante de la formación UER se compone de calizas y dolomitas bien definidas, anhidrita delgada y bloques arcillosos como consecuencia de las condiciones de aguas poco profundas. La base de la formación se compone de lutitas delgadas firmes que se lo denomina Basamento Lutítico UER, que presentan espesores menores a los 100 pies.

(Farzad, 2001)

1.1.4.2.3. Cretácico

Las rocas del cretácico incluyen estratos con composiciones que van desde los carbonatos de esquistos calcáreos hasta calizas calcáreas, y se ordenan en grupos de manera descendente de la siguiente manera (ver figura 1.6):

- **Cretácico superior - Grupo Aruma**

Las rocas del Cretácico Superior se conocen como Grupo Aruma, este grupo se subdivide en cuatro formaciones que se denominan:

- **Formación Simsima**

Representa la fase regresiva del Cretácico Superior, y se compone de calizas de grano fino – medio y dolomitas de origen de aguas poco profundas. La formación presenta espesores de 600 pies en el noroeste de la zona y alcanza un máximo de 1200 pies en el sureste, además presenta características de acuífero de baja presión con permeabilidades relativas bajas, propias de procesos marinos. La formación pierde sus características en el este de la costa de Abu Dhabi, donde pasan a las calizas más profundas. Es un profundo depósito medio marino que en su parte inferior consta de un estrato blando de lutitas calcáreas y calizas arcillosas. Estas rocas se depositaron en un profundo mar abierto en la edad cretácica por lo que se lo conoce como el estrato más regresivo de toda la columna estratigráfica de Abu Dhabi. (Farzad, 2001)

- **Formación Fiqa**

La formación Fiqa representa el Cretácico Superior en su fase transgresiva, y es un profundo depósito medio marino que se extiende en el espesor de 335 pies a más de 1100 pies mar adentro. En su base se presenta una capa blanda de lutitas calcáreas que se superponen en calizas arcillosas en su tope. El esquisto es frecuentemente intercalado o reemplazado por una secuencia de carbonatos erosionados y lutitas silicificadas. (Farzad, 2001)

- **Formación Halul**

En la fase regresiva depositacional del Cretácico Superior hubo dos ciclos regresivos, la parte superior está representada por la formación Fiqa y la inferior por las formaciones Halul y Laffan. La formación Halul cubre concordantemente la formación Laffan, y Halul consiste en intercalaciones delgadas de lutitas calcáreas en la base y caliza calcárea bioclástica en su tope, y se presenta en espesores cortos de alrededor de 100 pies en el norte a 200 pies en el sureste. (Farzad, 2001)

- **Formación Laffan**

Proviene de una gran discordancia del Cretácico Medio y Superior que llevó de nuevo a la deposición de una secuencia de lutitas finas con calizas arcillosas menores que representan la formación Laffan. En la parte inferior se depositó en un ambiente deltaico mientras que la capa principal se depositó en un ambiente marino abierto. La formación puede alcanzar 200 pies de espesor en el noroeste y 300 pies en el sureste. (Farzad, 2001)

- **Cretácico medio - Grupo Wasia**

Las rocas del Cretácico Medio se conocen como Grupo Wasia, el cual se subdivide en cinco formaciones ordenadas en forma descendente de la siguiente manera:

- **Formación Ruwaydha y Tuwayil**

Las formaciones Tuwayil y Ruwaydha se encuentran en el centro de Abu Dhabi y probablemente depositadas de forma sincronizada. Ruwaydha se presenta en espesores muy cortos menores a 50 pies en el sureste, desapareciendo hacia el noreste reemplazada por Ruwaydha.

La formación Tuwayil se depositó como carbonatos de aguas poco profundas, alcanzando un espesor máximo de 300 pies en la zona de la costa occidental, mientras que en el este el espesor máximo es de 865 pies. La formación consiste en una compleja secuencia de calizas bioclásticas de grano fino sucedidas por calizas de grano mediano y que a su vez pasan hacia arriba por trasgresión de mediano a grano grueso. Tuwayil se superpone por completo a Ruwaydha en la parte central de Abu Dhabi. (Farzad, 2001)

- **Formación Shilaif**

Shilaif se depositó en una cuenca de aguas profundas como resultado de la continua subsidencia que comenzó en el Cretácico Medio. Presenta espesores de 350 pies en el este y oeste, pero llega a 1,000 pies en las partes

centrales de la zona. Esta formación está constituida por una sucesión de capas de arcillas, calizas de grano fino - medio junto con lutitas calcáreas ubicadas en su base. (Farzad, 2001)

- **Formación Mauddud**

Está cubierta por una facie de la cuenca Shilaif y esta a su vez está cubierta por carbonatos. El patrón de deposición ocurrió durante el Cretácico Medio por sedimentación bioclástica, y está constituida por calizas acompañadas por lentes de dolomita y limos glauconíticos dispersos. (Farzad, 2001)

- **Formación Nahr Umr**

El hundimiento del Cretácico Medio condujo a la deposición de la formación Nahr Umr, la cual se engrosa gradualmente alrededor de 220 pies en el norte, hasta un máximo de 600 pies en el sur. Nahr Umr consiste en una secuencia de lutitas con algunos lentes de arena dispersos, limos glauconíticos y capas ocasionales de caliza. (Farzad, 2001)

- **Formación Bab Member**

Su densa caliza de naturaleza de cuenca, es una unidad litoestratigráfica informal que se desarrolló en altos ambientes topográficos submarinos generalmente en aguas profundas. Se presenta principalmente como granos finos de piedra caliza calcárea con variaciones marcadas de capas densas y lentes de arena sedimentarios no productibles. (Farzad, 2001)

- **Cretácico inferior – Grupo Thamama**

Las rocas del Cretácico Inferior se conocen como Grupo Thamama y son considerados los reservorios de hidrocarburo principal de Abu Dhabi.

- **Formación Thamama**

Thamama se caracteriza por una amplia sedimentación de carbonatos que son el resultado de una serie de transgresiones y regresiones, las mismas

que causaron deposiciones cíclicas de baja y alta energía de carbonatos generalizados. Este tipo de deposición permitió la formación de unidades porosas de depósito de hidrocarburos de alta energía, cubiertas y selladas por estratos densos de calizas y lutíticas calcáreas marinas.

Esta formación está conformada por cuatro fases de sedimentación conocidas como zonas A, B, C y D, divididas por calizas lagunares intercaladas con anhidrita y dolomitas subordinadas, es decir cada zona se inicia y finaliza con caliza arcillosa, porosa, y limpia. La producción actual de las zonas del grupo Thamama se estima alrededor de 340,000 barriles por día, como se detalla en la tabla 1.1 a continuación. (Farzad, 2001)

Tabla 1. 1 Producción de la formación productora Thamama

Zona	Producción (M BPD)
A	60
B	250
C,D	30
Total	340

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

Las reservas de petróleo de la formación Thamama son las más abundantes de Abu Dhabi, y son extraídas en los campos en tierra de Bu Hasa, Asab, Bab y Sahil.

El petróleo es producido principalmente de las zonas A, B, C y D de gravedad específica de 39,2 a 40,7 API. Las zonas superiores A y B son los reservorios más importantes, donde se presentan porosidades de hasta 30% y permeabilidades superiores a 100 md que se distribuyen de forma variable a través de todo el depósito.

El principal componente del gas es el metano (CH₄) con ácido sulfhídrico (H₂S) en el rango de 28 a 32% en peso. Se cree que Thamama es geoquímicamente la fuente principal para el crudo árabe, capaz de generar

condensado y gas, con un contenido de carbono de 1,6% a 12,300 pies. Tiene grandes volúmenes de gas compuestos predominantemente de metano (89%) con pequeñas cantidades de N₂, CO₂ y gases de hidrocarburos C₂-C₅. Las porosidades son generalmente moderadas de hasta 20% de promedio en la parte superior de la formación. La permeabilidad es generalmente baja, pero en algunos niveles es mucho mayor por fracturas. (Farzad, 2001)

Figura 1. 6 Columna Estratigráfica - Campo Asab

ERA	Millones Años	Periodo	Época	Grupo	Formacion	Espesor promedio	Litología	Descripción		
C E N O Z O I C O	1.8	T E R C I A R I O	MIOCENO		Mioceno Clástico	1318		DUNAS GRAVAS CALIZAS		
									PALEOCENO-EOCENO	HASA
			Rus		553		ANHIDRITA / CALIZA			
			UER		1836		CALIZA LUTITA			
M E S O Z O I C O	65	C R E T Á C I O	SUPERIOR	ARUMA	Simsima	555		CALIZA /DOLOMITA		
					Fiqa	376		LUTITAS /MARGAS		
					Halul	59		CALIZA		
					Laffan	45		LUTITAS		
					Ruwaydha	9		CALIZA		
					Tuwayil	117		LUTITA		
			MEDIO	WASIA	Shilaif	795		CALIZAS / MARGAS		
					Mauddud	85		CALIZA		
					Nahr Umr	667		LUTITA		
					INFERIOR	THAMAMA	Zona A	210		CALIZA
							Zona B	166		CALIZA
							Zona C	708		CALIZA
Zona D	280		CALIZA							
	146									

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: Farzad. Geology of the United Arab Emirates, 2001.

1.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y CONCEPTOS BÁSICOS DE LOS FLUIDOS DE AIRE COMPRIMIDO

1.2.1. FLUIDOS DE PERFORACIÓN

Son fluidos con propiedades físicas, químicas y tixotrópicas, apropiadas para satisfacer las necesidades operativas durante la perforación. Estos fluidos pueden ser definidos, dependiendo de su tipo, como una mezcla heterogénea de un solvente (agua o aceite) más la adición de aditivos que permiten alcanzar los parámetros ideales del fluido, y a la vez contar con características importantes como el de no ser inflamables, corrosivos, ni tóxicos, pero si inmunes al desarrollo de bacterias.

El sistema de circulación para el fluido se da a través de la sarta de perforación hasta la barrena y regresa a superficie por el espacio anular, garantizando la seguridad, rapidez, y eficiencia de las operaciones. Los fluidos de perforación pueden ser:

- Aire o gas natural
- Lodo base aceite
- Lodo base agua
- Fluidos de gases comprimidos

La importancia de los fluidos o lodos de perforación radica en las funciones que estos desempeñan durante las operaciones, algunas de ellas que se pueden mencionar son:

- Controlar presiones de formación.
- Mantener la estabilidad del agujero.
- Remoción y suspensión de los recortes del pozo.
- Enfriamiento y lubricación de la broca y sarta.
- Formación de la costra de lodo.

- Sellar formaciones permeables.
- Minimizar los daños al yacimiento.
- Asegurar una evaluación adecuada de la formación.
- Transmisión de energía hidráulica a la barrena y a herramientas de fondo.
- Suspensión de la sarta de perforación y de tuberías de revestimiento.
- Control de corrosión.
- Minimizar el impacto ambiental

1.2.2. PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS DE PERFORACIÓN

1.2.2.1. Propiedades físicas

Las propiedades físicas de los fluidos de perforación son resumidas en la tabla 1.2:

Tabla 1. 2 Propiedades físicas de los fluidos de perforación

PROPIEDADES FÍSICAS	
Densidad o peso del lodo	Representa la masa del fluido por unidad de volumen, y es expresado en lb/gal o en gr/cm ³ . Su valor está determinado por el gradiente de presión, y puede ir de 1.07 a 2.50 gr/cm ³ .
Reología	Ciencia que estudia la deformación y flujo de la materia bajo condiciones que incluyen temperatura, presión y velocidad de corte. Su estudio requiere del análisis de propiedades como: viscosidad de embudo, viscosidad efectiva (VE), viscosidad plástica (VP), punto cedente o Yield Point (YP), tixotropía y esfuerzos de gel.
Filtrado API	Cantidad relativa de líquido proveniente del fluido de perforación que se filtra a través del revoque hacia las formaciones permeables debido a una presión diferencial. Esta propiedad se mide en cm ³ .

Tabla 1.2 Continuación

PROPIEDADES FÍSICAS	
PH	Indica el grado de acidez o de alcalinidad de una solución, mediante una escala de 1 a 14 donde los valores bajos corresponden a una acidez creciente y los altos valores a una alta basicidad.
Porcentaje de Arena	Su valor se expresa como porcentaje en volumen total de arena en el fluido, y se obtiene mediante un proceso muy elemental mediante una malla 200, un embudo y un tubo de vidrio graduado.
Porcentaje de Sólidos y líquidos	Se lo determina mediante una prueba de retorta de lodo, que consiste en una unidad de destilación donde los resultados que se obtienen son el volumen porcentual de agua, aceite y sólidos contenidos en la muestra de fluido.

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ENERGY, A.P.I. Manual de fluidos de perforación, 2001.

1.2.2.2. Propiedades químicas

Las propiedades químicas son resumidas en la tabla 1.3 a continuación.

Tabla 1.3 Propiedades químicas de los fluidos de perforación

PROPIEDADES QUIMICAS	
Dureza	Se determina mediante un proceso de titulación, y es causada por la presencia de sales de Ca y Mg disueltas en el agua o en el filtrado.
Cloruros	Cantidad de iones de cloro presentes en el filtrado del lodo.
Alcalinidad	Concentración de iones solubles en agua que pueden neutralizar ácidos
MBT	Concentración total de sólidos arcillosos que contiene el fluido, y su valor depende de la cantidad de azul de metileno que es absorbido.

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ENERGY, A.P.I. Manual de fluidos de perforación, 2001.

1.2.2.3. Densidad de circulación equivalente (ECD)

La ECD se define como la presión ejercida sobre la formación, que corresponde al resultado de la presión hidrostática del fluido de perforación más las pérdidas de presión en el anular debido a la circulación del fluido. Esto se verá reflejado en el peso de lodo que producirá una presión hidrostática igual a la suma de estas presiones.

La densidad de circulación equivalente representa la densidad del fluido a determinada profundidad, permitiendo conocer también en este punto la presión hidrostática. La ECD es afectada por los factores de presión y temperatura.

Una vez que empieza la circulación se producen cambios de presión al igual que incrementos en la presión del fondo del pozo, que aunque este último es ligero resulta significativo. Estos cambios son considerados como los resultados de la fricción del lodo en el anular y de las pérdidas de presión por fricción al introducir o sacar la tubería. Dado que la fricción agrega presión al pozo, el peso efectivo o densidad de circulación equivalente aumenta en el fondo.

La ECD es un parámetro importante que permite evitar golpes de presión y pérdidas de circulación, especialmente en pozos que presentan una diferencia estrecha entre el gradiente de fractura y el gradiente de presión de formación.

1.2.2.3.1. Determinación de la densidad de circulación equivalente

La densidad equivalente de circulación, ECD, es medida en lb/gal, y puede ser obtenida mediante la siguiente ecuación:

$$ECD = \rho_f + \frac{\Delta P_{EA}}{0.052 \times TVD} \quad (1.1)$$

ρ_f : Densidad del lodo, (lb/gal).

ΔP_{EA} : Caída de presión por fricción en el espacio anular entre la profundidad D y la superficie, (psi).

TVD: Profundidad vertical verdadera, (pies).

Cálculo de la densidad de circulación equivalente (ECD) en gr/cc.

- Velocidad Anular (VA):

$$VA = \frac{24.5 * Q}{(D^2 - d^2) * 60} \quad (1.2)$$

VA: Velocidad Anular, (pies/s).

Q: Tasa de bombeo, (GPM).

D: Diámetro del agujero, (pulg).

d: Diámetro externo de la tubería de perforación, (pulg).

- Caída de presión en el espacio anular por fricción (ΔP):

$$\Delta P = \left[\frac{TVD * YP}{225 * (D - d)} + \frac{TVD * VP * VA}{1500 * (D - d)^2} \right] * 0.0706$$

$$\Delta P = \left[\frac{lb}{pulg^2} \right] * 0.0706 \quad (1.3)$$

ΔP : Caída de presión en el espacio anular por fricción, (Kg/cm²)

TVD: Profundidad, (pies).

YP: Yield point, (lb/100 pies²).

D: Diámetro del agujero, (pulg).

d: Diámetro externo de la tubería de perforación, (pulg).

VP: Viscosidad plástica, (cp).

VA: Velocidad Anular, (pies/s).

- Presión Hidrostática

$$PH = \frac{TVD}{10} * \rho_f \quad (1.4)$$

PH: Presión hidrostática, (kg/cm²).

TVD: Profundidad, (m).

ρ_f : Densidad del lodo, (gr/cc).

- Densidad de circulación equivalente ECD

$$ECD = \frac{PH + \Delta P}{0.1 * TVD} \quad (1.5)$$

ECD: Densidad de circulación equivalente, (gr/cc).

PH: Presión hidrostática, (kg/cm²).

ΔP : Caída de presión en el espacio anular por fricción, (Kg/cm²).

TVD: Profundidad, (m).

1.2.2.3.2. Factores que afectan la ECD:

- **Litología de la formación**

La litología de la formación influye de manera directa en la selección del fluido de perforación, pues formaciones poco consolidadas requieren de una ECD que no sobrepase la presión de fractura y que sea ligeramente mayor a la presión de formación.

- **Densidad del lodo**

A una mayor densidad de lodo se obtiene una mayor ECD, y si ésta sobrepasa la presión de fractura ocasionará daño a la formación. Además que una densidad

muy alta también reduce las RPM de la broca, requiriendo un mayor esfuerzo de parte de la bomba.

- **Pérdidas de presión en el espacio anular**

La fricción que se produce en el espacio anular agrega presión al pozo, incrementando el peso efectivo o densidad de circulación equivalente en el fondo. En condiciones normales la presión ejercida por las bombas de lodo en superficie es directamente proporcional a la ECD y a las pérdidas de presión en el espacio anular.

- **Velocidad de penetración y tamaños de los recortes**

El aumento de recortes de formación junto con su tamaño, aumentan la ECD. Al incrementar la velocidad de penetración se eleva la presión de fondo debido al aumento de recortes.

- **Limpieza del pozo:**

La limpieza del pozo, depende en gran medida del tipo de fluido y por ende de las propiedades reológicas del mismo. La ECD también puede sufrir un incremento debido a una mala limpieza de los recortes de perforación que se acumulan en el fondo del pozo.

La geometría de los poros también es un factor que influye en la limpieza de recortes, pues al contar con una geometría regular se facilita la limpieza y por lo tanto la ECD no aumentará en gran medida.

1.2.3. FLUIDOS DE GASES COMPRIMIDOS

Este tipo de fluidos corresponden a una de las técnicas actuales para minimizar los problemas de perforación y aumentar la recuperación de hidrocarburos, la

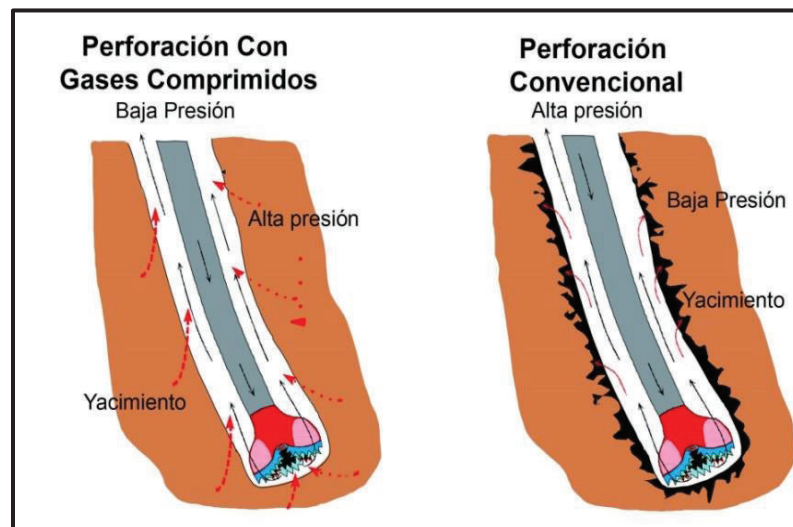
misma que es conocida como Bajo Balance, o en inglés como Under Balance Drilling (UBD).

La perforación bajo balance es definida como “la operación de perforación donde la presión hidrostática del fluido es intencionalmente diseñada para ser menor que la presión del yacimiento que está siendo perforado”. (Nas, 2004)

Esta condición será alcanzada ya sea porque la presión del fluido de perforación es menor debido a su naturaleza o por la adición de aire, gas natural o Nitrógeno a la parte líquida del fluido de perforación, provocando así la disminución de la densidad de circulación equivalente (ECD).

Al trabajar con esta presión no se permite la invasión del fluido de perforación o de sólidos hacia el reservorio, y se evita la presencia de la costra de lodo, causando un menor daño a la formación e incrementando su productividad. Pero a diferencia de la perforación convencional se obtendrá un influjo de los fluidos de la formación hacia el pozo que deben ser controlados para evitar problemas, (ver figura 1.7).

Figura 1.7 Perforación con gases comprimidos vs perforación convencional



Modificado por: Valeria Guerra

Fuente: Nas. Introduction to underbalanced drilling, 2004.

La perforación con fluidos aireados cuenta con un sistema cerrado en superficie para el manejo y control de los fluidos que retornan del pozo. El crudo, gas, fluido de perforación y sólidos son separados de manera segura.

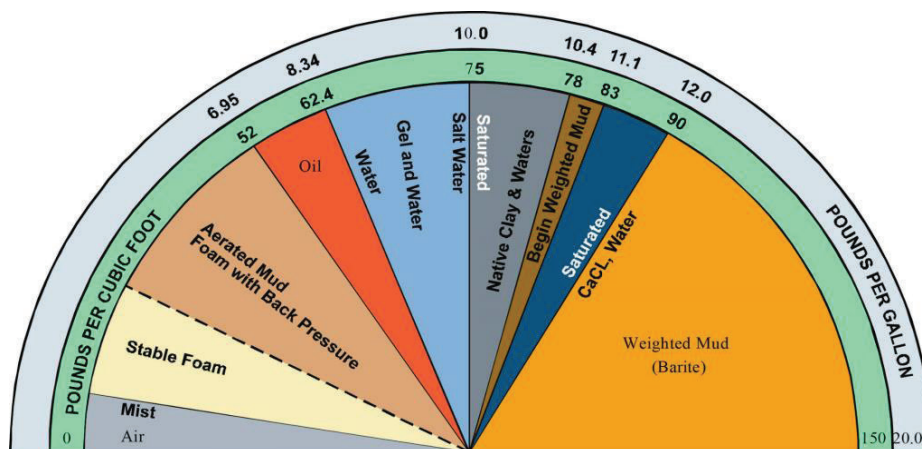
Los fluidos de aire comprimido cumplen con funciones similares que los fluidos convencionales base agua o base aceite y cuentan con las mismas propiedades físicas y químicas.

El uso de los fluidos de aire comprimido está limitado por la litología, presión del poro y por el equipo adicional que se requiere. Dichos fluidos son:

- Aire o gas seco
- Niebla
- Espuma estable/pesada
- Lodo aireado

La selección adecuada del fluido de perforación en la técnica de bajo balance es muy importante para el éxito de la perforación. Cada sistema presenta características diferentes que deben ser analizadas conjuntamente con el tipo de formación a trabajar, (ver figura 1.8).

Figura 1. 8 Densidades de los fluidos de perforación



Fuente: Nas. Introduction to underbalanced drilling, 2004.

1.2.3.1. Fluido de aire comprimido (Lodo Aireado)

Es un sistema de dos fases, una líquida que puede ser un lodo base agua y la otra corresponde a la adición de aire comprimido. El fluido de lodo aireado permite reducir la pérdida de circulación en zonas muy porosas o cavernosas, y con bajos gradientes de fractura. La fase gaseosa permite la disminución de la densidad equivalente de circulación del fluido, permitiendo obtener densidades efectivas de 4 a 6 lb/gal o 29.92 a 44.88 lb/pie³ (peso específico 0.48-0.72). Al trabajar con estos pesos la presión diferencial en el pozo se reduce considerablemente y permite incrementar la velocidad de penetración a índices que no se pueden alcanzar con la perforación convencional.

Uno de los factores de mayor interés que se pueden alcanzar con esta perforación es la disminución del daño de formación y que se debe considerar sobre todo en yacimientos de baja permeabilidad. Un menor daño permite incrementar la productividad del pozo en mayores rangos, y por lo tanto ahorrar dinero en procesos de estimulación.

La densidad del fluido lodo aireado depende de la proporción de lodo y aire que se bombea para formar el sistema aireado. Esta proporción debe ser calculada cuidadosamente para obtener un sistema de circulación estable. Si la cantidad de aire es elevada, la densidad será muy baja y se producirá un atascamiento. Si no se utiliza suficiente aire, la densidad será alta y se excederá la presión requerida del fondo de hueco convirtiéndose en una perforación Sobre Balance. Mediante este sistema se tiene un mejor control de la densidad equivalente de circulación que con otros sistemas, y así se puede controlar rápidamente grandes influjos de aceite o agua.

Durante la perforación aireada las velocidades anulares son bajas cerca a la broca y altas cerca de la superficie debido a la expansión del aire en el fluido, por lo que se recomienda un análisis de la temperatura y presión bajo las cuales el fluido trabajará durante todo el trayecto del pozo, y por ende obtener la máxima eficiencia.

El límite para la presión de circulación será la máxima presión de inyección de aire suministrada por el compresor.

1.2.3.1.1. Selección de pozos candidatos

La perforación aireada es recomendada para pozos que presentan las siguientes características:

- Bajos gradientes de fractura
- Presiones de formación muy bajas
- Zonas de alta pérdida de circulación
- Presencia de largas fracturas macroscópicas
- Mayor tendencia a las pegas diferenciales
- Tendencia a sufrir un daño mayor de formación
- Alta productividad con media a alta permeabilidad.
- Formaciones compatibles con los fluidos de perforación
- Velocidades de penetración muy bajas en condiciones de Sobre Balance.
- Formaciones porosas o cavernosas

La perforación aireada puede resultar inapropiada para pozos que presenten características como:

- Formaciones poco consolidadas o inestables.
- Formaciones con altas presiones.
- Intrusiones salinas.
- Formaciones con flujos de agua.
- Formaciones arcillosas plásticas.
- Zonas con permeabilidades extremadamente bajas.

Para obtener una buena selección de los pozos candidatos es necesario disponer de la siguiente información:

- Litología, fallas y estructuras
- Presión de poro , fractura y sobrecarga
- Contenido de fluidos

Todos los yacimientos con este tipo de características no pueden ser intervenidos de forma adecuada con el uso únicamente de fluidos base agua, por lo que se crea la necesidad de añadir una fuente de aire al sistema de circulación, permitiendo obtener diferentes ventajas tal como se enlista en la tabla 1.4.

Tabla 1. 4 Perforación con fluido aireado vs con lodo convencional

	Perforación aireada	Perforación lodo convencional
Daño de formación	<ul style="list-style-type: none"> • Reduce la probabilidad de daño a la formación. • Los fluidos y cortes de perforación no entran en la formación. • La permeabilidad y la porosidad no son afectadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alto riesgo de daño severo a la formación. • Debido a la sobre presión, los fluidos y cortes de la perforación ingresan a la formación. • Afecta a la permeabilidad y porosidad.
ROP	<ul style="list-style-type: none"> • Aumenta la ROP debido a un mejor rendimiento de la broca y disminución de la retrituración de recortes. 	<ul style="list-style-type: none"> • La ROP es más baja y se produce un mayor desgaste de la broca.
Pérdida de circulación	<ul style="list-style-type: none"> • Se reduce el riesgo de pérdida de circulación al disminuir el sobre balance sobre la cara de la formación. 	<ul style="list-style-type: none"> • El riesgo de pérdida de circulación es alto dependiendo del sobre balance.

Tabla 1.4 Continuación

	Perforación aireada	Perforación lodo convencional
Pega diferencial	<ul style="list-style-type: none"> • La probabilidad del riesgo es baja debido a la disminución de la presión diferencial. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumenta la probabilidad de una pega de tubería por el sobre balance.
Velocidad anular	<ul style="list-style-type: none"> • Se requiere de una mayor velocidad para elevar los cortes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidad anular inferior para elevar los cortes.
Materiales	<ul style="list-style-type: none"> • Lodo base agua, aire y agente de corrosión, • Necesidad de equipo adicional como compresores de aire, booster y tanque separador. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lodo convencional. • Equipo normalmente utilizado.
Costo	<ul style="list-style-type: none"> • Gastos de alquiler del equipo de generación de aire comprimido y manejo de retornos. • Eliminación de trabajos de estimulación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Costo convencional de lodo de perforación.
Operación	<ul style="list-style-type: none"> • Se requiere de personal calificado en la técnica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se necesita personal recomendado para operaciones convencionales de perforación.
Erosión	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor efecto de erosión en las tuberías de perforación. • Limitación para el uso de equipo de fondo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menor daño de erosión en las tuberías de perforación.

Elaborado por: Valeria Guerra

1.2.3.1.2. Equipos para la perforación con aire comprimido

Los equipos que se requieren con la técnica aireada, son los que proveen el volumen necesario de aire comprimido para obtener un gradiente cercano o por debajo de la presión de formación, y también aquellos que se encargan del manejo y control de los retornos.

- **Generación de aire comprimido**

- **Compresores**

Generalmente se utilizan dos etapas para comprimir el aire, los compresores trabajan en la primera etapa de incremento de presión y compresión de grandes volúmenes de aire que se toman de la atmósfera, para luego descargarlo en el booster, (ver figura 1.9). La capacidad del compresor se ve afectada por la altitud, reduciéndose en un 3% por cada 300 m de altitud sobre el nivel del mar, según Zwager. Para que el compresor trabaje a su máxima capacidad se utiliza un factor de compensación de altura.

Figura 1. 9 Compresor 1150 XHH



Fuente: Air Drilling Associates, Inc.

Especificaciones del compresor:

- ✓ Accionamiento directo, compresores de tornillo helicoidal dos etapas.

- ✓ Nominal 1150 SCFM a 350 psi o 900 SCFM a 500 psi a temperatura promedio ambiente.
- ✓ Rata del 3% / 300 m de altitud, 350 a 500 psi entregables acompañado de un enfriador y un depurador. (Air Drilling Associates, Inc.)

Dimensiones para un compresor utilizado en la perforación aireada:

- ✓ Peso = 17,500 libras
- ✓ Ancho = 8 '
- ✓ Longitud = 19 ' 6 "
- ✓ Altura = 8 ' 6 " (Air Drilling Associates, Inc.)

○ **Booster**

Es un compresor de alta presión que tiene como objetivo incrementa la presión de inyección del aire que se toma de la primera etapa, para que así se pueda realizar la mezcla correspondiente en el “stand pipe” sin comprometer el volumen de fluido requerido manteniendo las condiciones hidráulicas de perforación (ver figura 1.10). Para asegurar que el flujo no se devuelva hacia el booster desde el stand pipe o a las bombas de lodo se cuenta con una válvula check instalada en la salida del booster.

Figura 1. 10 Booster Joy WB-12



Fuente: Air Drilling Associates, Inc.

Especificaciones del Booster:

- ✓ Rango de presión de succión de 300 a 500 psi.
- ✓ Marco de la potencia máxima de 300 hp a 700 rpm.
- ✓ Volumen máximo de una etapa: 3700 scfm a 800 psi.
- ✓ Volumen máximo de dos etapas: 2700 scfm a 2500 psi.

(Air Drilling Associates, Inc.)

Dimensiones para un compresor utilizado en la perforación aireada:

- ✓ Peso = 32.280 libras.
- ✓ Ancho = 8 '2"
- ✓ Longitud = 22'
- ✓ Altura = 10 '1"

(Air Drilling Associates, Inc.)

○ **Tanque de diésel**

Es el equipo que permite almacenar y distribuir el combustible para energizar los motores que permiten la activación de los compresores, boosters y equipos de presión en el sistema de fluidos (ver figura 1.11).

Figura 1. 11 Tanque de diésel



Fuente: Air Drilling Associates, Inc.

- **Medidor de Presión**

El medidor de presión se encuentra instalado en la línea de flujo, y su función es medir tanto la presión estática antes de la entrada al orificio, como también la presión diferencial a través del mismo. Las presiones se registran en un medidor tipo Barton.

- **Manejo en superficie**

Los retornos se dirigen por el anular a través de la línea de flujo ubicada sobre la preventora, y se descargan en el tanque separador que ventila el gas hacia la atmosfera y descarga el líquido separado en las zarandas hacia el sistema de control de sólidos del taladro.

- **Preventoras**

Se trabaja con el mismo ensamblaje de preventoras con la adición de una cabeza rotatoria o una preventora anular rotatoria en la parte superior (ver figura 1.12).

Figura 1. 12 Preventora



Fuente: Air Drilling Associates, Inc.

- **Cabeza rotatoria**

La cabeza rotatoria es un elemento adicional ubicado en la parte superior de las preventoras para desviar el flujo de aire y lodo hacia la línea de descarga (ver figura 1.13). Al momento de desviar los retornos se evita que el flujo vaya hacia la mesa del taladro o al interior del contrapozo por encima del niple de perforación.

Figura 1. 13 Cabeza rotatoria



Fuente: Air Drilling Associates, Inc.

Básicamente la cabeza rotatoria es un sello de caucho en forma de cono que no permite que el fluido aireado se derrame en la mesa del taladro, sellando la tubería mediante la presión en el anular para aprisionar la goma contra la tubería, están diseñados para trabajar en operaciones de alta y baja presión.

Algunas consideraciones importantes que se deben tomar son la compatibilidad del caucho con el fluido y el alineamiento de la cabeza rotaria conjuntamente con la torre y el Top Drive, para evitar desgastes o eventualidades.

Otro equipo que realiza la misma función son las preventoras rotatorias, que cuentan con un diseño de una preventora anular con un sistema de rodamientos donde el elemento sellante pueda girar, y además soporta altas presiones.

- **Línea de descarga**

Esta línea permite descargar el fluido de retorno con un diámetro normalmente de 8" que se conecta entre el cabezal rotativo y el tanque separador. La longitud recomendada es de 30 a 50 pies de largo.

- **Tanque separador**

Es el equipo que realiza la separación de la fase gaseosa y líquida, del sistema de fluidos aireados al momento de su salida del pozo (ver figura 1.14), con una capacidad de 30 BPH. Internamente cuenta con unas placas metálicas unidas por una serpentina (baffles), que elevan el gas hacia la salida superior abierta a la atmósfera, y desciende la fase líquida acompañada de sólidos hacia la salida inferior conectada a las zarandas.

El tanque está abierto a la atmósfera por lo cual no trabaja bajo ninguna presión, y normalmente es cilíndrico de 3 a 6 pies de diámetro y 8 a 12 pies de altura. Es de suma importancia la separación de las fases, ya que se evita que la bomba de lodo inyecte fluido con aire lo cual tiene consecuencias dañinas sobre los equipos del taladro y sobre la misma bomba.

Figura 1. 14 Tanque separador "D-Tank" Mud-Gas



Fuente: Air Drilling Associates, Inc.

1.2.3.1.3. Cálculo del volumen de aire requerido

El volumen de aire es calculado en base a la densidad del fluido de perforación y a la ECD con la que el equipo de ingeniería ha planificado la técnica operacional para la perforación de las formaciones.

- Cálculo de la presión absoluta:

$$\begin{aligned}
 P_2 &= P_1 + PH \\
 P_2 &= 14.5 + 0.052 * TVD * 0.1336 \rho_f
 \end{aligned}
 \tag{1.6}$$

P_2 : Presión absoluta, psi

PH : Presión Hidrostática, psi.

ρ_f : Densidad del fluido, pcf.

- Temperatura a profundidad:

$$\begin{aligned}
 T_2 &= [GT * (TVD + 80)] + 460 \\
 T_2 &= [0.02 * (TVD + 80)] + 460
 \end{aligned}
 \tag{1.7}$$

T_2 : Temperatura a profundidad, °R.

TVD: Profundidad, pies.

- Caudal de inyección de aire por barril:

$$Q_a = \frac{[42 * TVD * 0.1336 \rho_f] - [808 * (P_2 - P_1)]}{\left[4.071 * T_2 * \ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right)\right] - [0.0764 * TVD]}
 \tag{1.8}$$

Q_a : Caudal de inyección de aire por barril, CFM/barril.

TVD: Profundidad, pies.

ρ_f : Densidad del fluido, pcf.

- Caudal de la bomba de lodo en BPM:

$$Q_{f2} = \frac{Q_{f1}}{42} \quad (1.9)$$

Q_{f2} : Caudal de la bomba de lodo, BPM.

Q_{f1} : Caudal de la bomba de lodo, GPM.

- Volumen de aire requerido:

$$Q_A = Q_a * Q_{f2} \quad (1.10)$$

Q_A : Caudal de aire, CFM.

Q_a : Caudal, CFM/barril

Q_{f2} : Caudal de la bomba de lodo, BPM.

- Diámetro:

$$\frac{A}{F} = \frac{Q_A}{Q_{f1}} * 7.48 \quad (1.11)$$

$\frac{A}{F}$: Diámetro

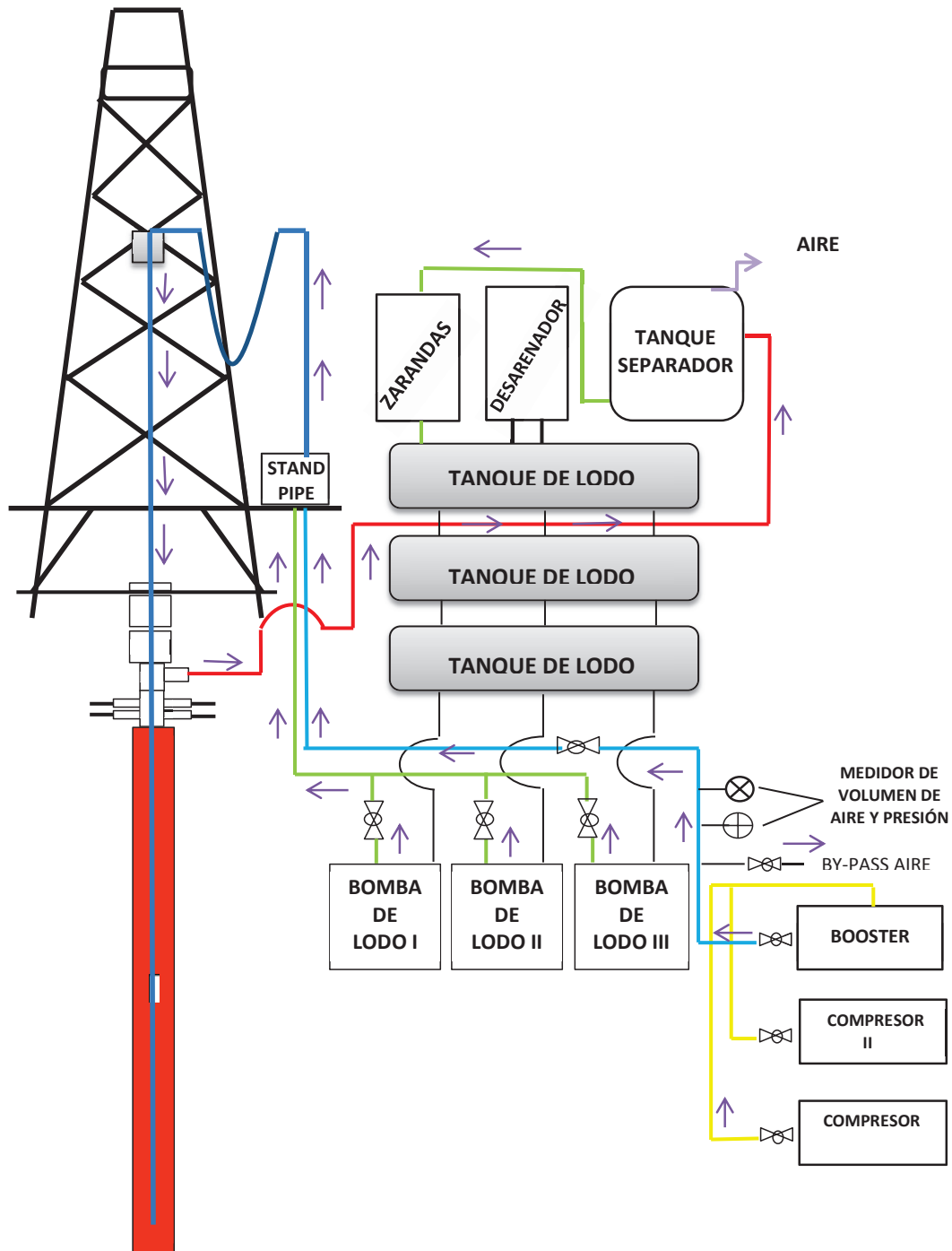
Q_A : Caudal de aire, CFM.

Q_{f1} : Caudal de la bomba de lodo, GPM.

1.2.3.1.4. Sistema de circulación

El sistema de circulación de fluido aireado consta de dos alimentaciones, la fase acuosa (lodo de perforación) y la fase gaseosa (aire). Cada una de ellas se origina de manera independiente en sistemas aislados, tanques de lodo y equipo de generación de aire comprimido (ver figura 1.15).

Figura 1.15 Sistema de Circulación Aireado



Elaborado por: Valeria Guerra

Los tanques de lodo almacenan el fluido de perforación y junto con las bombas de lodo es llevado hacia la línea principal del stand pipe, donde se adiciona al aire

comprimido que es generado en forma constante por el sistema de compresión y bombeo de superficie (booster y compresores) hacia el manifold del stand pipe. Ambos fluidos se mezclan e inician su trayecto hacia el pozo por inyección a través de la tubería de perforación. Una vez que la mezcla aireada sale por las boquillas de la broca hacia la formación, el fluido continúa su trayecto por todo el anular acarreado todos los cortes de las formaciones expuestas.

El fluido aireado llega a superficie y se descarga a través de la línea que une la cabeza rotaria con el tanque separador, dentro del cual el fluido es desgasificado hacia la atmósfera y la parte acuosa retorna hacia el tanque de las zarandas y continúa su trayecto por el equipo de control de sólidos, donde cualquier cantidad de sólidos remanentes es eliminada. El fluido de perforación se devuelve a los tanques de lodo para luego ser bombeado de vuelta al pozo y así poder reiniciar el proceso de circulación de manera continua.

1.2.3.1.5. Beneficios de la perforación con lodo aireado

- **Disminución del daño a la formación**

La invasión del fluido de perforación (filtrado) y de sólidos hacia la formación puede provocar daños muy severos que afectan directamente a la permeabilidad de la zona vecina al pozo, influyendo de manera negativa en la calificación inicial de un yacimiento. Los fluidos y sólidos invaden la formación a causa de la presión diferencial del pozo hacia la formación, que empuja el lodo dentro de los poros generando el bloqueo y disminución de permeabilidad.

Durante la perforación con fluido aireado, no se presenta invasión de sólidos de perforación o filtrado del lodo dentro de la formación, debido a que esta presión diferencial es reducida o invertida, disminuyendo considerablemente el factor de daño de formación a un valor mínimo.

- **Eliminación de trabajos de estimulación:**

Los trabajos de estimulación como la acidificación, inyección de surfactantes o el fracturamiento hidráulico, son necesarios para reducir el daño e incrementar la productividad del pozo. La perforación con lodo aireado elimina la necesidad de los procesos de estimulación debido a que no permite la invasión de fluidos y sólidos, y por lo tanto reduce costos.

- **Aumento de la tasa de penetración (ROP)**

La disminución de la presión equivalente de circulación sobre la presión de la formación, causada por el uso de lodo aireado, permite aumentar la tasa de penetración debido a un mejor desempeño de la broca y a la reducción de recortes triturados. Se obtienen recortes de mayor tamaño que favorecen a los estudios geológicos. Con el incremento de la tasa de penetración conjuntamente con la remoción efectiva de cortes favorecen significativamente en la duración de la vida útil de la broca.

- **Disminución del riesgo de pegas diferenciales**

Una pega diferencial se presenta cuando la tubería de perforación queda atascada en el pozo imposibilitando su movilidad. Esto ocurre cuando existe una presión diferencial (de Sobre Balance) que empuja la tubería de perforación hacia el revoque de la formación permeable, esta gran presión diferencial es aplicada sobre la tubería hasta el punto que llega a ser mayor que la capacidad de tensión. Con la perforación aireada se elimina este riesgo debido a la ausencia de este diferencial de presión y a la formación de costra de lodo en las paredes del pozo.

- **Reducción del riesgo de pérdidas de circulación**

Las pérdidas de circulación se dan cuando el fluido de perforación fluye hacia la formación en lugar de retornar a superficie. Esto ocurre cuando se aplica la perforación convencional para perforar una formación con baja presión y

grandes gargantas de poro, fracturas o cavernas. Las pérdidas de circulación pueden llegar a ser muy costosas debido a que el fluido de perforación debe ser reemplazado y para ello se requiere tiempo, químicos y aditivos, para que se pueda establecer nuevamente circulación.

Con la técnica de lodo aireado se disminuyen las pérdidas de circulación debido a la presión hidrostática que se ejerce sobre la formación, la cual es menor. Sin embargo si se pueden dar pequeñas pérdidas de circulación debido a cambios en la geometría de las fracturas o de presiones, pero se dan en una pequeña escala de tal forma que son indetectables.

- **Incremento de la vida útil de la broca**

La vida útil de la broca es incrementada debido al fluido aireado que brinda una mejor refrigeración a la broca y una mejor limpieza de los recortes en la cara de la broca, provocando una menor fatiga. Consecuentemente también se mejora la ROP y se necesitaran menos cambios de broca.

- **Disminución de costos**

Al disminuir el posible daño de formación durante la perforación y con una mejor limpieza del pozo, se evitan procesos de estimulación que pueden representar altos costos.

Otro factor importante a considerar son las pérdidas de circulación que en este caso no se presentan y por lo tanto el fluido de circulación no debe ser reemplazado, representando únicamente del 15 al 20% del costo total del pozo.

Los costos de brocas también disminuyen como consecuencia de un menor número de cambios de la misma.

1.2.3.1.6. Desventajas del uso de lodo aireado

- **Inestabilidad por Hidratación de Arcillas**

La inestabilidad del hoyo es causada por dos factores, mecánicos y químicos. Generalmente un hoyo colapsa por exceso de fuerzas de tensión y esfuerzos de corte en la formación, los factores mecánicos son incrementados durante la perforación aireada debido a que la formación se somete a mayor estrés especialmente sobre la pared del pozo.

El colapso del hoyo provoca la obstrucción de la tubería de perforación debido al desprendimiento de fragmentos de roca que no pueden ser removidos por el fluido de perforación.

La inestabilidad del pozo por factores químicos puede ocurrir debido a la incompatibilidad de los componentes del fluido aireado con la formación. La inestabilidad química se ve en formaciones de lutitas y arcillas, donde la hidratación de esta última aumenta la presión de la formación causando derrumbes y ensanchamiento del hoyo.

Estos dos factores deben ser considerados en la evaluación de la estabilidad del hoyo durante el proceso de perforación, para así establecer la máxima caída de presión y la compatibilidad química de la formación con los fluidos de perforación, aspectos claves en la factibilidad de la perforación bajo balance.

- **Control de erosión**

La erosión en la tubería de trabajo en superficie es todavía un problema en pozos de altas tasas de flujo y tiene un significativo impacto en el costo de la operación.

Al usar la técnica de inyección de fluido aireado por la tubería de perforación, los regímenes de flujo son significativamente altos por tener dos fuentes de alimentación simultánea, la carga más alta de erosión a la que se expone la tubería se localiza por debajo del sistema de rotación (top drive o kelley).

Los límites de velocidad del flujo aplicados por la industria para el control de la erosión están definidos en el API práctica recomendada RP14, pero en sistemas de circulación aireados siempre se trabaja con un 20% sobre el límite recomendado. Por lo cual es recomendado el uso de tubería premium o tubería inspeccionada para la perforación con aire comprimido.

- **Limitación para el uso de equipos de fondo**

Se debe tener cuidado en la selección del equipo que estará expuesto al fluido aireado ya que se puede afectar su desempeño. Algunos ejemplos son:

Herramientas operadas hidráulicamente no pueden ser utilizadas en pozos bajo balance.

Sistemas de medición durante la perforación (MWD) por pulsos de lodo pueden no funcionar debido a la presencia de aire en el sistema de circulación, teniendo como límite una concentración máxima de aire del 20% de volumen. Si se trabaja con volúmenes más altos, el sistema de pulso utilizado en sistemas de transmisión MWD dejará de funcionar

La descompresión explosiva de los componentes de caucho se debe tener en consideración al seleccionar el equipo de fondo, debido a que la inyección del fluido aireado a través de la tubería de perforación favorece a la impregnación del aire dentro de cualquier sello de caucho en las herramientas de fondo del pozo. El caucho puede explotar o hincharse como consecuencia de la expansión del aire que no puede dispersarse fuera del estator lo suficientemente rápido, esta descompresión explosiva destruye a los motores y a cualquier sello de caucho utilizado en fondo de pozo.

- **Equipo de superficie**

Se requiere de equipo adicional de superficie para el manejo del fluido de retorno, lo que implica un mayor espacio para su instalación. El equipo de cabeza del pozo y el equipo de separación de superficie deben ser diseñados para que se ajusten a la plataforma o a la torre de perforación.

- **Personal**

El número de personal requerido para la perforación es mayor debido a que no existe una automatización completa para la operación. Se requiere de 6 personas extra para una operación de perforación con fluido aireado.

- **Entrenamiento**

El personal requiere de capacitación para su participación en las operaciones de perforación con fluidos aireados para poder atender las eventualidades que se pueden presentar ya sean técnicas o de seguridad. Operaciones con fluidos aireados incrementa el riesgo de accidentes en un mayor grado.

- **Seguridad y medio ambiente**

Los aspectos de Seguridad, Salud y Medio ambiente (HSE) de la perforación aireada pueden ser difíciles de manejar debido al alto riesgo de accidentes, sin embargo el desarrollo de esta operación puede manejarse adecuadamente si se cuenta con la capacitación del personal y con el diseño adecuado del sistema de circulación.

1.3. ANÁLISIS DE LOS PROBLEMAS ACTUALES DURANTE LA PERFORACIÓN DE ZONAS DE BAJA PRESIÓN EN LA SECCIÓN INTERMEDIA 12 ¼”

1.3.1. PÉRDIDA DE CIRCULACIÓN

La pérdida de circulación, o pérdida de retornos del fluido, es uno de los problemas más críticos que se pueden presentar en la perforación y que se da mediante la invasión del fluido hacia las formaciones.

Los factores que contribuyen a la pérdida de circulación pueden ser de ocurrencia natural o inducidos por la perforación, entre ellos podemos mencionar:

- Formaciones cavernosas, fisuradas o fracturadas naturalmente.
- Arenas superficiales frágiles y no consolidadas.
- Reservorios depletados o formaciones presionadas sub-normalmente, donde la densidad del lodo supera a la de formación.
- Formaciones debilitadas o fracturadas por operaciones de perforación como la fracturación hidráulica a causa de presiones excesivas que son inducidas.

Se puede tener pérdidas parciales que no presentan consecuencias inmediatas que impidan continuar con la perforación, pero si se trata de pérdidas más severas se puede provocar la pérdida total de circulación y por ende la paralización de las operaciones.

El problema más severo que se puede presentar como consecuencia, es la pérdida de la cabeza hidrostática o en otras palabras, la caída de la columna de lodo dentro del anular y por ende la disminución de la presión hidrostática. Esta caída de presión permite la entrada de fluidos al pozo desde la formación (patada), situación que puede ser incontrolable y muy difícil de resolver, pudiendo provocar un reventón subterráneo ya que el pozo está fluyendo a una profundidad y perdiendo en otra. Cuando el nivel en el anular disminuye se debe bombear lodo o agua directamente en el anular para mantener el nivel suficiente.

Otras consecuencias que se dan son:

- Daño de formación debido a la deposición de sólidos del lodo y recortes, disminuyendo la permeabilidad y afectando los registros eléctricos.
- Pega mecánica de tubería en la zona de pérdida o por encima de ella, debido a la ausencia de lodo en el anular.
- Inestabilidad y colapso del hoyo debido a la pérdida de la cabeza hidrostática.
- Inadecuada limpieza del hoyo.
- Incremento en los costos como resultado del tiempo necesario para resolver los problemas y del reemplazo del lodo perdido.

El control de los retornos es fundamental durante toda la perforación, y para ello el indicador principal de pérdida de circulación es la disminución de flujo de lodo hacia la superficie, acompañada de una pérdida de presión. Cuando las pérdidas se incrementan el nivel del lodo en el tanque de succión baja, y si las pérdidas son totales no hay retornos del fluido.

Las zonas de pérdida pueden ser identificadas por un aumento en la rata de perforación, debido a que la formación puede ser cavernosa, muy porosa, frágil, o no consolidada.

Algunas medidas que se pueden adoptar para minimizar y evitar en algunos casos las pérdidas, son:

- Reducir el peso del lodo manteniendo el balance con las otras formaciones.
- Incrementar la viscosidad del lodo para reducir la rata de pérdida.
- Disminuir la rata de circulación para reducir la DEC, pero a la vez la velocidad anular debe ser suficiente para arrastrar los cortes y tener una buena limpieza.

Trabajar con material de control de pérdidas, conocido en inglés como Lost Circulation Material (LCM), es otra alternativa que se puede tomar cuando las medidas antes mencionadas no son efectivas. Este material hace más espeso el lodo y tiende a taponar las facturas que están causando la pérdida del lodo. El LCM está conformado por fibra de madera, cáscaras de nueces, cáscaras de semilla de algodón, de arroz, conchas marinas, celofán o asfalto.

Sin embargo existe un último recurso que consiste en Bombear cemento en la zona fracturada o de pérdida de circulación para sellar la formación.

Todos los problemas que se presentan al atravesar zonas o acuíferos de baja presión están marcadamente asociados a la pérdida de circulación de fluidos de perforación por lo cual se identifica a dicha condición como la causa raíz de los problemas operacionales que se describen a continuación:

1.3.1.1. Inadecuada limpieza del pozo (empaquetamiento)

Una buena limpieza del pozo significa la remoción de suficientes sólidos del hoyo para permitir el paso de la sarta de perforación y de la tubería de revestimiento sin impedimentos. Además una buena limpieza permite trabajar con una mejor ROP, reduciendo tiempo y costos de perforación, y contribuye favorablemente a la vida útil de la broca.

Cuando no se tiene una buena circulación del fluido, o esta se detiene, los cortes de perforación se asientan alrededor de las herramientas, llegando a provocar empaquetamientos cuando se trata de acumulaciones excesivas que pueden estar combinadas con los derrumbes de las paredes.

Los factores que perjudican para obtener una buena limpieza pueden deberse principalmente a:

- Reología poco eficiente para suspender y transportar los recortes hacia superficie.
- Velocidad anular insuficiente debido a la velocidad de la bomba, perjudicando el levantamiento de los recortes.
- Derrumbamientos considerables de la formación.
- Perforar con una ROP excesiva a una tasa de circulación dada, de manera que se produce recortes más rápido de lo que pueden ser removidos.
- Perforación involuntaria sin circulación.
- Perforación ciega (sin retorno de lodo).
- Tiempo insuficiente de circulación.

1.3.1.2. Inestabilidad de las formaciones

La inestabilidad de las formaciones representa la desestabilización de las paredes del hoyo, que se reflejan con el aumento del diámetro. Es decir, esta desestabilización produce derrumbes debido a la alteración de los esfuerzos

iniciales cuando se perfora, los mismos que se redistribuyen en la vecindad del pozo y pueden ocasionar una falla.

La mayoría de los problemas de inestabilidad del hoyo ocurren en formaciones de lutitas debido a que sus propiedades varían significativamente de una zona a otra. La dirección de los esfuerzos cuando se encuentran capas planas de lutitas en un yacimiento es un factor importante a considerar debido a que estas provocan menor resistencia a los esfuerzos que aquellas que poseen las mismas propiedades, esto se debe a que los esfuerzos se orientan en las direcciones determinadas por los planos anisotrópicos.

Cuando la presión ejercida por la columna hidrostática excede a la presión de la formación, el fluido de perforación ingresa en la formación y reduce gradualmente el soporte en las paredes del hoyo. Si la presión es excesivamente alta puede ocurrir un fracturamiento hidráulico, causando la pérdida de fluido y disminución del soporte en las paredes del hoyo.

Si se trabaja con un diseño adecuado para la densidad del fluido de perforación, se puede prevenir el colapso de las paredes del hoyo sin riesgos de fracturar la formación.

La pérdida de circulación o disminución de la misma, así como, el aumento de la densidad del fluido debido al incremento de sólidos de perforación, puede indicar la presencia de un atascamiento de tubería debido al derrumbe del hoyo.

1.3.1.3. Pega de tubería

Es uno de los problemas más comunes y graves que se pueden presentar durante la perforación debido a que la tubería, que conforma la sarta de perforación, queda atascada en el pozo imposibilitando su movilidad y obligando a detener las operaciones.

La pega de tubería puede ser mecánica debido a la obstrucción o restricción física causada por el derrumbamiento de las paredes del pozo que se asientan y llenan el anular alrededor de la sarta de perforación provocando un empaquetamiento o puenteo.

El empaquetamiento ocurre cuando pequeñas partículas de la formación caen dentro del pozo asentándose y llenando el anular generalmente alrededor de los drillcollars de diámetro grande o herramientas de diámetro cercano al del pozo, como los estabilizadores. De esta forma el anular resulta empacado, pegando la tubería. El término puenteo se utiliza para material de gran tamaño que cae dentro del hueco y queda trabado entre la sarta y la pared del pozo, pegando la tubería. Las consecuencias que se pueden dar van desde aumentos en el costo del pozo hasta complicaciones que implican la pérdida de la columna de perforación o la pérdida total del pozo. Un gran porcentaje de casos de pega de tubería no pueden ser resueltos y se requiere de un desvío del pozo alrededor de la pega de tubería, llamada pescado, para continuar con la perforación.

El derrumbamiento puede ser causado por algunas razones:

- Formaciones fracturadas (calizas naturalmente frágiles).
- Zonas no consolidadas (sedimentos y arena suelta).
- Reacción de lutitas en contacto con el agua dulce.
- Zonas de baja presión (acuíferos depletados).

CAPÍTULO 2

ANÁLISIS TÉCNICO PARA LA APLICACIÓN DE FLUIDOS DE AIRE COMPRIMIDO EN LA PERFORACIÓN DE ZONAS DE BAJA PRESIÓN EN LA SECCIÓN INTERMEDIA 12 ¼”

2.1. INTRODUCCIÓN

El objetivo principal del presente capítulo es el análisis técnico de las operaciones estándares de perforación en la sección intermedia de 12 ¼” bajo la jurisdicción de la empresa operadora, con la finalidad de poder establecer un inicio técnico referencial para la aplicación de la técnica aireada.

Inicialmente se describe el procedimiento y los lineamientos con los cuales se lleva a cabo las operaciones de perforación de una manera controlada, segura y eficiente tanto para las secciones de perforación previas así como para la sección de interés de este estudio.

Posteriormente se describe problemas operacionales comunes que se presentaron con la perforación convencional en las zonas de baja presión de la sección de 12 ¼” para cuatro pozos que fueron seleccionados, identificando principalmente la causa origen de los problemas y puntualizando las consecuencias o resultados que se obtuvieron. Finalmente se detalla el proceso de perforación llevado a cabo con fluido aireado para tres nuevos pozos, analizando las mejoras operacionales, los problemas y acontecimientos externos, así como los resultados finales.

2.2. ANTECEDENTES

El campo South East - Asab presenta tres formaciones que corresponden a zonas de baja presión las cuales son atravesadas durante la perforación del agujero de 12 ¼". Estas formaciones corresponden a Dammam, Simsima y UER, las mismas que representan un gran reto para el equipo de perforación debido a sus características geológicas que las hacen más susceptibles a pérdidas de circulación. Cuando estas pérdidas se presentan de manera severa provocan problemas como el colapso de agujero, pega de tubería y hasta la pérdida del pozo.

Los problemas operacionales que se pueden presentar al atravesar estas formaciones, inciden de manera directa en el tiempo y presupuesto estimado para la construcción del pozo afectando la planificación inicial.

2.3. OPERACIONES ESTÁNDAR DE PERFORACIÓN

La empresa operadora junto con su departamento de perforación, ha definido un programa de perforación estándar a seguirse en la construcción de pozos. Este programa está estructurado de la siguiente manera:

- Hoyo conductor 26" - CSG conductor 18 ⅝"
- Hoyo superficial 17 ½" – CSG superficial 13 ⅜"
- Hoyo intermedio 12 ¼" – CSG intermedio 9 ⅝"
- Hoyo de producción 8 ½" – CSG liner 7"
- Hoyo horizontal de producción 6"

Para efectos de este análisis se realizará un breve detalle descriptivo de las operaciones de perforación así como de los objetivos geológicos a atravesarse para los hoyos conductor, superficial e intermedio, (ver figura 2.1), y a su vez una descripción más profunda de las operaciones estándar para la construcción del hoyo intermedio.

Tabla 2. 1 Descripción litológica relevante del campo Asab

FORMACIÓN	DESCRIPCIÓN
Dammam	Su dureza va de suave a medio, empezando con piedra caliza y finaliza con piedra caliza más lutita en la parte inferior (basamento lutítico). Homogéneo en su mayor parte con algunos picos aparentes de lutita en la parte inferior. Las pérdidas de circulación son comunes.
Basamento Lutítico Dammam	
Rus	Mayormente anhidrita con un poco de caliza y dolomita. La parte superior presenta una dureza media a dura y lo restante es algo suave. Sin embargo, múltiples mezclas de dureza se presentan en la parte inferior. Se presenta alto potencial de vibración debido a la naturaleza de las rocas intercaladas.
UER	La mayor parte de esta formación se compone de una combinación de caliza y dolomita, pero se convierte en lutitas delgadas hacia su base, además de posibilidad de pirita. La dureza es de media a dura y es uniforme a través de toda la formación. El basamento lutítico de UER es principalmente lutita de origen arcillo-lutítico. Las pérdidas de circulación podrían encontrarse al atravesarlo.
Basamento Lutítico UER	
Simsima	Conformada por calizas y dolomías, algo dura en los primeros 200 pies seguido por una parte suave en los restantes pies hacia su base. Las pérdidas de circulación se pueden presentar.
Fiqa	Inicia con caliza y se mueve gradualmente a una mezcla de margas, lutitas y calizas hacia su parte inferior. Mayormente homogénea y no presenta peligros potenciales.

Tabla 2.1 Continuación

Halul	Presenta intercalaciones de lutitas y calizas con contextura relativamente blando. No hay riesgos potenciales asociados
Laffan	Principalmente compuesta por lutita y en una menor proporción por caliza. Similar a la formación Halul de contextura relativamente blanda. Tiene leve potencial de embolamiento.
Ruwaydha/Tuwayil	Mayormente piedra caliza que es más suave hacia su parte inferior. No hay riesgos potenciales.
Shilaif	Estructurada por calizas y una secuencia de lutitas homogéneas. Su dureza se incrementa gradualmente con la profundidad. Podría contener chert (formación muy dura) en los primeros cien pies.

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

2.3.1. HOYO DE 26" PARA CASING DE 18 5/8"

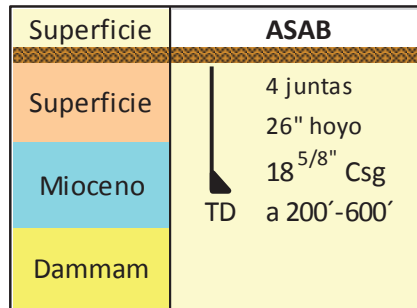
El hoyo de 26" corresponde a la primera sección del pozo que es perforada y revestida con casing de 18 5/8", el cual recibe el nombre de casing conductor y tiene por objetivo principal aislar las formaciones suaves y no consolidadas, donde se pueden presentar pérdidas estáticas de fluido y flujo de agua. La profundidad para esta sección depende de cada campo.

La perforación de esta sección tiene como objetivos:

- Proteger a los cuerpos superficiales de agua de la contaminación.
- Brindar la suficiente profundidad para asegurar la integridad de la formación, que puede presentar el flujo de agua y/o pérdida en potencial de la sección 17 1/2 " a la profundidad total.

El casing de 18 5/8 " se fija en la formación Mioceno a profundidades entre 200 a 600 pies, desde el nivel del terreno hasta la formación no consolidada (ver figura 2.1).

Figura 2. 1 Hoyo de 26 " - CSG 18 5/8"



Elaborado por: Valeria Guerra

2.3.1.1. BHA

Se utiliza un BHA convencional corto de alta rigidez junto con una broca tricónica de aleación mixta, tal como se describe en la tabla 2.2:

Tabla 2. 2 BHA para hoyo de 26"

		COMPAÑÍA:	ADCO	FECHA:	-	
		CAMPO:	ASAB	BHA #:	1	
		POZO:	SB -	PROF. ENTRADA:	0	
		TALADRO:	ND-08	PROF. SALIDA :	180	
REPORTE BHA		SECCIÓN:	26"	RAZÓN DE SACADA:	TD	
INFORMACIÓN BROCA						
RUN#	FABRICANTE	TIPO	DIÁMETRO	TFA	IADC	JETS
1	SMITH	SS TMZGC	26 "	2,5	323	4 X 16
DESCRIPCIÓN BHA						
No.	DESCRIPCIÓN	SERIE #	PROF. (PIES)	PROF. TOTAL (PIES)	O.D.	I.D.
1	26" BROCA TRICÓNICA	-	1,5	1,5	26"	
2	9 5/8" VÁLVULA FLOTADORA	-	3	4,5	9-5/8"	5"
3	9 5/8" DC # 1	-	30,57	35,07	9-5/8"	5"
4	26" RIMADOR	-	5,48	40,55	26"	5"
5	9 5/8" DC # 2	-	30,65	71,2	9-5/8"	5"
6	26" RIMADOR	-	5,72	76,92	26"	5"
7	9 5/8" DC # 3	-	30,2	107,12	9-5/8"	5"
8	9 5/8" DC # 4	-	29,65	136,77	9-5/8"	5"
9	9 5/8" DC # 5	-	29,7	166,47	9-5/8"	5"
10	9 5/8" DC # 6	-	29,9	196,37	9-5/8"	5"

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

2.3.1.2. Fluido de perforación

Se emplea un lodo base agua bajo en sólidos y no dispersante, de alta viscosidad normalmente bentonita prehidratada con baja concentración de polímeros. En ocasiones se requerirá dilución de agua para mantener el peso del lodo lo más cercano a la densidad del agua. Las propiedades del lodo de perforación se detallan en la tabla 2.3.

Tabla 2. 3 Propiedades del lodo de perforación empleado

PROPIEDADES	VALORES
Densidad, pcf.	65 -70
Viscosidad, seg/qt.	45-55
YP, #/100 pies ² .	18-25
VP, cps.	ALAP/ 7-10
Gel a 10 seg, #/100 pies ² .	3-6
Gel a 10 min, #/100 pies ² .	8-12
Filtrado API, cc/30 min.	15- 20
% Contenido de sólidos	<6
% Arena por volumen.	0-0.5
% Contenido de sólidos	<6
% Arena por volumen.	0-0.5
Ph.	9.5-10.5
Clururos, ppm.	60,000
MBT, ppb.	20-25

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

2.3.1.3. Riesgos potenciales de perforación

Esta sección del agujero está asociada principalmente a la pérdida de circulación relacionada con la naturaleza de la formación no consolidada y el gran tamaño del agujero, que requiere una alta tasa de bombeo para mantener el agujero limpio y lleno. Los principales riesgos que se presentan se describen en la tabla 2.4.

Tabla 2. 4 Riesgo de perforación en el hoyo de 26"

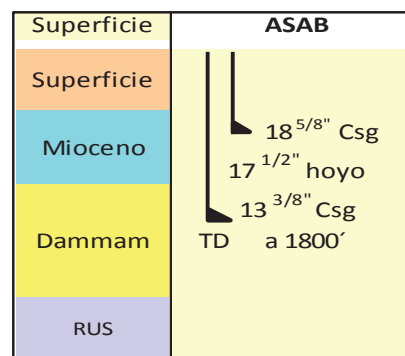
Riesgo	Medidas de prevención
Pérdida de circulación y pega de la sarta de perforación	<p>Esto ocurre cuando el nivel del fluido cae debido a pérdidas mientras que se atraviesan los clásticos del Mioceno, para lo cual se considera tomar las siguientes medidas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definir el espesor superior del Mioceno a recubrir, conformado por piedra caliza y margas. Al ser no consolidado puede volcar arena y piedras de gran tamaño alrededor de la sarta. • Mantener el peso del lodo lo más cerca posible al agua por dilución.

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

2.3.2. HOYO DE 17 ½" - CASING DE 13 ¾"

Corresponde a la segunda sección perforada con broca de 17 ½" se perfora en forma vertical con el propósito de correr un revestidor superficial de 13 ¾" fijado como mínimo en la parte superior de la Formación Dammam alrededor de 1700 pies y 1800 pies (ver figura 2.2).

Figura 2. 2 Hoyo de 17 ½" – CSG 13 ¾"

Elaborado por: Valeria Guerra

La perforación de esta sección tiene como objetivos:


- Terminar de recubrir toda la formación Mioceno y la parte superior de la formación Dammam.

- Cubrir posibles acuíferos superficiales localizados entre los clásticos del Mioceno y la formación Dammam.
- Servir de estructura fija para la instalación de la sección A del cabezal del pozo y para la instalación del equipo de prevención de influjos (BOP).

2.3.2.1. BHA

Toda la sección se perfora en dirección vertical para lo cual se utiliza un BHA convencional de alta rigidez junto con una broca tricónica de 17 1/2" y 2 rimadores del mismo diámetro, que permita absorber la alta vibración dentro del pozo y que a su vez ayude a proveer la cantidad necesaria de peso sobre la broca para perforar composiciones de calizas duras tipo chert. La descripción del BHA se muestra en la tabla 2.5.

Tabla 2. 5 BHA para hoyo de 17 1/2

		COMPañÍA:	ADCO	FECHA:	-	
		CAMPO:	ASAB	BHA #:	2	
		POZO:	SB-	PROF. ENTRADA:	180	
		TALADRO:	ND-08	PROF. SALIDA:	1800	
REPORTE BHA		SECCIÓN:	17 1/2"	RAZÓN DE SACADA :	TD	
INFORMACIÓN BROCA						
RUN#	FABRICANTE	TIPO	DIÁMETRO	TFA	IADC	JETS
1	SMITH	SS TMZGC	17 1/2 "	1,6	323	4 X 16
DESCRIPCIÓN BHA						
No.	DESCRIPCIÓN	SERIE #	PROF. (PIES)	PROF. TOTAL (PIES)	O.D.	I.D.
1	17 1/2" BROCA TRICÓNICA	-	1,5	1,5	17-1/2"	
2	9 5/8" VÁLVULA FLOTADORA	-	3	4,5	9-5/8"	5"
3	9 5/8" DC # 1	-	30,57	35,07	9-5/8"	5"
4	17 1/2" RIMADOR	-	5,48	40,55	17-1/2"	5"
5	9 5/8" DC # 2	-	30,65	71,2	9-5/8"	5"
6	17 1/2" RIMADOR	-	5,72	76,92	17-1/2"	5"
7	9 5/8" DC # 3	-	30,2	107,12	9-5/8"	5"
8	8 1/4" X-OVER	-	3,55	110,67	8-1/4"	5"
9	8 1/4" DC # 4	-	29,65	140,32	8-1/4"	5"
10	8 1/4" DC # 5	-	29,7	170,02	8-1/4"	5"
11	8 1/4" DC # 6	-	29,9	199,92	8-1/4"	5"
12	8 1/4" X/OVER	-	3	202,92	8-1/4"	5"
13	6 1/2" DC # 7	-	30,87	233,79	6-1/2"	3,5"
14	6 1/2" DC # 8	-	30,9	264,69	6-1/2"	3,5"
15	6 1/2" DC # 9	-	30,84	295,53	6-1/2"	3,5"
16	6 1/2" X/OVER	-	3,5	299,03	6-1/2"	3,5"
17	5" HW DP	-	30,86	329,89	5"	3"
18	5" HW DP	-	30,82	360,71	5"	3"
19	5" HW DP	-	30,85	391,56	5"	3"

Elaborado por: Valeria Guerra
Fuente: ADCO

2.3.2.2. Fluido de perforación

Se emplea un lodo base agua bajo en sólidos, no dispersante y de alta viscosidad normalmente bentonita prehidratada con baja concentración de polímeros. En ocasiones se requerirá dilución de agua para mantener el peso del lodo lo más cercano a la densidad del agua. Las propiedades del lodo de perforación se detallan en la tabla 2.6.

Tabla 2. 6 Propiedades del lodo de perforación empleado

PROPIEDAD	VALORES
Densidad, pcf.	66
Viscosidad, seg/qt.	45-55
YP, #/100 pies ² .	22-25
VP, cps.	ALAP/ 7-10
Gel a 10 seg, #/100 pies ² .	3-6
Gel a 10 min, #/100 pies ² .	8-12
Filtrado API, cc/30 min.	<15
% Contenido de sólidos.	<6
% Arena por volumen.	0 -0.5
Ph.	9.5-10
MBT, ppb.	20-25

Elaborado por: Valeria Guerra
Fuente: ADCO

2.3.2.3. Riesgos potenciales de perforación

En esta sección del agujero se presentan varios problemas de tipo formacional, principalmente pérdidas de circulación al atravesar la mayoría del espesor del Mioceno y los primeros 200 pies de la formación Dammam, considerados como zonas no consolidadas con riesgo de fractura superficial debido la alta tasa de bombeo que se requiere para la limpieza del pozo por su gran diámetro. Los principales riesgos que se presentan se describen en la tabla 2.7.

Las consecuencias más graves al atravesar esta sección y enfrentar pérdidas de circulación totales son empaquetamiento, pega de tubería o colapso completo del pozo.

Tabla 2. 7 Riesgos de perforación en el hoyo de 17 ½”

Riesgo	Medidas de prevención
<p>Pérdida de circulación, pega de tubería y colapso del pozo.</p>	<p>Esto ocurre cuando el nivel del fluido cae debido a pérdidas, mientras que se atraviesan los clásticos del Mioceno y el Tope de Dammam, que es una zona potencial de pérdidas severas, especialmente los primeros 500 pies desde su tope.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definir e identificar el espesor del Mioceno y el Tope de Dammam, formaciones de piedra caliza y Margas que pueden volcar arena y piedras de gran tamaño en el pozo alrededor de la sarta. • Mantener el peso del lodo lo más cerca posible al agua mediante dilución. • Monitorear permanente de las pérdidas durante la perforación agujero superficial
<p>Embolamiento de la broca.</p>	<p>El Mioceno en ocasiones presenta arcillas reactivas que con la mezcla de las calizas y el fluido de perforación forman una aleación plástica que recubre la broca sin la posibilidad de continuar perforando.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilizar baches de píldoras dispersar de baja viscosidad para limpiar la estructura de la broca • Asegurar que el MBT del fluido se encuentre dentro de los límites acordados en el programa de fluidos

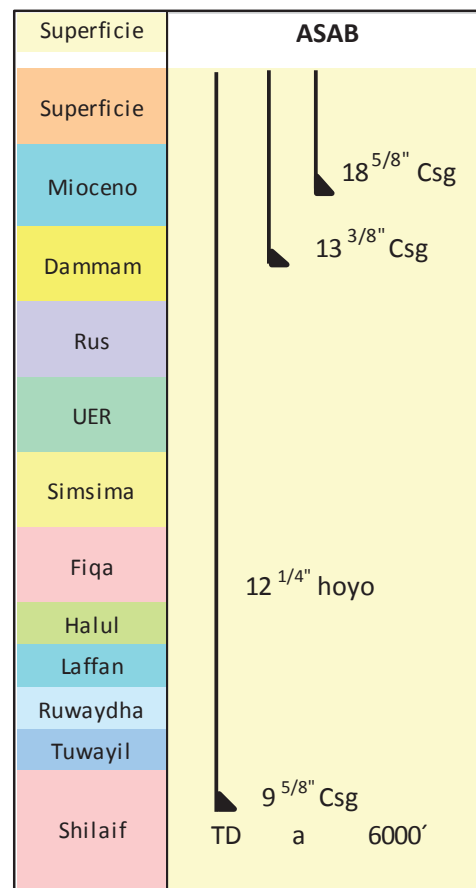
Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

2.3.3. HOYO DE 12 1/4"- CASING DE 9 5/8"

El Hoyo intermedio de 12 1/4" tiene como propósito atravesar las formaciones del cretácico Superior y cubrir en su totalidad todas las zonas de baja presión para evitar su exposición a altos pesos del lodo que requieren las formaciones de producción. El casing del hoyo de 12 1/4" tiene como objetivo asentarse justo por encima del intervalo de producción o inyección, cubriendo el 70% de la formación Shilaif (ver figura 2.3).

Figura 2. 3 Hoyo de 12 1/4"- CSG de 9 5/8"



Elaborado por: Valeria Guerra

2.3.3.1. BHA

El hoyo de 12 1/4" se continuará perforando de manera vertical hasta su profundidad total, debido al interés de mejorar la tasa de perforación se utiliza un ensamblaje

empacado con dos rimadores laterales de 12 1/4" acompañados de un motor de fondo y broca PDC, que desempeñan una mejora considerable en la tasa de penetración. Además se adiciona un martillo hidráulico como medida de mitigación en caso de pega de tubería. El ensamble de 12 1/4" se describe en la tabla 2.8:

Tabla 2. 8 BHA para hoyo de 12 1/4"

		COMPañÍA:	ADCO	FECHA:	-	
		CAMPO:	ASAB	BHA #:	3	
		POZO:	SB-	PROF. ENTRADA:	1800	
		TALADRO:	ND-08	PROF. SALIDA:	6900	
		SECCIÓN:	12 1/4"	RAZÓN DE SACADA:	TD	
REPORTE BHA						
INFORMACIÓN BROCA						
RUN#	FABRICANTE	TIPO	DIÁMETRO	TFA	IADC	JETS
1	SMITH	SI 619 HEBPX	12 1/4"	1,167	PDC	8 X 13
DESCRIPCIÓN BHA						
No.	DESCRIPCIÓN	SERIE #	PROF. (PIES)	PROF. TOTAL (PIES)	O.D.	I.D.
1	12 1/4" BROCA PDC	JK3735	1.14	1.14	12-1/4"	
2	9 5/8" ERT MOTOR W/11	MTR 9014	29.40	30.54	9-5/8"	
3	8" VÁLVULA FLOTADORA	RES 8001	2.69	33.23	8"	5"
4	12 1/4" RIMADOR	ADCO	9.00	42.23	12-1/4"	3"
5	1 x 8 1/4" DC	NDC	30.00	72.23	8 1/4"	3"
6	12 1/4" RIMADOR	ADCO	8.35	80.58	12 1/4"	3"
7	11 x 8 1/4" DC'S	NDC	327.49	408.07	8 1/4"	3"
8	8" MARTILLO HIDRÁULICO	ADCO	17.52	425.59	8"	3"
9	3x 8 1/4" DC	NDC	90.56	516.15	8 1/4"	3"
10	X/O (6 5/8" REG. P X 4 " IF B)	NDC	3.60	519.75	8 1/4"	3"
11	3 x 6 1/2" DC	NDC	92.67	612.42	6 1/2"	3"
12	X/O (4 " IF P X 4 1/2" DSTJ B)	NDC	3.50	615.92	6 1/2"	3"
13	3 x 5" HWDP	NDC	90.89	706.81	5"	3"

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

Este BHA se describe como un ensamble de fondo convencional rígido el cual provee una transición adecuada de peso hacia la broca y que logra mitigar los altos efectos de vibración en la sarta consecuencia de la alta rotación en superficie y rata de bombeo que se utiliza para atravesar las formaciones de esta sección.

2.3.3.2. Fluido de perforación

Las propiedades del lodo deben ser analizadas mientras la perforación aireada es llevada a cabo, y sus valores deben estar dentro de los rangos que se muestran en la tabla 2.9. Se debe evitar en lo posible valores altos de viscosidad y Yield Point.

Tabla 2. 9 Propiedades del lodo de perforación empleado

PROPIEDAD	VALORES
Densidad, pcf.	66-72
Viscosidad, seg/qt.	40-55
YP, #/100 pies ² .	16-25
VP, cps.	ALAP/ 7-10
Gel a 10 seg, #/100 pies ² .	3-6
Gel a 10 min, #/100 pies ² .	8-12
Filtrado API, cc/30 min.	<20
% Contenido de sólidos.	<6
% Arena por volumen.	0 -0.5
Ph.	9-11
MBT, ppb.	20-25

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

2.3.3.3. Riesgos potenciales de perforación

Esta sección presenta tres formaciones despresurizadas con estratos importantes, definidos como zonas de alto riesgo de pérdidas de circulación. Los riesgos operacionales al atravesar estas formaciones son severos, en caso de encontrar pérdidas las consecuencias de pega de tubería y de colapso de pozo son inevitables. Existe un paquete lutítico reactivo de estructura frágil que es propenso a derrumbes pero es controlable con buena inhibición y densidad del lodo. Los principales riesgos que se presentan se describen en la tabla 2.10.

Tabla 2. 10 Riesgo de perforación en el hoyo de 12 ¼”

Riesgo	Medidas de prevención
<p>Pérdida de circulación, pega de tubería y colapso del pozo.</p>	<p>Esto ocurre cuando el nivel del fluido cae debido a pérdidas de circulación mientras se atraviesan las formaciones Dammam, UER y Simsima, zonas potenciales de pérdidas severas, especialmente los primeros 500 pies desde su tope.</p> <p>UER se compone de piedra caliza porosa y dolomitas de configuración débil, y además es una zona potencial de pérdida debido a su alta porosidad.</p> <p>Simsima se compone principalmente de piedra caliza suave, y es una zona potencial de pérdida debido a la alta porosidad y fracturamiento. Este peligro se encuentra generalmente en la parte superior de la formación.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definir e identificar el espesor y Topes de las formaciones con baja presión. • Mantener el peso del lodo lo más cerca posible al agua mediante dilución. • Monitorear permanente de las pérdidas durante la perforación de dichas secciones
<p>Inestabilidad de lutitas.</p>	<p>Dammam y UER presentan un basamento lutítico importante que han demostrado ser inestables en diferentes condiciones del pozo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mantener la densidad del fluido todo el tiempo para garantizar la estabilidad del hoyo. • Añadir controladores de inhibición permanentemente. • Minimizar al máximo la filtración de agua hacia las paredes del pozo., añadiendo permanentemente controladores de filtrado. • Asegurar un buen puenteo de las formaciones con lutitas o arcillas de alta reactividad.

Tabla 2.10 Continuación

Riesgo	Medidas de prevención
Pega Diferencial	<p>Al atravesar zonas de alta porosidad y de baja presión con un sobre balance excesivo existe un alto riesgo de exponer la sarta a una pega diferencial al mantener la sarta estática. Existen sobre balances cercanos a los 500 psi en la formación más débil como es Simsima.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mantener el peso del lodo en el mínimo valor posible con la ayuda de los equipos de control de sólidos. • Monitorear permanentemente las conexiones en caso de arrastre importante. • Controlar el filtrado API al mínimo posible. • Garantizar un espesor mínimo en el revoque del lodo.
Corrosión de la sarta de perforación y BHA.	<p>El Alto contenido de O₂ en el lodo aireado acelera la corrosión, especialmente donde se rompe el recubrimiento catódico de la sarta de perforación. El BHA también es un punto débil expuesto a posible corrosión.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inspeccionar la sarta de perforación y BHA con regularidad. • Utilice el 8% de silicato de sodio, como inhibidor para reducir la corrosión.

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

2.3.4. OPERACIONES A DETALLE PARA LA PERFORACIÓN DEL HOYO DE 12 ¼"

La operadora en su plan de contingencia para evitar pérdidas de circulación severas al atravesar las zonas de baja presión, ejecuta la perforación del hoyo de 12 ¼" enfocado en controlar la rata de perforación (ROP) desde la entrada de las formaciones Dammam, UER y Simsima.

Con el uso de parámetros controlados de perforación ADCO ha logrado perforar con éxito las secciones de 12 ¼” empleando el fluido convencional, pero siempre con la presencia de un gran margen de incertidumbre y sin la certeza de poder atravesar dichos acuíferos sin pérdidas de circulación que provoquen problemas operacionales graves.

El hoyo de 12 ¼” inicia sus operaciones una vez que se arma el BHA en superficie y comienza el viaje con la tubería de perforación dentro del casing de 13 ¾” hasta topar el collar flotador, previamente corrido junto con el revestidor anterior.

En dicha profundidad se inicia a rotar el equipo de flotación junto con todo el cemento ubicado entre el collar y el zapato flotador. A partir de esta profundidad se inicia la perforación dentro de la formación Dammam, para lo cual se utiliza parámetros controlados de perforación hasta 500 pies por debajo del zapato de 13 ¾” (+/- entre 1800 pies – 2300 pies) con el fin de prevenir pérdidas de circulación en la zona crítica no consolidada de Dammam, estos parámetros controlados se muestran en la tabla 2.11.

Tabla 2. 11 Parámetros controlados

Parámetros controlados	
GPM:	650
RPM:	60
WOB:	10 KLBS
ROP:	30 PPH

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

Si es que no se evidencia pérdidas considerables de circulación mayores a 50 BPH durante los primeros 500 pies, se continúa perforando e incrementando gradualmente los parámetros de perforación hasta alcanzar los valores óptimos que permitan conseguir una ROP eficiente combinada con una buena limpieza del agujero. Estos parámetros óptimos se presentan en la tabla 2.12.

Tabla 2. 12 Parámetros óptimos

Parámetros óptimos	
GPM:	850
RPM:	90
WOB:	25 KLBS
ROP:	50 PPH

Elaborado por: Valeria Guerra
Fuente: ADCO

Estos parámetros se mantienen hasta 100 pies sobre el tope de la formación UER (+/- a 3100 pies). Una vez en esta profundidad se retoman nuevamente los parámetros controlados hasta conseguir atravesar 500 pies de la formación UER (+/- a 3700 pies). Monitoreando las pérdidas de circulación constantemente.

Si es que no se evidencia pérdidas importantes de circulación mayores a 50 BPH durante los primeros 500 pies, se continúa perforando e incrementando nuevamente los parámetros de perforación de manera gradual hasta alcanzar los valores óptimos. Con estos valores se continuara perforando hasta llegar a 100 pies sobre la formación Simsima (+/- a 5100 pies).

En el tope de Simsima se retoman nuevamente los parámetros controlados, y se atraviesa toda formación con los parámetros mínimos hasta confirmar la entrada de 100 pies dentro de la siguiente formación FIQA (+/- a 5800 pies).

Una vez en esta profundidad y si no hay evidencia de pérdidas severas de circulación, se realizan 2 ciclos de limpieza del agujero circulando con 650 GPM. Confirmada la limpieza del agujero se realiza un viaje de calibración desde FIQA hasta la base de UER (+/- 5800 pies hasta 5000 pies) para asegurar la apropiada condición de Simsima luego de atravesarla.

Una vez terminado el viaje de calibración se continua perforando con parámetros óptimos de perforación desde el tope de FIQA hasta la profundidad total de la sección, 600 pies dentro de la formación Shilaif (+/- 6900 pies).

Una vez en TD se realizan 3 circuitos de circulación para asegurar la correcta limpieza de todo el agujero, posteriormente se procede a sacar el BHA hacia superficie y se prepara para correr el casing de 9 5/8”.

2.3.4.1. Técnica operacional de perforación estándar, pozo SB- 628

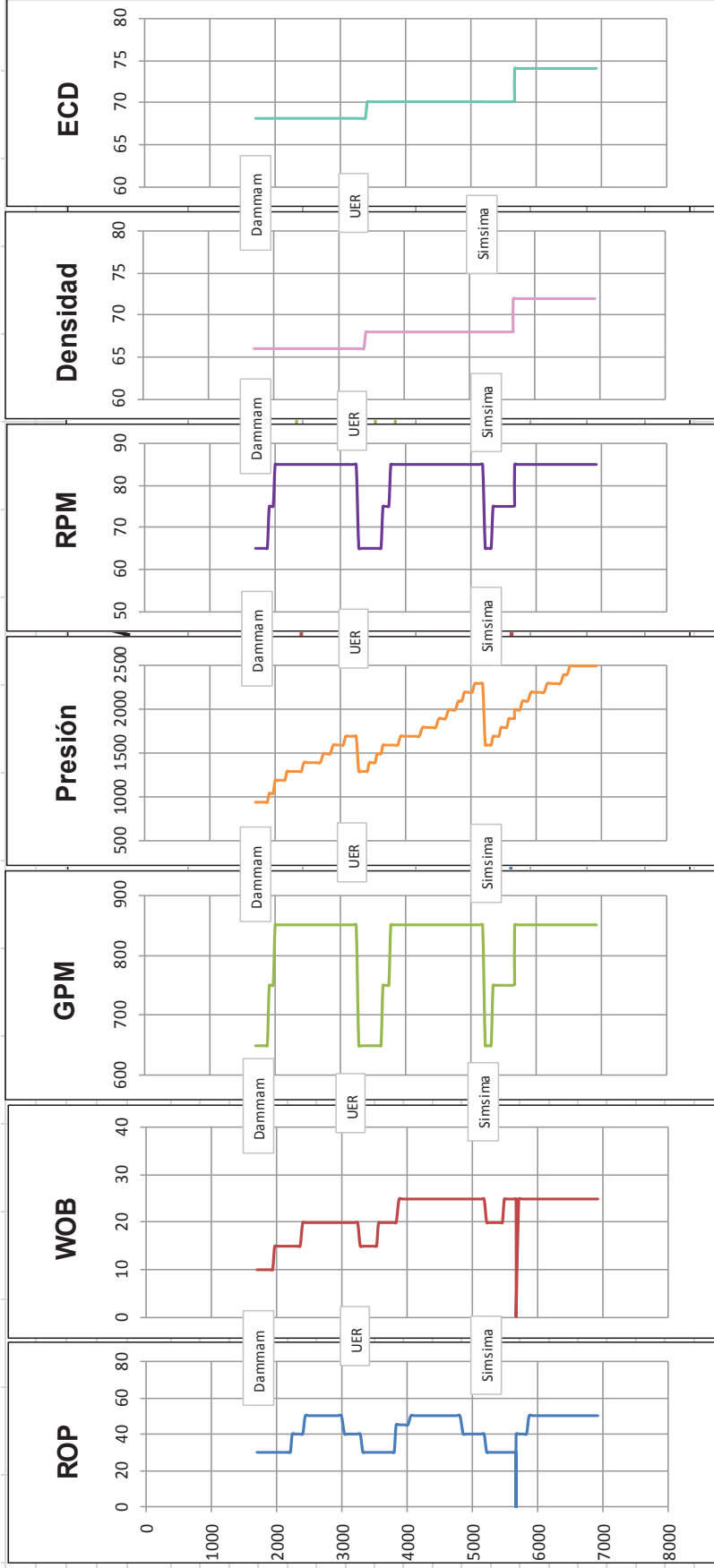
A continuación se detalla la técnica operacional planteada por la operadora para perforar la sección 12 1/4” con fluido convencional.

- Iniciar perforando los primeros 500 pies dentro de Dammam con una ROP controlada de 30 PPH.
- Los primeros 200 pies bajo el zapato de 13 3/8” se deberá usar el mínimo galonaje para encender el motor de fondo +/- 650 GPM y en lo posterior se deberá incrementar 100 GPM/100 pies hasta conseguir la máxima capacidad de galonaje del taladro de perforación +/- 850 GPM.
- Si no se presentan pérdidas durante los primeros 500 pies, se debe incrementar la ROP a 40 PPH los siguientes 200 pies.
- Si las condiciones son las ideales sin pérdidas, continuar perforando toda la formación Dammam y RUS con parámetros normales sin exceder una ROP de 50 PPH.
- 300 pies antes de llegar al tope de UER, reducir nuevamente la ROP a 40 PPH manteniendo el máximo galonaje para garantizar las condiciones de limpieza del agujero.
- Al ingresar al tope de UER reducir y controlar la ROP a 30 PPH los primeros 500 pies dentro de UER, iniciando con la mínima rata de 650 GPM los primeros 200 pies e incrementando 100 GPM /100 pies hasta conseguir la máxima capacidad de galonaje del taladro de perforación +/- 850 GPM.
- Si no se presentan pérdidas incrementar la ROP a 40 PPH los siguientes 200 pies con parámetros normales.

- Continuar perforando con parámetros normales toda la formación UER sin exceder ROP de 50 FPH.
- 300 pies antes de entrar a la formación Simsima reducir nuevamente la ROP a 40 PPH.
- Al ingresar a la formación Simsima reducir ROP a 30 PPH y mantenerla durante toda la formación. Los primeros 200 pies se debe usar ratas de bombeo de 650 GPM e incrementar 100 GPM /100 pies hasta conseguir la máxima rata +/- 850 GPM.
- Circular el pozo por limpieza y realizar un viaje de calibración desde el fondo hasta el tope de la formación Simsima. (+/- 600 pies).
- 200 pies luego de la formación Simsima incrementar la ROP a 40 PPH.
- Si no se presentan pérdidas de circulación perforar las formaciones Fiqa, Ruwaydha, Tuwayil y Shilaif hasta la profundidad total (TD) con parámetros normales sin exceder la ROP de 50 FPH.
- Una vez en el fondo circular para la limpieza del agujero bombeando píldoras viscosas y preparar para sacar la tubería hasta la superficie y correr el casing de 9 5/8".
- Se debe mantener al menos 500 barriles de bentonita prehidratada y material anti-pérdidas en locación.
- El diferencial aplicado al motor deberá restringirse acorde a la limitante de ROP de la formación que se esté perforando.

El resultado de la técnica operacional aplicada se la puede observar en el anexo 2.1 y en la figura 2.4.

Figura 2. 4 Parámetros de perforación pozo SB-628



ELABORADO POR: Valeria Guerra

2.3.4.2. Resultados

- El desempeño del motor se describe en la tabla 2.13:

Tabla 2. 13 Desempeño de motor en el pozo SB-628

DESEMPEÑO DE MOTOR			
Número de serie:	MTR - 9010	Etapas:	3,5
Lóbulos:	6/7	Tipo.	ERT
Tamaño:	9 ⁵ / ₈ "	Inclinación:	0°
FECHA DE INICIO Y TERMINACIÓN			
Fecha de inicio:	03/01/2015	Fecha de terminación:	08/01/2015
Hora:	4:00	Hora:	17:00
Profundidad:	1700	Profundidad:	6865
RESUMEN DE OPERACIÓN			
Horas de circulación:	4	Pies Perforados:	5165
Horas de perforación:	130	WOB:	10-35
Horas totales / días:	134 5.6	RPM:	85
Presión en fondo:	2500	GPM:	850
Presión fuera de fondo:	950	ROP:	38

Elaborado por: Valeria Guerra

2.4. ANÁLISIS DE PROBLEMAS CON LA PERFORACIÓN CONVENCIONAL EN LA SECCION 12 ¼"

2.4.1. ANÁLISIS DE PROBLEMAS POZO SB-1

2.4.1.1. Colapso del hoyo intermedio de 12 ¼" y pega de tubería

2.4.1.1.1. Suceso

El 22 de noviembre de 2014 a aproximadamente a las 8:50 AM durante la perforación del agujero superficial de 12 ¼" a 1952 pies +/- a 100 pies dentro de la

formación Dammam, fueron observadas repentinas pérdidas de circulación totales. Debido a esto se empezó a llenar el anular mientras se rotaba y reciprocaba la tubería previo a sacarla, pero cuando se trató de extraerla se encontró que la sarta estaba pegada debido al colapso del pozo. Se llevaron a cabo varios intentos para liberar la tubería pero resultaron sin éxito, consecuentemente la tubería se perdió en el pozo y se movilizó el taladro 20 metros hacia un nuevo cellar. (Ver figura 2.5)

Total TNP: 7.5 días (178.5 horas)

Costo estimado: \$ 331,700.00

Taladro: ND-52

2.4.1.1.2. Resultados

- Errores en:
 - Equipos
 - Procedimientos
 - ✓ Personal (Supervisión / Competencia / Liderazgo)

- Descripción:
 - Durante la perforación del agujero superficial de 12 ¼" a 1952 pies +/- a 100 pies dentro de la Formación Dammam fueron observadas repentinas pérdidas de circulación totales.
 - A pesar de que el procedimiento dicta sacar inmediatamente la tubería, el Company Man consultó a la oficina pidiendo instrucciones, mientras circulaba y llenaba el anular durante 20 minutos.
 - Después de 30 minutos se intentó empezar a sacar tubería y se observó que toda la sarta estaba pegada debido al colapso del pozo. Varios intentos se hicieron para liberar la tubería pero resultaron sin éxito.

- Se realizó el desenroscamiento de la tubería en el punto libre a 400 pies. Se bombeo tapón de abandono y se movilizó al cellar contiguo.

2.4.1.1.3. Causa raíz

- Pérdidas totales debido al sobre balance en la formación de baja presión Dammam.
- Ninguna acción rápida fue tomada después de las pérdidas, y luego se tomó la acción incorrecta.
- El Company Man violó las instrucciones y los procedimientos estándar a seguir. Empezó a llenar el anular mientras reciprocaba y rotaba la tubería durante 20 minutos.
- Adicional se detuvo la extracción de la tubería por instrucción del Rig Manager y se ordenó desplazar la píldora viscosa antes de sacarla (procedimiento incorrecto).

2.4.1.1.4. Lecciones aprendidas y acciones pendientes

- Supervisión completa por el Company Man, el Ingeniero de Lodos y el Rig Manager en la mesa rotaria y en los tanques de lodo antes y durante la perforación de la formación Dammam.
- El diseño del casing no fue el adecuado para estos pozos que presentan pérdidas completas en Dammam.
- El Company Man debe seguir los procedimientos estándar, y además distribuir ordenes de trabajo claras y discutir las con la cuadrilla.
- Si se observan pérdidas totales de circulación, se debe sacar inmediatamente la tubería mientras se llena el anular para evitar todo tipo de pega de tubería debido al colapso del pozo.

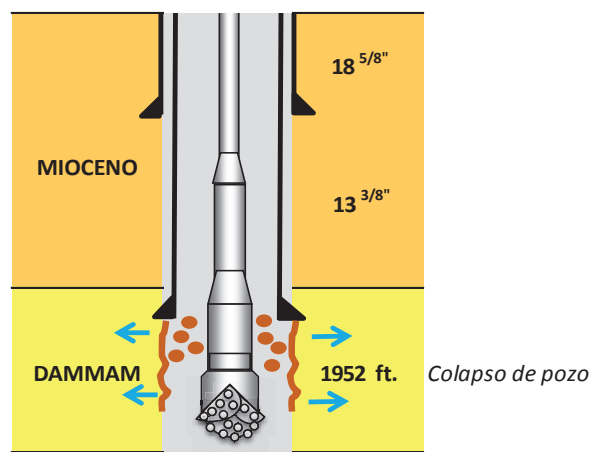
2.4.1.1.5. Acción realizada

El taladro se movilizó al cellar contiguo.

2.4.1.1.6. Esquema

La figura 2.5 muestra un esquema del suceso que se presentó en el pozo SB-1.

Figura 2. 5 Colapso del hoyo intermedio 12 ¼"



Elaborado por: Valeria Guerra

2.4.2. ANÁLISIS DE PROBLEMAS POZO SB-2

2.4.2.1. Pega del ensamblaje de fondo en el hoyo intermedio de 12 ¼"

2.4.2.1.1. Suceso

El 3 de diciembre del 2014 aproximadamente a las 11:45 PM después de perforar el agujero de 17 ½" a 1575 pies, se corrió el casing de 13 3/8" a 1406 pies (100 pies por encima de Dammam) debido a problemas de inestabilidad agujero (pérdidas de flujo). El activo y el equipo de perforación decidieron cementar el casing de 13 3/8" después de asegurar el correcto cubrimiento de todas las capas de arena basados

en los registros de todos los pozos cercanos. Se perforó la sección de 12 ¼" con pérdidas parciales y a 5903 pies se observó pérdidas totales de circulación, tomándose la decisión de sacar la tubería hasta el casing de 13 ¾" para recolectar agua y llenar los tanques de lodo. Mientras se sacaba tubería a 4490 pies y sin agua en los tanques para llenar el anular, se pegó la tubería por empacamiento o colapso de pozo.

Después de varios intentos sin éxito para liberar la sarta, se corrió punto libre y se determinó el colapso del pozo a 1747 pies (250 pies dentro de formación Dammam). Posteriormente se decidió realizar un desenroscamiento mecánico, el cual fue realizado con éxito recuperando la tubería desde 1747 pies. Se corrió una sarta de limpieza hasta el tope del pescado y se encontró al pozo colapsado a la misma profundidad.

Se decidió realizar un sidetrack para lo cual se bombearon cuatro tapones de cemento previamente. La desviación del pozo se realizó con éxito pero se presentaron nuevamente pérdidas totales al atravesar Dammam, razón por la cual se decidió abandonar el pozo bombeando un tapón de abandono.

Total TNP: 26.25 días (630 horas)

Costo estimado: \$ 2.52 MM.

Taladro: ND-58

2.4.2.1.2. Resultados

- Errores en:
 - Equipos
 - Procedimientos
 - ✓ Personal (Supervisión / Competencia / Liderazgo)

- Descripción:
 - Las ordenes de trabajo estuvieron disponibles previamente acordadas y discutidas con el ingeniero del pozo, Company Man y Líder de Perforación.
 - El tiempo de conexión fue demasiado largo debido a una falla mecánica en el malacate.
 - Debido a la lenta velocidad durante el viaje y al bajo nivel de lodo en los tanques se detuvo las operaciones para sacar la tubería sin llenar el anular.
 - Al momento del evento el 50% de la cuadrilla no era experimentada.
 - El casing de 13 3/8" no llegó a la parte superior de Dammam, parte del Mioceno quedó expuesta debido a las pérdidas totales de circulación y al no llenado del pozo, arena del Mioceno y parte de Dammam colapsaron.

2.4.2.1.3. Causa raíz

El casing de 13 3/8" no cubrió el Mioceno y se cemento 100 pies por encima de Dammam. La operación para sacar la tubería fue lenta debido a fallas en los equipos y a la inexperiencia de la cuadrilla, y a que no se dejó el suficiente fluido en los tanques de lodo para llenar el anular mientras se sacaba la tubería.

2.4.2.1.4. Lecciones aprendidas

- Asegurarse de instalar el casing de 13 3/8" en la parte superior de Dammam, asegurando cubrir el Mioceno.
- Si se decide perforar con pérdidas asegurar el suficiente suministro de lodo para sacar el BHA completo hasta el casing anterior.
- Se necesita más gente experimentada en las operaciones críticas de perforación.

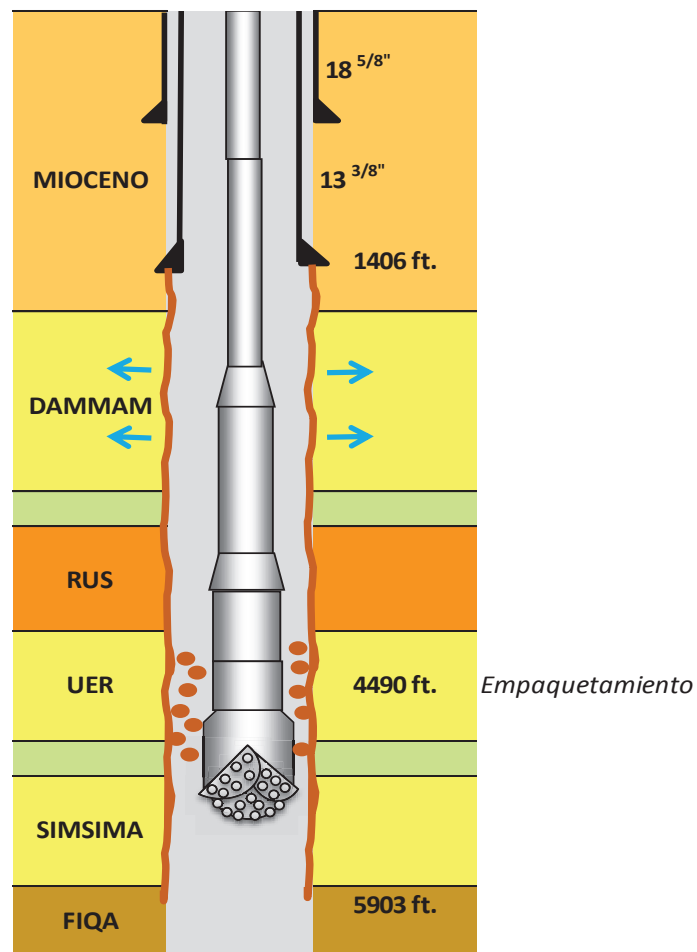
2.4.2.1.5. Acción realizada

El taladro se movilizó al cellar contiguo.

2.4.2.1.6. Esquema

La figura 2.6 muestra un esquema del suceso que se presentó en el pozo SB-2.

Figura 2. 6 Pega del ensamble de fondo en el hoyo intermedio de 12 ¼"



Elaborado por: Valeria Guerra

2.4.3. ANÁLISIS DE PROBLEMAS POZO SB-3

2.4.3.1. Empaquetamiento de tubería en el hoyo intermedio de 12 ¼”

2.4.3.1.1. Suceso

El 23 de enero de 2015 aproximadamente a las 11:20 PM mientras se perforaba la sección de 12 ¼” a 1598 pies dentro de la formación Dammam se presentaron pérdidas totales de circulación, y se bombearon 200 barriles de píldora de alta viscosidad (bentonita hidratada). Se observó el pozo y se empezó a sacar tubería. La tubería se empaquetó cuando se intentaba sacar la cuarta parada a 1100 pies, llevándose a cabo varios intentos para liberarla pero no resultaron con éxito. La tubería se perdió en el pozo y se movilizó el taladro 20 metros hacia un nuevo cellar.

Total TNP: 8.8 días (211.2 horas)

Costo estimado: \$ 440,000.00

Taladro: ND-11

2.4.3.1.2. Resultados

- Errores en:
 - Equipos
 - Procedimientos
 - ✓ Personal (Supervisión / Competencia / Liderazgo)

- Descripción:
 - Se presentaron pérdidas totales a 1598 pies dentro de Dammam y se tomó la acción incorrecta bombeando píldora de alta viscosidad.
 - La tubería se empaquetó cuando se intentaba sacar la cuarta parada a 1100 pies, se realizaron varios intentos para liberarla pero resultaron sin éxito.

- La tubería se perdió en el pozo y se movilizó el taladro 20 metros hacia un nuevo cellar.

2.4.3.1.2. Causa raíz

La acción apropiada fue retardada al encontrarse con pérdidas. El anular fue observado estático lo cual fue mal interpretado por el Company Man y el Rig Manager. Si se observan pérdidas totales de circulación, se debe sacar inmediatamente la tubería mientras se llena el anular para evitar todo tipo de pega de tubería debido al colapso del pozo.

2.4.3.1.3. Lecciones aprendidas

- La acción inmediata que deben adoptarse en caso de pérdidas completas en Dammam es sacar la tubería de inmediato sin consultar a la oficina ni tampoco bombear píldoras viscosas antes de sacarla.
- Aumentar la auditoría para la prevención de pega de tubería conduciendo campañas de prevención de pega de tubería.

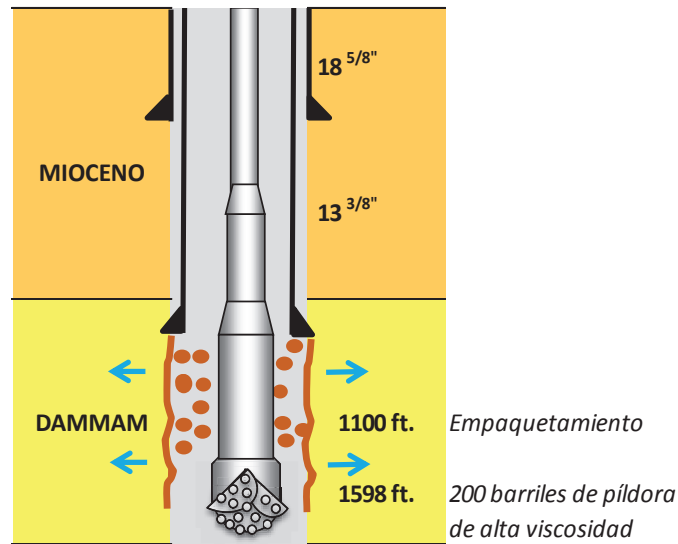
2.4.3.1.4. Acción realizada

El taladro se movilizó al cellar contiguo.

2.4.3.1.5. Esquema

La figura 2.7 muestra un esquema del suceso que se presentó en el pozo SB-3.

Figura 2.7 Empaquetamiento de tubería en el hoyo intermedio de 12 ¼"



Elaborado por: Valeria Guerra

2.4.4. ANÁLISIS DE PROBLEMAS POZO SB-4

2.4.4.1. Pérdidas totales en Dammam y Simsima en el hoyo intermedio de 12 ¼"

2.4.4.1.1. Suceso:

Durante la perforación del agujero de 12 ¼" desde 1750 pies hasta 2064 pies en Dammam, se obtuvieron pérdidas de 150 BPH. Se tomó la decisión de sacar el BHA de perforación para bombear un tapón de cemento y así poder curar las pérdidas, para lo cual se sacó el ensamblaje de fondo y se bajó con una sarta de cementación bombeando 400 barriles de cemento con éxito.

Se bajó nuevamente un BHA de 12 ¼", se perforó el tapón de cemento sin pérdidas y se continuó perforando el hoyo de 12 ¼" hasta 5169 pies dentro de la formación Simsima con 40 BPH de pérdidas. Posteriormente se continuó perforando el agujero vertical de 12 ¼" desde 5169 pies hasta 5371 pies donde repentinamente se observó pérdidas totales de circulación, y se tomó la decisión de sacar la tubería

para bombear un tapón de cemento y curar las pérdidas. Nuevamente se bajó una sarta de cementación y se bombeó en el fondo un tapón de cemento de 300 barriles con éxito.

Se bajó por tercera vez con un BHA de 12 ¼", se perforó el tapón de cemento sin pérdidas y se continuó perforando hasta la profundidad total cerca del fondo de la formación Shilaif con 40 BPH de pérdidas dinámicas. Posteriormente se corrió y se cemento el casing de 9 5/8" con éxito.

Total NPT: 5.5 días (132 horas)

Costo estimado: \$ 260,000.

Taladro: ND-52

2.4.4.1.2. Resultados

- Errores en:
 - Equipos
 - ✓ Procedimientos
 - Personal (Supervisión / Competencia / Liderazgo)

- Descripción:
 - Durante la perforación del agujero superficial de 12 ¼" a 2064 pies (Dammam) y a 5371 pies (Simsima) fueron observadas pérdidas de circulación totales.
 - Se bombeó dos tapones de cemento respectivamente con éxito.
 - La tubería en las dos ocasiones se sacó inmediatamente llenando el anular acorde al procedimiento. En ninguno de los casos se observó colapso de pozo.

2.4.4.1.3. Causa raíz

- Pérdidas totales debido al sobre balance en las formaciones de baja presión Dammam y Simsima.
- En esta área no se recomienda perforar con técnicas convencionales de fluidos base agua.

2.4.4.1.4. Lecciones aprendidas y acciones pendientes

- Supervisión completa por el Company Man, el Ingeniero de Lodos y el Rig Manager en la mesa rotaria y en los tanques de lodo antes y durante la perforación de la formación Dammam y Simsima.
- El Company Man deberá seguir los procedimientos estándar, y además distribuir ordenes de trabajo claras y discutirlos con la cuadrilla.
- Si se observan pérdidas totales de circulación, se debe sacar inmediatamente la tubería mientras se llena el anular, incluso durante el ensamblaje y desarme de los BHA a correrse en el pozo.

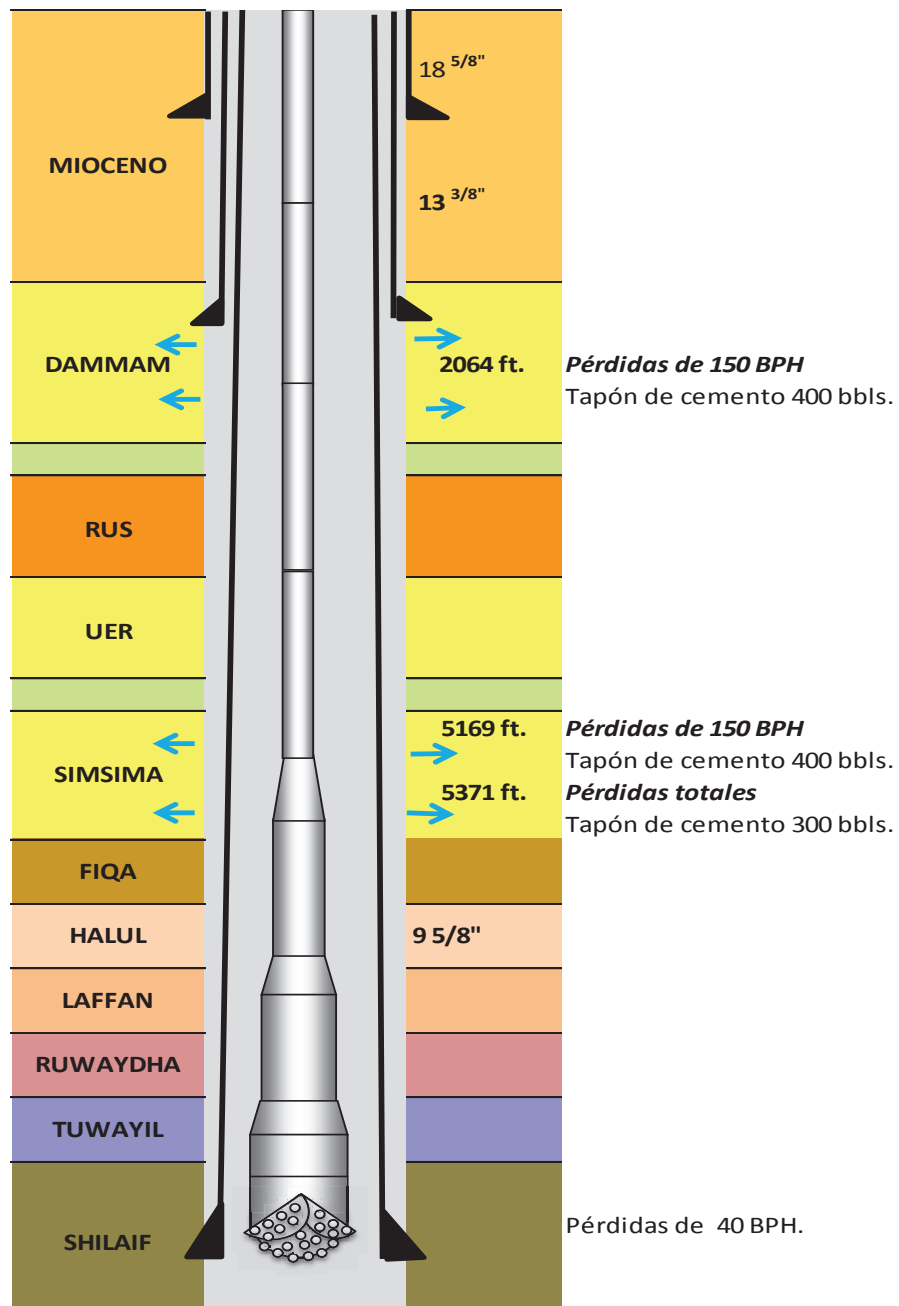
2.4.4.1.5. Acción realizada

Se bombeó dos tapones de cemento para curar las pérdidas con éxito.

2.4.4.1.6. Esquema

La figura 2.8 muestra un esquema del suceso que se presentó en el pozo SB-4.

Figura 2. 8 Pérdidas totales en el hoyo intermedio de 12 1/4"



Elaborado por: Valeria Guerra

2.5. APLICACIÓN DE FLUIDOS AIREADOS EN EL CAMPO ASAB

2.5.1. OPERACIONES ESTÁNDAR DE PERFORACIÓN CON FLUIDOS AIREADOS

La inyección de aire dentro del fluido de perforación, hacia el pozo reduce la densidad de circulación equivalente, previniendo el flujo no deseado hacia las formaciones. Esta tecnología está siendo probada en ADCO para perforar las secciones de 17 ½" y 12 ¼" al atravesar las formaciones Dammam, UER y Simsima.

2.5.1.1. Lineamientos para la perforación aireada

Para que las operaciones durante la perforación aireada se den de manera segura se deben seguir los siguientes lineamientos de manera consecutiva:

- Conectar el preventor anular y el adaptador de la cabeza rotaria, alineados con la conexión de la línea de flujo (flowline), y realizar la prueba de funcionamiento del anular.
- Instalar el cuerpo de la cabeza rotaria a través de la mesa rotaria y conectar la misma dentro del adaptador en el tope del preventor anular.
- Asegurar la correcta alineación de la mesa rotaria ya que de eso depende la vida útil del inserto que se instalará dentro de la cabeza rotaria.
- Conectar la línea de flujo en el tanque desgasificador (D-tank), y asegurarla en la subestructura del taladro.
- Armar el BHA de 12 ¼" y bajar hasta el tope del cemento dentro del casing de 13 ⅜".

- Perforar el cemento, el equipo de flotación y 10 pies de formación nueva. Si es que se encuentran pérdidas empezar a inyectar aire, de otra manera continuar perforando hasta el tope de UER con lodo convencional polimérico.
- Continuar perforando la sección de 12 ¼" usando el máximo galonaje (GPM) posible e inyectar aire a través del stand pipe hasta conseguir una densidad de circulación equivalente igual a 58 PCF.
- Si se presentaran pérdidas de fluido o flujo de agua en forma anticipada mientras se perfora Dammam, UER y Simsima, inyectar aire mientras se perforan estas formaciones para reducir la presión hidrostática en orden de eliminar las pérdidas y mejorar la ROP. La prioridad deberá ser perforar sin pérdidas con la máxima ROP posible.
- Se deberá bombear el máximo galonaje que sea posible, siempre y cuando la presión de la bomba no exceda la capacidad máxima del equipo de compresión de aire, la cual es de 3000 psi, en este caso la rata de flujo deberá de reducirse hasta alcanzar presiones bajo el límite del equipo de compresión.
- A medida que la profundidad incrementa la rata de inyección también lo hará.
- Si un influjo de agua es detectado se debe disminuir la rata de inyección de aire y seguir perforando.
- Antes de cada conexión se debe purgar (liberar presión) la línea de aire a través del bypass.
- Seguir con el programa de control de corrección de acuerdo a las recomendaciones del fluido de perforación.

2.5.1.2. Requerimientos para la perforación aireada

Los requerimientos necesarios para la perforación aireada se mencionan a continuación:

- Volumen mínimo total de aire 1,800 CFM.
- Presión de alimentación mínima de 3,000 psi de operación continua.
- Capacidad de bombeo de 1,000 GPM o de acuerdo al desempeño de los motores de fondo.
- Líneas de flujo adecuadas para manejar altos volúmenes de retorno desde el hoyo de 12 ¼ " (10 pulgadas).
- Adecuada configuración de BOP:
 - ✓ 21 ¼ " / 3000 psi - BOP
 - ✓ 13 5/8" / 5000 psi - BOP
 - ✓ 13 3/8 " / 3000 psi CHH (sección A cabezal)
- La cabeza rotaria debe tener un inserto sólido integral que se ajuste a un Kelly hexagonal que pueda ser fácilmente instalado o removido.
- La cabeza rotaria de 13 5/8" se dimensionará para pasar a través de la mesa rotaria de 27 ½".
- La cabeza rotaria debe tener un diámetro interno mínimo que permita pasar un BHA de 17 ½".
- El tanque desgasificador (D-tank) deberá tener instalado válvulas de no retorno, además de líneas de venteo de mínimo 10 pulgadas.
- Al menos dos válvulas flotadoras para prevenir el retorno del fluido aireado hacia la sarta deberán ser instaladas, una cerca de la broca y la otra debajo del Kelly.
- Instrumentos de monitoreo y medidores de flujo continuamente grabaran lo siguiente:
 - ✓ Volumen de aire
 - ✓ Presión de aire
 - ✓ Temperatura del lodo

✓ ECD

- Todas las lecturas leídas deberán ingresarse en un software continuamente junto con los parámetros de perforación aplicados, dicho software tendrá la capacidad de leer y grabar la data histórica, así como detectará la deficiencia en los parámetros aplicados.
- Todas las líneas, maniflods y equipos requeridos para el servicio deberán proveerse con las conexiones adecuadas para el taladro en el que se desarrollara el servicio, así como también deberán presentarse las certificaciones de los equipos de alta presión.
- Un paquete de repuestos deberá encontrarse en la locación para no interrumpir las operaciones en caso de una falla en sitio. El paquete deberá incluir: un compresor, booster, cabeza rotaria y líneas de alta presión.
- Todos los equipos deberán ser compatibles con las condiciones desérticas y cumplir con los requerimientos de ADCO para la contaminación de ruido con un máximo de 100 db.
- El personal UBD deberá inspeccionar el equipo y asegurar que todas las conexiones estén correctamente ajustadas.
- Comprobar que la presión del tanque acumulador se encuentre de 5 a 10 psi.
- El equipo contratista del taladro deberá asegurar que no existan bordes afilados en el Kelly.
- El contratista deberá informar al personal de UBD cualquier cambio en los parámetros de perforación.
- Es normal que la perforación aireada cree un desbordamiento en algún momento, que será controlado por el personal.
- En caso de sacar tubería, circular BTM / up únicamente con lodo, y asegúrese de que el pozo esté libre de aire debido a que el inserto de goma se desprende de la cabeza giratoria cuando el BHA está dentro del casing.

2.5.1.3. Propiedades básicas del lodo aireado

Para que el lodo sea apto para la aireación, debe cumplir con las siguientes pautas básicas:

- ✓ Fuerzas de gel bajas para facilitar la ruptura del aire.
- ✓ Baja viscosidad para ayudar a reducir la presión de circulación.
- ✓ Y.P. > 14.
- ✓ Buenas características de control de corrosión.
- ✓ PH de no menor de 10.
- ✓ Bajo porcentaje de sólidos.

2.5.1.4. Mitigación de corrosión

Se han experimentado algunos problemas de corrosión asociados con el uso de la perforación aireada, la misma que ha sido la causa del desenrosque de la tubería de perforación.

Como resultado de los experimentos de campo se ha demostrado que el silicato de sodio reduce la corrosión en todos los equipos de metal, debido a que este tiende a recubrir los equipos de superficie y sub-superficie.

Durante la perforación con lodo aireado, el silicato de sodio deberá ser bombeado y circulado periódicamente en forma de baches mezclados con píldora de alta viscosidad.

2.5.2. PROGRAMA TÉCNICO OPERACIONAL DE FLUIDOS AIREADOS

2.5.2.1. Objetivo

Perforar con lodo aireado el hoyo de 12 ¼" a través de las formaciones Damman, UER y Simsima y 100 pies dentro de la formación Fiqa, eliminando las pérdidas

severas de circulación en las formaciones mencionadas y mejorando la rata de penetración.

2.5.2.2. Información geológica

Las formaciones Damman, RUS, UER y Simsima corresponden a un intervalo de espesor conformado por caliza fracturada de alta porosidad, principalmente dolomita arcillosa.

El programa de perforación, así como el mapa de contorno de este campo indican que al cruzar las formaciones Damman, UER y Simsima, se espera una pérdida parcial o total en caso de perforar con lodo convencional.

2.5.2.3. Lineamientos del lodo

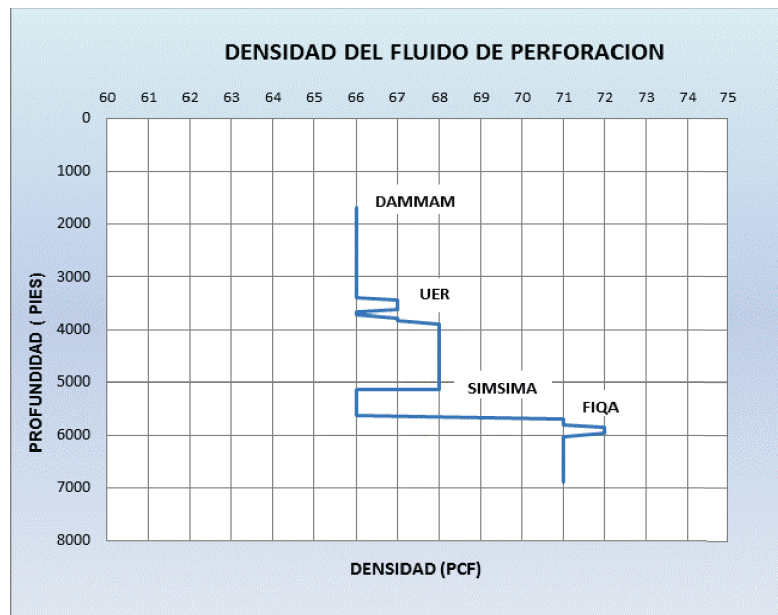
El sistema de lodo aireado presenta características propias de la base del fluido, es decir en este caso no difiere significativamente de las propiedades o características del fluido base agua. Es capaz de tolerar un alto contenido de sólidos, mostrar buena estabilidad térmica y reológica, además cuenta con una excelente calidad de revoque en las paredes del hoyo.

La inyección de aire afecta directamente a las propiedades químicas debido a la presencia de oxígeno que ingresa al sistema, e indirectamente a las propiedades físicas con una incidencia mínima a la reología propia del fluido. El oxígeno ingresa al sistema acelerando el proceso de oxidación al contacto con el agua y a su vez a disminuir el tiempo de vida útil del fluido, por lo cual el principal medio de mitigación durante el uso de sistemas aireados es la adición permanente de un controlador de corrosión acompañado de un control del potencial hidrógeno del fluido (PH). Con un buen complemento de estas dos medidas se puede considerar que la adición de aire al sistema no tiene ninguna incidencia importante sobre las propiedades de un fluido de perforación base agua.

2.5.2.3.1. Densidad del Lodo

La figura 2.9 presenta las densidades de lodo requeridas de acuerdo al plan de perforación y ajustadas de acuerdo a las formaciones a atravesar. Los valores de densidad van de 66 a 72 PCF.

Figura 2. 9 Ventana operacional de densidad



Elaborado por: Valeria Guerra

2.5.2.3.2. Aditivos del lodo

La tabla 2.14 detalla los aditivos que se emplean en la formulación del lodo aireado.

Tabla 2. 14 Aditivos para lodo Aireado

Productos	Función	Concentración (ppb)
Bentonita	Control de Viscosidad	20 - 25
Soda Caustica	Control pH y Pf	0.25 - 0.5
Silicato de Sodio	Control de Corrosión	8%
Almidón Modificado XT	Control de Filtrado	4
Cal XD	Control pH y Pm	2.0

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

2.5.2.3.3. Propiedades del lodo

Las propiedades del lodo deben ser analizadas mientras la perforación aireada es llevada a cabo, y sus valores deben estar dentro de los rangos que se muestran en la tabla 2.15. Se debe evitar en lo posible valores altos de viscosidad y Yield Point.

Tabla 2. 15 Propiedades del lodo aireado

PROPIEDAD	VALORES
Densidad, pcf.	66-72
Viscosidad, seg/qt.	40-55
YP, #/100 pies ² .	16-25
VP, cps.	ALAP/ 7-10
Gel a 10 seg, #/100 pies ² .	3-6
Gel a 10 min, #/100 pies ² .	8-12
Filtrado API, cc/30 min.	<20
% Contenido de sólidos.	<6
% Arena por volumen.	0 -0.5
Ph.	9-11
MBT, ppb.	20-25

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

Se recomienda concentrar todo el sistema con el Inhibidor de corrosión silicato de sodio al 8%, incluso las píldoras de limpieza deberán contener la concentración indicada. El monitoreo de la corrosión es esencial durante la aireación y manteniendo el pH dentro del rango recomendado se dará protección adicional.

2.5.2.4. Recomendaciones operacionales

- Cuando se perfora a través de la formación UER, la ROP tiende a ser muy alta, y con ella debe ser bombeada una píldora Hi-Vis durante la perforación.

- Antes de entrar al Basamento Lutítico UER, se deberá circular un fondo arriba. El lodo debe ser reacondicionado para tener características normales, es decir un peso de 66 lb/pie³ y una viscosidad de 45 seg.
- El aumento de la ROP es una buena guía para localizar la parte superior de Simsima.
- Al entrar a Simsima, los primeros 200 pies deben ser perforados con parámetros de perforación controlados para minimizar las pérdidas, reducir GPM a 750 y la ROP a 60 pies/hora.
- La perforación aireada comenzará aproximadamente a +/- 3307 pies, 60 pies por encima de la parte superior de la formación UER.
- UER se perforará con WOB, RPM y GPM, óptimos hasta la parte superior del Basamento Lutítico UER empleando de 350-750 CFM dependiendo de la condición del agujero.
- En la parte inferior de UER, circular un fondo arriba con lodo aireado.
- Antes de entrar en Simsima, el anular debe estar aireado (750 -800 GPM / 500-700 CFM) depende de la condición del agujero.
- Controlar la ROP en +/- 40 pies/hora.
- Nuevos parámetros de perforación se aplicarán después de perforar 150 pies a 200 pies dentro de la formación Simsima, dependiendo de las condiciones del agujero.
- Una vez atravesada la formación Fiqa, reducir gradualmente el aire, observando el pozo estático. En el caso de no tener pérdidas parar el aire.
- Asegúrese de contar con el suficiente volumen de agua en el caso de pérdidas.

2.5.2.5. Silicato de Sodio

- Preparar 500 barriles de lodo de alta viscosidad y tratarlo con Soda Caustica para reducir el calcio (por debajo de 200 ppm), añadir un 8% de silicato de sodio en volumen.
- Bombear periódicamente durante la perforación pastillas de Silicato de Sodio para la corrosión y de alta viscosidad para la limpieza del pozo.
- Cantidad requerida: 60 contenedores para el agujero de 12 ¼”.

2.5.3. ANÁLISIS DE POZOS PILOTO

Los pozos SB-650, SB-499 y SB-648, mencionados en la tabla 2.16, fueron los primeros pozos donde se aplicó la perforación con fluido aireado.

Tabla 2. 16 Información básica pozos piloto

UBICACIÓN	CAMPO	POZO No.	TALADRO No.	TIPO DE POZO
E-09.44/26.54	ASAB	SB-650	NDC – 08	Productor Horizontal Simple
H-34.72/59.72	ASAB	SB-499	NDC – 08	Inyector Horizontal Simple
H-93.23/19.19	ASAB	SB-648	NDC – 08	Productor Horizontal Simple

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

Debido a que es la primera experiencia con fluido aireado, la técnica operacional que se usó al perforar esta sección se asemeja a las guías operacionales que la operadora aplica en la perforación con fluido convencional con algunos cambios que se creyeron necesarios debido a la presencia del aire que es inyectado en el sistema de circulación. Con el uso de fluido aireado se dará prioridad al control de la tasa de bombeo usada al atravesar las formaciones de baja presión, aun por sobre el control de la tasa de perforación. Es así que usaremos el mínimo galonaje

+/- 650 GMP posible al menos 300 pies dentro de las formaciones Dammam, UER y Simsima, hasta asegurar cruzar la zona de transición y el estrato superior, considerados los más susceptibles a las pérdidas de circulación.

Con esta técnica se pone en riesgo la calidad de la limpieza del agujero debido a que su diámetro perforado requiere una tasa de bombeo mayor a los 800 GPM, sin embargo como medida de mitigación se planteó realizar dos estaciones intermedias de circulación con el galonaje recomendado antes de ingresar a las formaciones UER Y Simsima, con el propósito de garantizar que la carga de ripios en el anular antes de penetrar a dichas formaciones sea la mínima, y así obtener la mínima incidencia posible sobre la densidad equivalente debido a la mala limpieza del pozo.

2.5.3.1. Perforación aireada pozo SB- 650

2.5.3.1.1. Antecedentes técnicos

El pozo SB-650, será perforado y completado como un pozo productor simple de petróleo dentro de la zona B IV, con el objetivo de producir 5000 BPPD, y con un presupuesto estimado de \$ 3.8 MM.

- La ubicación del pozo SB-650 se detalla en la tabla 2.17:

Tabla 2.17 Ubicación del pozo SB-650

UBICACIÓN			
Localización:	E-09.44/26.54	Este:	210.943,46
RTKB:	491	Norte:	2.572.654,22
GL:	471	Latitud:	23 Deg 14' 22.869"
RT:	20	Longitud:	54 Deg 10' 31.012"

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

El Pozo SB 650 está localizado alrededor de los siguientes pozos vecinos:

- SB-635 – 0.80 Km de SB-650 – Pérdidas totales.
 - SB-525 – 1.2 km de SB-650 – Pérdidas totales.
 - SB-540 – 1.75 km de SB-650 – Pérdidas parciales.
- Los topes formacionales para el pozo SB-650 se muestran en la tabla 2.18:

Tabla 2. 18 Topes formacionales pozo SB-650

Formación	Tope (pies)	Espesores (pies)
Mioceno	491	1155
Dammam	1646	905
Dammam Basamento Lutitico	2673	35
Rus	2708	708
UER	3294	1805
UER Basamento Lutitico	5116	60
Simsima	5176	489
Fiqa	5665	418
Halul	6083	46
Laffan	6129	39
Ruwaydha	6168	10
Tuwayil	6178	57
Shilaif	6235	791

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

- La información correspondiente a reservorios se presenta en la tabla 2.19:

Se estima atravesar tres acuíferos de baja presión durante la sección de 12 ¼". A partir de mapas isópacos de presión se ha logrado estimar las presiones de formación de dichos reservorios y a su vez las densidades equivalentes respectivas.

Tabla 2. 19 Información de Reservorios pozo SB-650


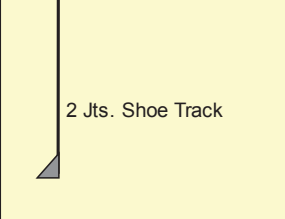
Formación	Profundidad (pies)	Presión formación (PSI)	Densidad Equivalente (PCF)	Densidad Lodo (PCF)	Presión Hidrostática (PSI)	Sobre balance (PSI)	Objetivo	PRESIÓN (PSI)	Bajo balance (PSI)
							ECD -AIRE (PCF)		
Dammam	1646	624	55	66	755	131	51	584	40
UER	3294	1125	49	66	1511	386	45	1030	95
Simsima	5176	2084	58	66	2375	291	54	1943	141

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

- El esquema previo a la perforación de la sección de interés se muestra en la figura 2.10:

Figura 2. 10 Esquema previo a la sección 12 ¼" del pozo SB-650

Hoyo (pulgadas)	Esquema del pozo	CASING					
		Tamaño	lbs/pie	Grado	Conexión	Profundidad (pies)	Formación
26"		18.5/8"	87,5	J-55	BTC	±180	Mioceno
17.1/2"		13.3/8"	68	J-55	BTC	1720	64 pies en Dammam

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

- La descripción de la broca y motor se detalla en la tabla 2.20:

Tabla 2.20 Información Broca y Motor pozo SB-650

Bit		Motor	
Tamaño	12 ¼"	Tamaño	9 5/8"
Tipo	PDC	Modelo	ERT Motor Liso
Nozzles	9x14	Diff.P.(psi)	150-350
TFA	1.2	RPM at 800 GPM	10%
CIA.	Ulterra / NOV	CIA.	Al Mansoori

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

2.5.3.1.2. Ejecución Técnica

El pozo SB-650, localizado en el campo ASAB, es un pozo horizontal productor en la zona BIV. La perforación del pozo fue realizada con el taladro ND-08 y tuvo una duración de 27 días, las operaciones iniciaron el 8 de febrero del 2015 y terminaron el 5 de marzo del 2015, con un costo estimado de \$ 3.802 MM.

- **Guía técnica operacional pozo SB-650**

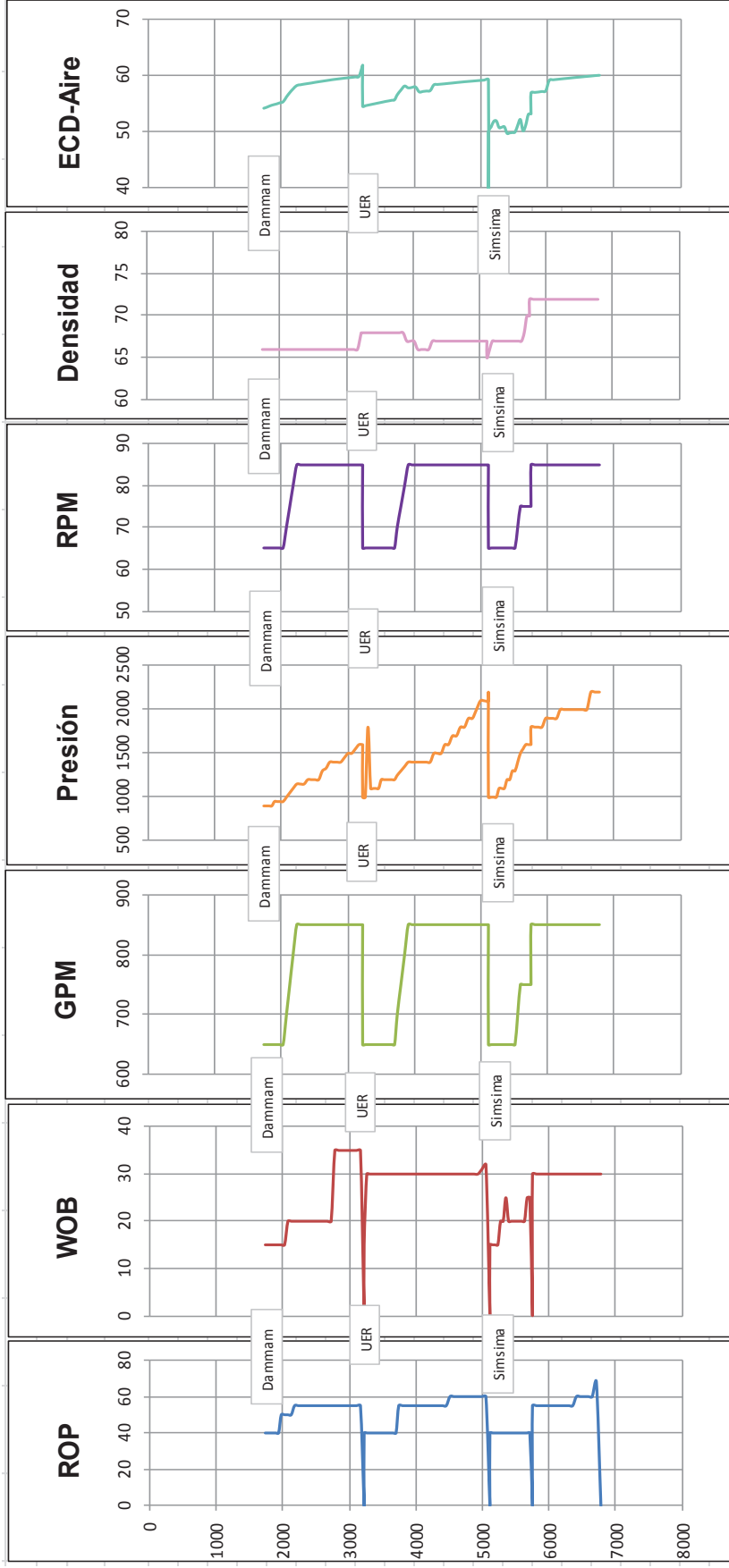
- ✓ Iniciar perforando los primeros 200 pies dentro de Dammam con una ROP controlada de 40 PPH.
- ✓ Continuar perforando los siguientes 200 pies con una ROP controlada de 50 PPH.
- ✓ Los primeros 300 pies bajo el zapato de 13 ⅜" se deberá usar el mínimo galonaje para encender el motor de fondo +/- 650 GPM y en los siguientes 200 pies se incrementará el galonaje hasta un máximo de 750 GPM, con la regla 50 GPM /30 pies.

- ✓ Si las condiciones son las ideales sin pérdidas, incrementar el galonaje al máximo posible de 850 GPM y continuar perforando toda la formación Dammam y RUS con parámetros normales sin exceder una ROP de 55 PPH.
- ✓ 50 pies antes de llegar al tope de UER, detener la perforación y realizar un ciclo de circulación con la máxima rata de bombeo mientras se rota y reciproca la tubería. Usar dos píldoras de alta viscosidad de 50 barriles cada una para garantizar la limpieza del agujero.
- ✓ Perforar el tope de UER y los primeros 400 pies dentro de UER con una ROP controlada de 40 PPH, iniciando con la mínima rata de 650 GPM los primeros 300 pies e incrementando 50 GPM / 30 pies hasta conseguir 750 GPM.
- ✓ Si no se presentan pérdidas continuar perforando con la máxima capacidad de galonaje del taladro de perforación +/- 850 GPM y con parámetros normales toda la formación UER sin exceder ROP de 60 FPH.
- ✓ 50 pies antes de llegar al tope de Simsima, detener la perforación y realizar un ciclo de circulación con la máxima rata de bombeo mientras se rota y reciproca la tubería. Usar dos píldoras de alta viscosidad de 50 barriles cada una para garantizar la limpieza del agujero.
- ✓ Al ingresar a la formación Simsima reducir ROP a 40 PPH y mantenerla durante toda la formación. Los primeros 300 pies se debe usar ratas de bombeo de 650 GPM e incrementar 50 GPM /30 pies hasta conseguir rata 750 GPM.
- ✓ 50 pies dentro de Fiqa, detener la perforación y circular el pozo por limpieza por un ciclo, realizar un viaje de calibración desde el fondo hasta el tope de la formación Simsima (+/- 600 pies).
- ✓ Si no se presentan pérdidas de circulación al perforar las formaciones Fiqa, Halul, Laffan, Ruwaydha, Tuwayil y Shilaif, hasta la profundidad total (TD) trabajar con parámetros normales y galonaje máximo de 850 GPM sin exceder la ROP de 60 FPH.

- ✓ Una vez en el fondo circular para la limpieza del agujero bombeando píldoras viscosas y preparar para sacar la tubería hasta superficie y correr el casing de 9 $\frac{5}{8}$ ".
- ✓ Se debe mantener al menos 500 barriles de bentonita prehidratada y material anti-pérdidas en locación.
- ✓ En lo relacionado a la inyección de aire se recomienda perforar Dammam con el mínimo volumen de aire posible de 200 CFM, UER con un volumen de 300 a 400 CFM y Simsima con un margen de volumen de aire de 500 a 600 CFM.
- ✓ El aire inyectado deberá regirse a las recomendaciones dictadas por la compañía de servicio pero se ajustará acorde a las condiciones de pérdidas de circulación que se presenten al atravesar cada una de las formaciones.
- ✓ El diferencial aplicado al motor deberá restringirse acorde a la limitante de ROP de la formación que se esté perforando.

El resultado de la técnica operacional aplicada se la puede observar en el anexo 2.2 y en la figura 2.11.

Figura 2. 11 Parámetros de perforación pozo SB-650



Elaborado por: Valeria Guerra

2.5.3.1.3. Análisis técnico

Se perforó la formación Dammam con pérdidas dinámicas promedio de 20 BPH con el mínimo volumen de aire de 200 CFM bombeado hacia el pozo. Dentro de los primeros 500 pies no se observó tendencia importante alguna a incrementar las pérdidas dinámicas e incluso con parámetros normales y máximo galonaje las pérdidas se mantienen en 20 BPH hasta llegar al tope de UER.

El primer ciclo de circulación en el tope de UER se realizó con éxito, se garantizó mantener el peso del lodo, la mínima viscosidad posible y el menor volumen de ripsos en el anular. Se inició la perforación en UER aumentando el volumen de aire inyectado a 350 CFM, observando pérdidas dinámicas estables de valores máximos de 40 BPH, se reguló el volumen de aire hasta 400 CFM con los cuales se logró intervalos constantes de pérdidas dinámicas similares hasta llegar al tope de Simsima.

El segundo ciclo de circulación en el tope de Simsima se realizó con éxito usando el máximo galonaje posible de 850 GPM, se garantizó mantener el peso del lodo, la mínima viscosidad posible y el menor volumen de ripsos en el anular.

Se inició la perforación en Simsima con parámetros controlados e incrementando la inyección de aire hasta 550 CFM sin observar pérdidas importantes los primeros 100 pies en donde se presentó una falla en el sistema donde se observó presencia de espuma en las zaranda, motivo por el cual se circuló el sistema tratando de estabilizar la presencia de aire añadiendo antiespumante al sistema.

Se reinició la perforación dentro de Simsima estabilizando la inyección de aire en 600 CFM, donde se empezó a observar incrementos abruptos de pérdidas de fluido alcanzando valores máximas de hasta 150 BPH. Como medida de mitigación y control se incrementó la inyección de aire hasta su máximo valor de 750 CFM con lo que se logró estabilizar las pérdidas dinámicas hasta 100 BPH hasta conseguir perforar 50 pies dentro de la formación Fiqá.

Se circuló y realizó viaje de calibración sin ningún inconveniente pero se continuó observando pérdidas de circulación estáticas de 150 BPH, durante el tiempo del viaje de calibración se trabaja a máxima capacidad para llenar los tanques al máximo antes de continuar perforando.

Se continuó perforando bajo Simsima las formaciones Fiqa, Halul, Laffan, y Shilaif inyectando un valor promedio de aire de 650 CFM evitando someter la tubería de perforación y al sistema de superficie al máximo volumen de inyección, con lo cual se consiguió estabilizar las pérdidas de circulación promedio en 90 BPH hasta la TD profundidad total.

En la profundidad total se realizó dos ciclos de circulación y se procedió a cortar la alimentación de aire hacia el pozo. Previo a sacar el BHA hasta superficie se observó pérdidas estáticas de fluido promedio de 70 BPH. El viaje a superficie se realizó sin ningún problema al igual que la corrida de casing de 9 5/8".

El trabajo de cementación se lo realizó de forma exitosa utilizando una cementación remedial en dos etapas donde se observó pérdidas promedio de 60 BPH durante el desplazamiento.

2.5.3.1.4. Resultados

- El desempeño del motor se describe en la tabla 2.21:

Tabla 2. 21 Desempeño de motor en el pozo SB-650

DESEMPEÑO DE MOTOR			
Número de serie:	MTR - 9017	Etapas:	3,5
Lóbulos:	6/7	Tipo.	ERT
Tamaño:	9 5/8"	Inclinación:	0°
FECHA DE EJECUCIÓN			
Fecha de inicio:	13/02/2015	Fecha de terminación:	17/02/2015
Hora:	10:00	Hora:	23:00
Profundidad:	1741	Profundidad:	6784

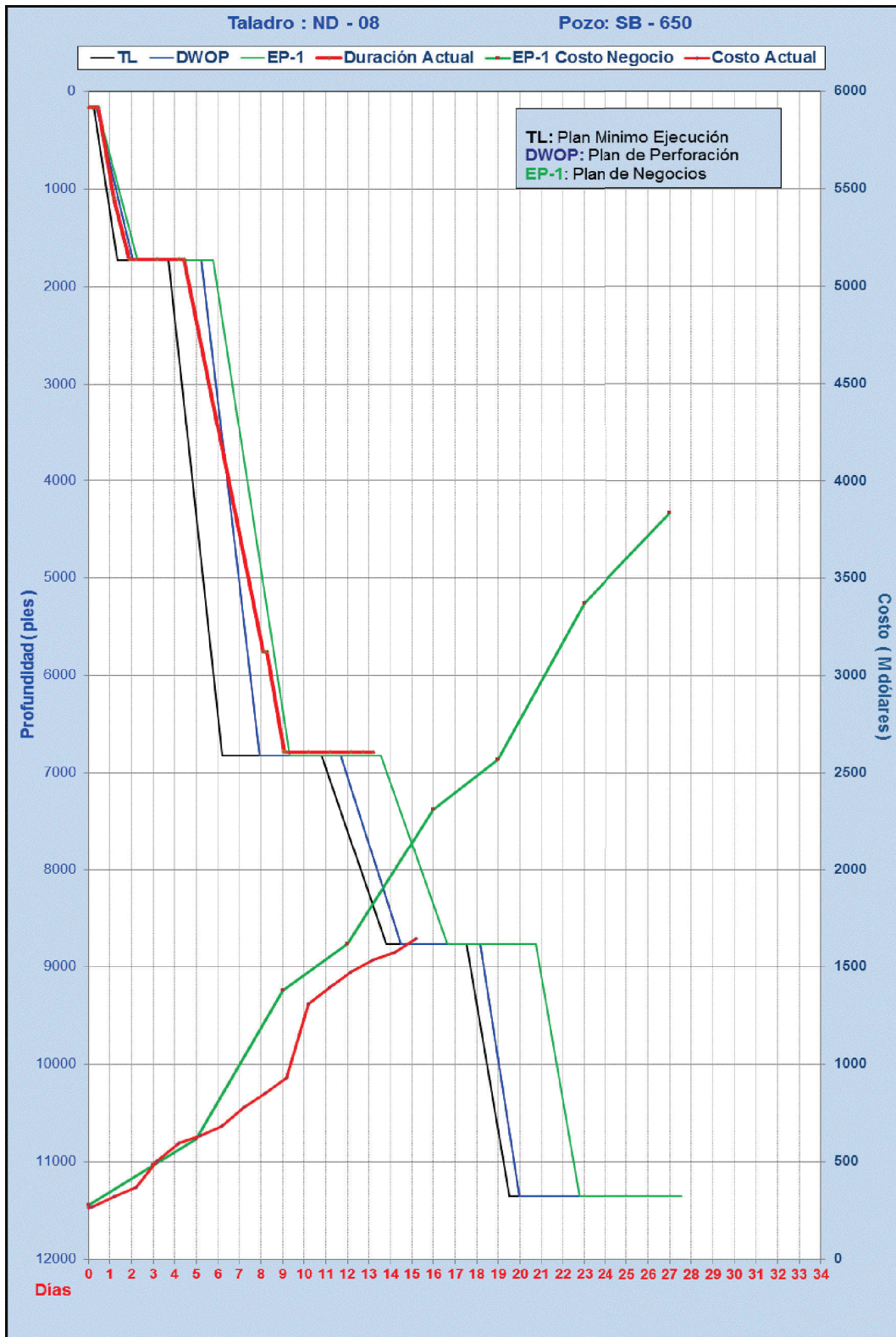
Tabla 2.21: Continuación

Horas de circulación:	9		Pies Perforados:	5043
Horas de perforación:	101		WOB:	10-35
Horas totales / días:	110	4.6	RPM:	85
Presión en fondo:	2200		GPM:	850
Presión fuera de fondo:	900		ROP:	50

Elaborado por: Valeria Guerra

- La figura 2.12 muestra la curva de tiempo-costo obtenida durante la perforación de la sección de 12 ¼" con fluido aireado, donde se visualiza que el desarrollo de la perforación se realizó en un menor tiempo y a un menor costo respecto al plan original de perforación.

Figura 2. 12 Gráfica de tiempo pozo SB-650



Modificado por: Valeria Guerra
Fuente: ADCO

2.5.3.2. Perforación aireada pozo SB- 499

2.5.3.2.1. Antecedentes técnicos

El pozo SB-499, será perforado y completado como un pozo de inyección de agua dentro de las sub-zona AIII, con el objetivo de inyección de 5000 BWPD, y con un presupuesto estimado de \$ 3.5 MM.

- La ubicación del pozo SB-499 se detalla en la tabla 2.22:

Tabla 2. 22 Ubicación del pozo SB-499

UBICACIÓN			
Localización:	H-34.72/59.72	Este:	213.472,00
RTKB:	431	Norte:	2.585.972,00
GL:	411	Latitud:	23 Deg 21' 37.056"
RT:	20	Longitud:	54 Deg 11' 50.820"

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

El Pozo SB 499 está localizado alrededor de los siguientes pozos vecinos:

- SB-624 – 1.80 Km de SB-499 – Pérdidas totales.
- SB-487 – 2.2 km de SB-499 – Pérdidas totales.
- SB-605 – 1. 5 km de SB-499 – Pérdidas severas.

- Los topes formacionales para el pozo SB-499 se muestran en la tabla 2.23:

Tabla 2. 23 Topes formacionales pozo SB-499

Formación	Tope (pies)	Espesores (pies)
Mioceno	431	1359
Dammam	1790	1038
Dammam Basamento Lutitico	2828	30
Rus	2858	530
UER	3388	1789
UER Basamento Lutitico	5177	78
Simsima	5255	560
Fiqa	5815	418
Halul	6233	46
Laffan	6279	39
Ruwaydha	6318	10
Tuwayil	6328	144
Shilaif	6472	806

Elaborado por: Valeria Guerra
Fuente: ADCO

- La información correspondiente a reservorios se presenta en la tabla 2.24:

Se estima atravesar tres acuíferos de baja presión durante la sección de 12 ¼". A partir de mapas isópacos de presión se ha logrado estimar las presiones de formación de dichos reservorios y a su vez las densidades equivalentes respectivas.

Tabla 2. 24 Información de Reservorios pozo SB-499

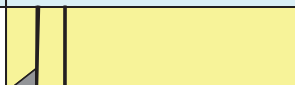
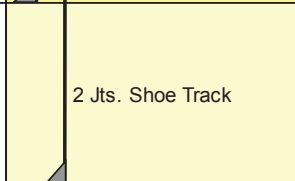
Formación	Profundidad (pies)	Presión formación (PSI)	Densidad Equivalente (PCF)	Densidad Lodo (PCF)	Presión Hidrostática (PSI)	Sobre balance (PSI)	Objetivo	PRESIÓN (PSI)	Bajo balance (PSI)
							ECD -AIRE (PCF)		
Dammam	1790	727	58	66	821	94	55	684	43
UER	3388	1202	51	66	1554	352	47	1107	95
Simsima	5255	2154	59	66	2411	257	55	2009	145

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

- El esquema previo a la perforación de la sección de interés se muestra en la figura 2.12:

Figura 2. 13 Esquema previo a la sección 12 ¼" del pozo SB-499

Hoyo (pulgadas)	Esquema del pozo	CASING					
		Tamaño	lbs/pie	Grado	Conexión	Profundidad (pies)	Formación
26"		18.5/8"	87,5	J-55	BTC	±180	Mioceno
17.1/2"		13.3/8"	68	J-55	BTC	1854	64 pies en Dammam

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

- La descripción de la broca y motor se detalla en la tabla 2.25:

Tabla 2. 25 Información Broca y Motor pozo SB-499

Bit		Motor	
Tamaño	12 ¼"	Tamaño	9 5/8"
Tipo	PDC	Modelo	ERT Motor Liso
Nozzles	9x14	Diff.P.(psi)	150-350
TFA	1.2	RPM at 800 GPM	10%
CIA.	Ulterra / NOV	CIA.	Al Mansoori

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

2.5.3.2.2. Ejecución Técnica

El pozo SB-499, localizado en el campo ASAB, es un pozo horizontal inyector de agua en la sub-zona AIII. La perforación del pozo fue realizada con el taladro ND-08 y tuvo una duración de treinta días, las operaciones iniciaron el 12 de marzo del 2015 y terminaron el 10 de abril de 2015, con un costo real de \$ 3.6 MM y una tasa de inyección de 5000 BWPD.

- **Guía técnica operacional SB-499**

En base a la experiencia en la perforación del pozo SB 650 se consideró algunos cambios en la técnica operacional relacionados al control de la ROP en los primeros pies de las zonas de baja presión dándole prioridad únicamente al control de la tasa de bombeo directamente relacionada a la ECD.

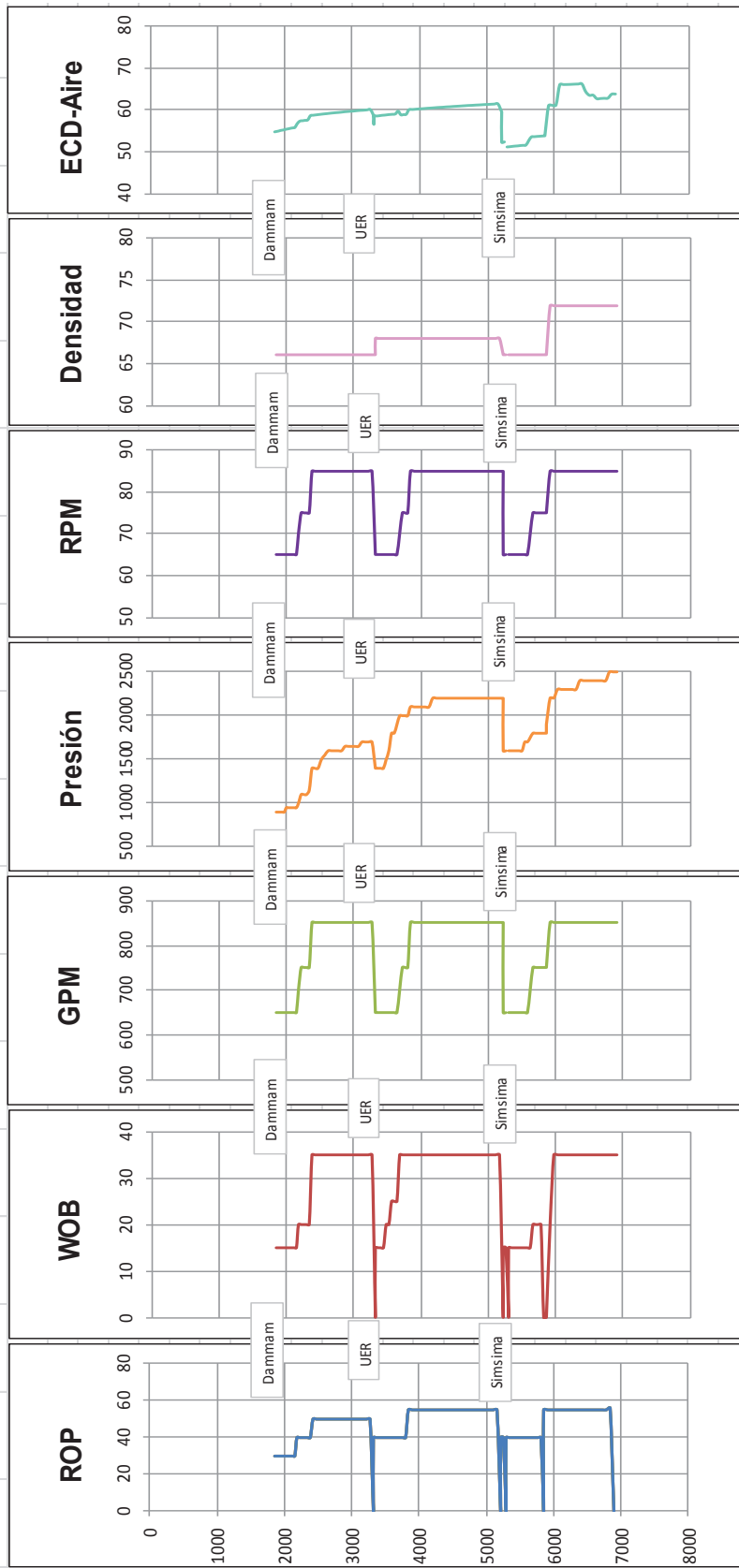
- ✓ Iniciar perforando los primeros 300 pies dentro de Dammam con una ROP controlada de 30 PPH.
- ✓ Continuar perforando los siguientes 200 pies con una ROP controlada de 40 PPH.
- ✓ Los primeros 300 pies bajo el zapato de 13 $\frac{3}{8}$ " se deberá usar el mínimo galonaje para encender el motor de fondo +/- 650 GPM y en los siguientes 200 pies se incrementará el galonaje hasta un máximo de 750 GPM, con la regla 50 GPM /30 pies.
- ✓ Si las condiciones son las ideales sin pérdidas, incrementar el galonaje al máximo posible de 850 GPM y continuar perforando toda la formación Dammam y RUS con parámetros normales sin exceder una ROP de 50 PPH.
- ✓ 50 pies antes de llegar al tope de UER, detener la perforación y realizar un ciclo de circulación con la máxima tasa de bombeo mientras se rota y reciproca la tubería. Usar dos píldoras de alta viscosidad de 50 barriles cada una para garantizar la limpieza del agujero.

- ✓ Perforar el tope de UER con una ROP controlada de 40 PPH los primeros 400 pies dentro de UER, iniciando con la mínima rata de 650 GPM los primeros 300 pies e incrementando 50 GPM / 30 pies hasta conseguir 750 GPM.
- ✓ Si no se presentan pérdidas continuar perforando con la máxima capacidad de galonaje del taladro de perforación +/- 850 GPM y con parámetros normales toda la formación UER sin exceder ROP de 55 FPH.
- ✓ 50 pies antes de llegar al tope de Simsima, detener la perforación y realizar un ciclo de circulación con la máxima rata de bombeo mientras se rota y reciproca la tubería. Usar dos píldoras de alta viscosidad de 50 barriles cada una para garantizar la limpieza del agujero.
- ✓ Al ingresar a la formación Simsima reducir ROP a 40 PPH y mantenerla durante toda la formación. Los primeros 300 pies se debe usar ratas de bombeo de 650 GPM e incrementar 50 GPM /30 pies hasta conseguir rata 750 GPM.
- ✓ 50 pies dentro de Fiqa, detener la perforación y circular el pozo por limpieza por un ciclo, realizar un viaje de calibración desde el fondo hasta el tope de la formación Simsima (+/- 600 pies).
- ✓ Si no se presentan pérdidas de circulación al perforar las formaciones Fiqa, Halul, Laffan, Ruwaydha, Tuwayil y Shilaif, hasta la profundidad total (TD) trabajar con parámetros normales y galonaje máximo de 850 GPM sin exceder la ROP de 55 FPH.
- ✓ Una vez en el fondo circular para la limpieza del agujero bombeando píldoras viscosas y preparar para sacar la tubería hasta superficie y correr el casing de 9 5/8".
- ✓ Se debe mantener al menos 500 barriles de bentonita prehidratada y material anti-pérdidas en locación.

- ✓ En lo relacionado a la inyección de aire se recomienda perforar Dammam con el mínimo volumen de aire posible de 200 CFM, UER con un volumen de 300 a 400 CFM y Simsima con un margen de volumen de aire de 500 a 600 CFM.
- ✓ El aire inyectado deberá regirse a las recomendaciones dictadas por la compañía de servicio pero se ajustará acorde a las condiciones de pérdidas de circulación que se presenten al atravesar cada una de las formaciones.
- ✓ El diferencial aplicado al motor deberá restringirse acorde a la limitante de ROP de la formación que se esté perforando.

El resultado de la técnica operacional aplicada se la puede observar en el anexo 2.3 y en la figura 2.14.

Figura 2. 14 Parámetros de perforación pozo SB-499



Elaborado por: Valeria Guerra

2.5.3.2.3. Análisis técnico

Se perforó la formación Dammam con pérdidas dinámicas promedio de 20 BPH y con el mínimo volumen de aire 200 CFM bombeado hacia el pozo. Dentro de los primeros 500 pies no se observó tendencia alguna a incrementar las pérdidas dinámicas e incluso con parámetros normales y máximo galonaje las pérdidas se mantienen en 20 BPH hasta llegar al tope de UER.

El primer ciclo de circulación en el tope de UER se realizó con éxito, se garantizó mantener el peso del lodo, la mínima viscosidad posible y el menor volumen de rípios en el anular.

Se inició la perforación en UER aumentando el volumen de aire inyectado a 250 CFM, observando pérdidas dinámicas fluctuantes de valores máximos de 30 BPH con intervalos cortos sin la presencia de pérdidas dinámicas, se reguló el volumen de aire a 300 CFM con intervalos largos sin pérdidas de fluido hasta llegar al tope de Simsima.

El segundo ciclo de circulación en el tope de Simsima se realizó con éxito usando el máximo galonaje posible, se garantizó mantener el peso del lodo, la mínima viscosidad posible y el menor volumen de rípios en el anular.

Se inició la perforación en Simsima con parámetros controlados e incrementando la inyección de aire hasta 500 CFM sin observar pérdidas importantes los primeros 100 pies en donde se presentó una falla en el inserto de la cabeza rotaria, el cual fue reemplazado y probado con éxito. Se reinició la perforación dentro de Simsima estabilizando la inyección de aire en 550 CFM con la presencia de pérdidas dinámicas máximas de 40 BPH con fluctuaciones cortas sin la evidencia de pérdidas hasta perforar 50 pies dentro de la formación Fiqa. Se circuló y realizó viaje de calibración sin ningún inconveniente, y se continuó perforando bajo Simsima las formaciones Fiqa, Halul, Laffan, y Shilaif, con pérdidas de circulación promedio de 40 BPH motivo por el cual se continuó inyectando volúmenes de aire

de alrededor 500 CFM para mitigar las pérdidas de fluido hasta llegar al punto de casing en la formación Shilaif.

En la profundidad total se realizó dos ciclos de circulación y se procedió a cortar la alimentación de aire hacia el pozo. Previo a sacar el BHA hasta superficie se observó pérdidas estáticas de fluido promedio de 30 BPH.

El viaje a superficie se realizó sin ningún problema al igual que la corrida de casing de 9 5/8". El trabajo de cementación se lo realizó de forma exitosa evidenciando pérdidas promedio de 20 BPH durante el desplazamiento.

2.5.3.2.4. Resultados

- El desempeño del motor se describe en la tabla 2.26:

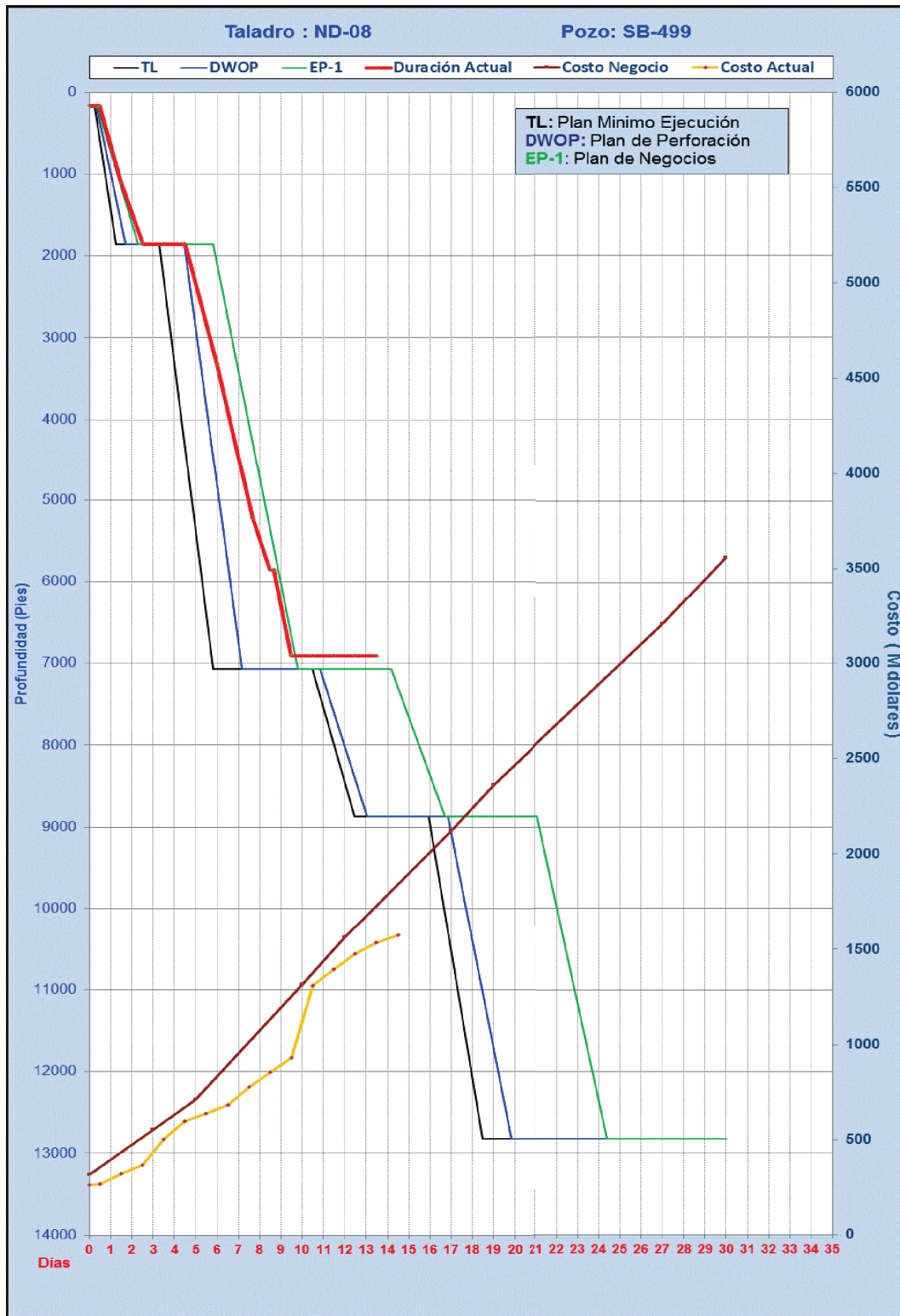
Tabla 2. 26 Desempeño de motor en el pozo SB-499

DESEMPEÑO DE MOTOR			
Número de serie:	MTR- 9034	Etapas:	3,5
Lóbulos:	6/7	Tipo.	ERT
Tamaño:	9 5/8"	Inclinación:	0°
Fecha de inicio: 17/03/2015 Fecha de terminación: 22/03/2015			
Hora:	12:00	Hora:	9:00
Profundidad:	1852	Profundidad:	6903
Horas de circulación:	10	Pies Perforados:	5051
Horas de perforación:	108	WOB:	10-35
Horas totales / días:	118 4.9	RPM:	85
Presión en fondo:	2500	GPM:	850
Presión fuera de fondo:	900	ROP:	47

Elaborado por: Valeria Guerra

- La figura 2.15 muestra la curva de tiempo-costo obtenida durante la perforación de la sección de 12 1/4" con fluido aireado, donde se visualiza que el desarrollo de la perforación se realizó en un menor tiempo y a un menor costo respecto al plan original de perforación.

Figura 2. 15 Gráfica de tiempo pozo SB-499



Modificado por: Valeria Guerra
 Fuente: ADCO

2.5.3.3. Perforación aireada pozo SB- 648

2.5.3.3.1. Antecedentes técnicos

El pozo SB-648, será perforado y completado como un pozo horizontal productor simple de petróleo dentro de la zona B, con el objetivo de producir 6000 BPPD, y con un presupuesto estimado de \$ 3.6 MM.

- La ubicación del pozo SB-648 se detalla en la tabla 2.27:

Tabla 2. 27 Ubicación del pozo SB-648

UBICACIÓN			
Localización:	H-93.23/19.19	Este:	219.323,4
RTKB:	421	Norte:	2.581.919,3
GL:	400	Latitud:	23 Deg 19' 29.068"
RT:	21	Longitud:	54 Deg 15' 19.381"

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

El Pozo SB 648 está localizado alrededor de los siguientes pozos vecinos:

- SB-631 – 1.0 Km de SB-648 – Pérdidas totales.
- SB-640 – 1.2 km de SB-648 – Pérdidas parciales.
- SB-670 – 1.75 km de SB-648 – Pérdidas totales.

- Los topes formacionales para el pozo SB-648 se muestran en la tabla 2.28:

Tabla 2.28 Topes formacionales pozo SB-648

Formación	Tope (pies)	Espesores (pies)
Mioceno	421	1249
Dammam	1670	1147
Dammam Basamento Lutitico	2817	27
Rus	2844	539
UER	3383	1762
UER Basamento Lutitico	5145	63
Simsima	5208	403
Fiqa	5611	283
Halul	5894	56
Laffan	5950	52
Ruwaydha	6002	11
Tuwayil	6013	78
Shilaif	6091	795

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

- La información correspondiente a reservorios se presenta en la tabla 2.29:

Se estima atravesar tres acuíferos de baja presión durante la sección de 12 ¼". A partir de mapas isópacos de presión se ha logrado estimar las presiones de formación de dichos reservorios y a su vez las densidades equivalentes respectivas.

Tabla 2. 29 Información de Reservorios pozo SB-648


Formación	Profundidad (pies)	Presión formación (PSI)	Densidad Equivalente (PCF)	Densidad Lodo (PCF)	Presión Hidrostática (PSI)	Sobre balance (PSI)	Objetivo	PRESIÓN (PSI)	Bajo balance (PSI)
							ECD -AIRE (PCF)		
Dammam	1788	732	59	66	820	88	55	684	48
UER	3383	1300	55	66	1552	252	50	1176	124
Simsima	5208	2136	59	66	2390	254	55	1991	145

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

- El esquema previo a la perforación de la sección de interés se muestra en la figura 2.16:

Figura 2. 16 Esquema previo a la sección 12 ¼" del pozo SB-648

Hoyo (pulgadas)	Esquema del pozo	CASING					
		Tamaño	lbs/pie	Grado	Conexión	Profundidad (pies)	Formación
26"		18.5/8"	87,5	J-55	BTC	±180	Mioceno
17.1/2"	2 Jts. Shoe Track	13.3/8"	68	J-55	BTC	1730	62 pies en Dammam

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

- La descripción de la broca y motor se detalla en la tabla 2.30:

Tabla 2.30 Información Broca y Motor pozo SB-648

Bit		Motor	
Tamaño	12 ¼"	Tamaño	9 5/8"
Tipo	PDC	Modelo	ERT Motor Liso
Nozzles	9x14	Diff.P.(psi)	150-350
TFA	1.2	RPM at 800 GPM	10%
CIA.	Ulterra / NOV	CIA.	Al Mansoori

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

2.5.3.3.2. Ejecución Técnica

El pozo SB-648, localizado en el campo ASAB, es un pozo horizontal productor simple en la sub-zona B. La perforación del pozo fue realizada con el taladro ND-08 y tuvo una duración de 29 días, las operaciones iniciaron el 15 de abril del 2015 y terminaron el 14 de mayo del 2015, con un costo estimado de \$ 3.6 MM.

- **Guía técnica operacional SB-648**

En base a la experiencia en la perforación de los pozos anteriores SB-650 y SB-499 se consideró algunos cambios en la técnica operacional relacionados al control de la ROP en los primeros pies de las zonas de baja presión dándole prioridad únicamente al control de la rata de bombeo directamente relacionada a la ECD.

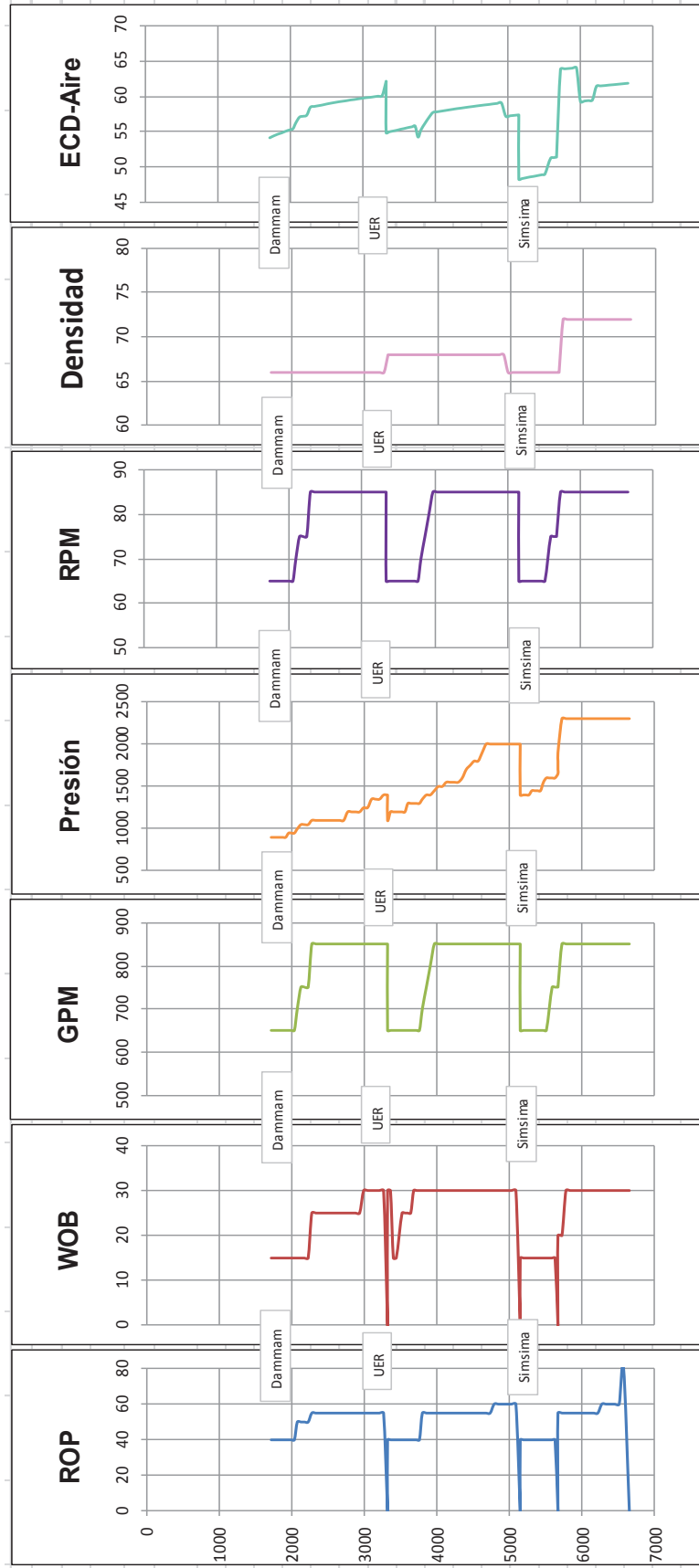
- ✓ Iniciar perforando los primeros 300 pies dentro de Dammam con una ROP controlada de 40 PPH.
- ✓ Continuar perforando los siguientes 200 pies con una ROP controlada de 50 PPH.
- ✓ Los primeros 300 pies bajo el zapato de 13 $\frac{3}{8}$ " se deberá usar el mínimo galonaje para encender el motor de fondo +/- 650 GPM y en los siguientes 200 pies se incrementará el galonaje hasta un máximo de 750 GPM, con la regla 50 GPM /30 pies.
- ✓ Si las condiciones son las ideales sin pérdidas, incrementar el galonaje al máximo posible de 850 GPM y continuar perforando toda la formación Dammam y RUS con parámetros normales sin exceder una ROP de 55 PPH.
- ✓ 50 pies antes de llegar al tope de UER, detener la perforación y realizar un ciclo de circulación con la máxima rata de bombeo mientras se rota y reciproca la tubería. Usar dos píldoras de alta viscosidad de 50 barriles cada una para garantizar la limpieza del agujero.

- ✓ Perforar el tope de UER y los primeros 400 pies dentro de UER con una ROP controlada de 40 PPH, iniciando con la mínima rata de 650 GPM los primeros 300 pies e incrementando 50 GPM / 30 pies hasta conseguir 750 GPM.
- ✓ Si no se presentan pérdidas continuar perforando con la máxima capacidad de galonaje del taladro de perforación +/- 850 GPM y con parámetros normales toda la formación UER sin exceder ROP de 60 FPH.
- ✓ 50 pies antes de llegar al tope de Simsima, detener la perforación y realizar un ciclo de circulación con la máxima rata de bombeo mientras se rota y reciproca la tubería. Usar dos píldoras de alta viscosidad de 50 barriles cada una para garantizar la limpieza del agujero.
- ✓ Al ingresar a la formación Simsima reducir ROP a 40 PPH y mantenerla durante toda la formación. Los primeros 300 pies se debe usar ratas de bombeo de 650 GPM e incrementar 50 GPM /30 pies hasta conseguir rata 750 GPM.
- ✓ 50 pies dentro de Fiqa, detener la perforación y circular el pozo por limpieza por un ciclo, realizar un viaje de calibración desde el fondo hasta el tope de la formación Simsima (+/- 600 pies).
- ✓ Si no se presentan pérdidas de circulación al perforar las formaciones Fiqa, Halul, Laffan, Ruwaydha, Tuwayil y Shilaif, hasta la profundidad total (TD) trabajar con parámetros normales y galonaje máximo de 850 GPM sin exceder la ROP de 60 FPH.
- ✓ Una vez en el fondo circular para la limpieza del agujero bombeando píldoras viscosas y preparar para sacar la tubería hasta superficie y correr el casing de 9 5/8".
- ✓ Se debe mantener al menos 500 barriles de bentonita prehidratada y material anti-pérdidas en locación.

- ✓ En lo relacionado a la inyección de aire se recomienda perforar Dammam con el mínimo volumen de aire posible de 200 CFM, UER con un volumen de 300 a 400 CFM y Simsima con un margen de volumen de aire de 500 a 600 CFM.
- ✓ El aire inyectado deberá regirse a las recomendaciones dictadas por la compañía de servicio pero se ajustara acorde a las condiciones de pérdidas de circulación que se presenten al atravesar cada una de las formaciones.
- ✓ El diferencial aplicado al motor deberá restringirse acorde a la limitante de ROP de la formación que se esté perforando.

El resultado de la técnica operacional aplicada se la puede observar en el anexo 2.4 y en la figura 2.17.

Figura 2. 17 Parámetros de perforación pozo SB-648



Elaborado por: Valeria Guerra

2.5.3.3.3. Análisis técnico

Se perforó la formación Dammam con pérdidas dinámicas promedio de 15 BPH con el mínimo volumen de aire de 200 CFM bombeado hacia el pozo. Dentro de los primeros 500 pies no se observó tendencia alguna a incrementar las pérdidas dinámicas e incluso con parámetros normales y máximo galonaje las pérdidas se mantienen en 20 BPH hasta llegar al tope de UER.

El primer ciclo de circulación en el tope de UER se realizó con éxito utilizando un máximo galonaje de 850 GPM con lo que se garantizó mantener el peso del lodo, la mínima viscosidad posible y el menor volumen de ripios en el anular.

Se inició la perforación en UER aumentando el volumen de aire inyectado a 350 CFM, observando pérdidas dinámicas estables de valores máximos de 35 BPH, se reguló el volumen de aire hasta 400 CFM con los cuales se logró intervalos largos importantes sin pérdidas de fluido hasta llegar al tope de Simsima.

El segundo ciclo de circulación en el tope de Simsima se realizó con éxito usando un máximo galonaje de 750 GPM, se garantizó mantener el peso del lodo, la mínima viscosidad posible y el menor volumen de ripios en el anular.

Se inició la perforación en Simsima con parámetros controlados, incrementando la inyección de aire hasta 650 CFM con la presencia de pérdidas dinámicas estables de alrededor de 30 BPH hasta perforar 50 pies dentro de la formación Fiqa.

Se circuló y realizó viaje de calibración sin ningún inconveniente, y se continuó perforando bajo Simsima las formaciones Fiqa, Halul, Laffan, y Shilaif con 400 CFM y con pérdidas de circulación promedio de 35 BPH, luego de incrementar el volumen de aire hasta 650 CFM las pérdidas se redujeron a 15 BPH y en el intervalo final se decidió disminuir el volumen de aire hasta 550 CFM para llegar hasta la TD profundidad total con pérdidas estables de 25 BPH.

En la profundidad total se realizó dos ciclos de circulación y se procedió a cortar la alimentación de aire hacia el pozo. Previo a sacar el BHA hasta superficie se observó pérdidas estáticas de fluido promedio de 15 BPH.

El viaje a superficie se realizó sin ningún problema al igual que la corrida de casing de 9 5/8". El trabajo de cementación se lo realizó de forma exitosa evidenciando pérdidas promedio de 30 BPH durante el desplazamiento.

2.5.3.3.4. Resultados

- El desempeño del motor se describe en la tabla 2.31:

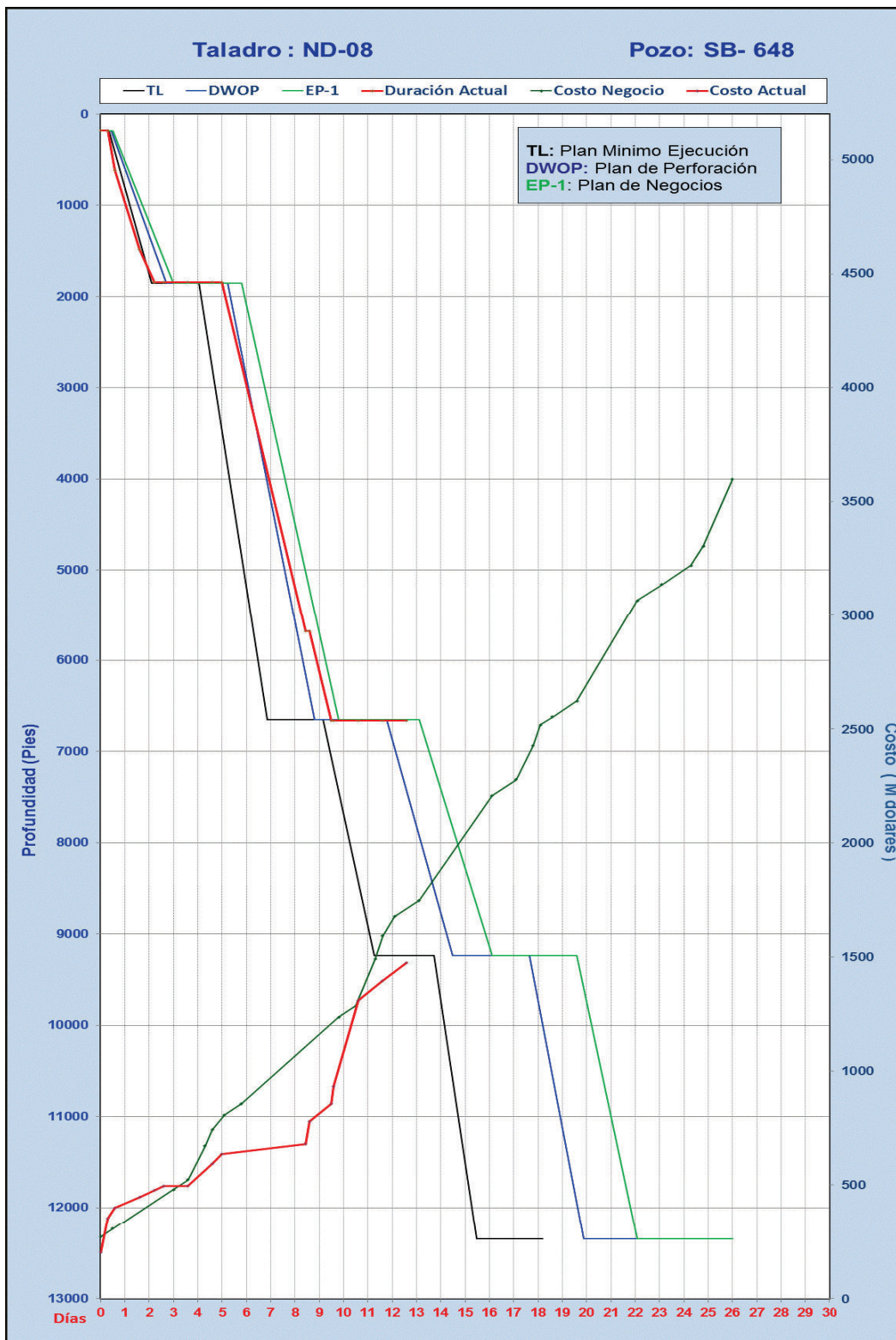
Tabla 2. 31 Desempeño de motor en el pozo SB-648

DESEMPEÑO DE MOTOR			
Número de serie:	MTR - 9041	Etapas:	3,5
Lóbulos:	6/7	Tipo.	ERT
Tamaño:	9 5/8"	Inclinación:	0°
Fecha de inicio: 20/04/2015 Fecha de terminación: 24/04/2015			
Hora:	11:00	Hora:	20:00
Profundidad:	1720	Profundidad:	6660
Horas de circulación:	7	Pies Perforados:	4940
Horas de perforación:	99	WOB:	10-35
Horas totales / días:	106 4.4	RPM:	85
Presión en fondo:	2300	GPM:	850
Presión fuera de fondo:	900	ROP:	50

Elaborado por: Valeria Guerra

- La figura 2.18 muestra la curva de tiempo-costo obtenida durante la perforación de la sección de 12 1/4" con fluido aireado, donde se visualiza que el desarrollo de la perforación se realizó en un menor tiempo y a un menor costo respecto al plan original de perforación.

Figura 2. 18 Gráficas de tiempo pozo SB-648



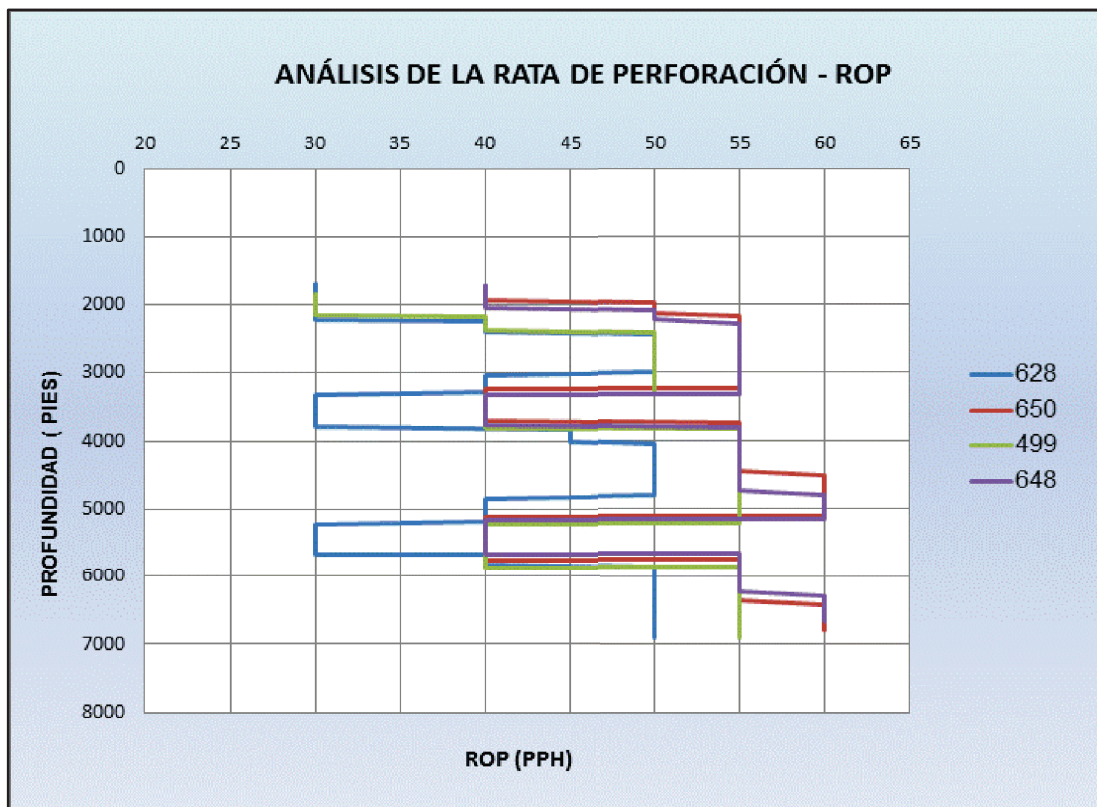
Modificado por: Valeria Guerra
 Fuente: ADCO

2.6. ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESULTADOS

2.6.1. RATA DE PERFORACIÓN (ROP)

Mediante la figura 2.19 podemos comparar la ROP del pozo convencional SB-628 perforado con lodo base agua, con la ROP de los pozos piloto SB-650, SB-499 y SB-648 perforados con fluido aireado.

Figura 2. 19 Análisis de la rata de perforación - pozos piloto



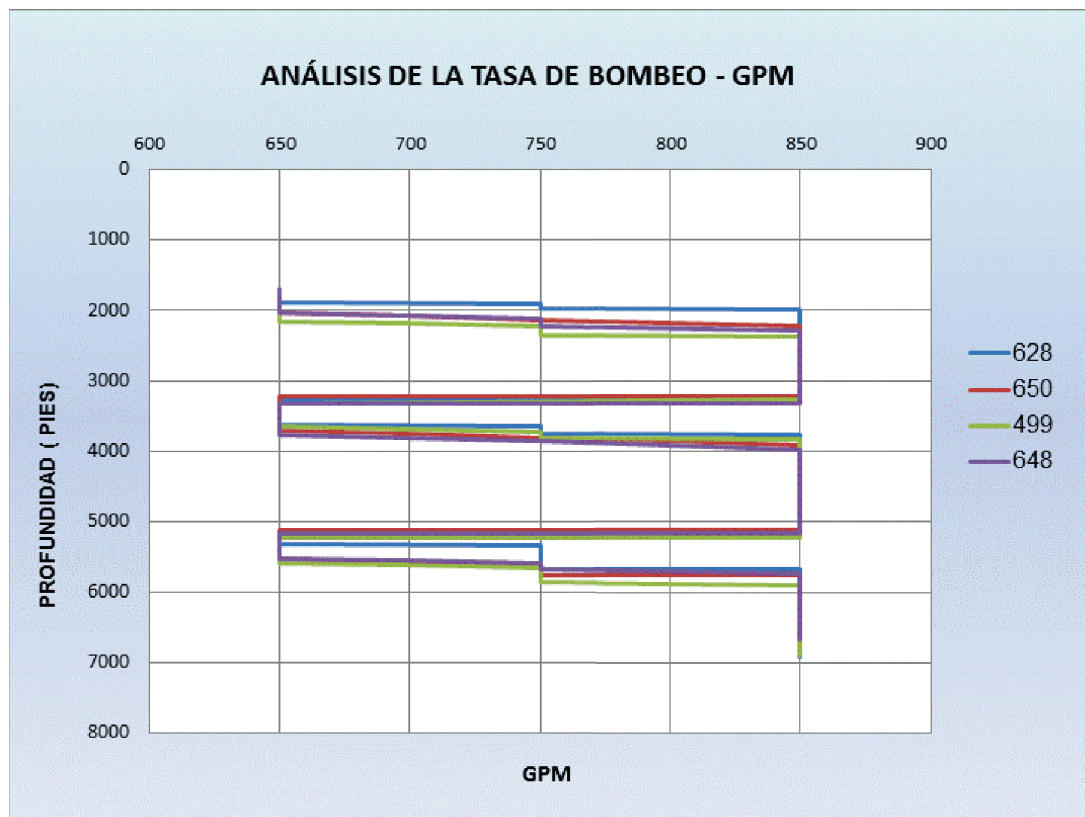
Elaborado por: Valeria Guerra

La figura 2.19 nos permite concluir que la técnica aireada aplicada en los pozos piloto permitió alcanzar una ROP mayor que la del pozo convencional SB-628.

2.6.2. TASA DE BOMBEO (GPM)

Mediante la figura 2.20 podemos comparar el GPM del pozo convencional SB-628 perforado con lodo base agua, con el GPM de los pozos piloto SB-650, SB-499 y SB-648 perforados con fluido aireado.

Figura 2. 20 Análisis de la tasa de bombeo - pozos piloto



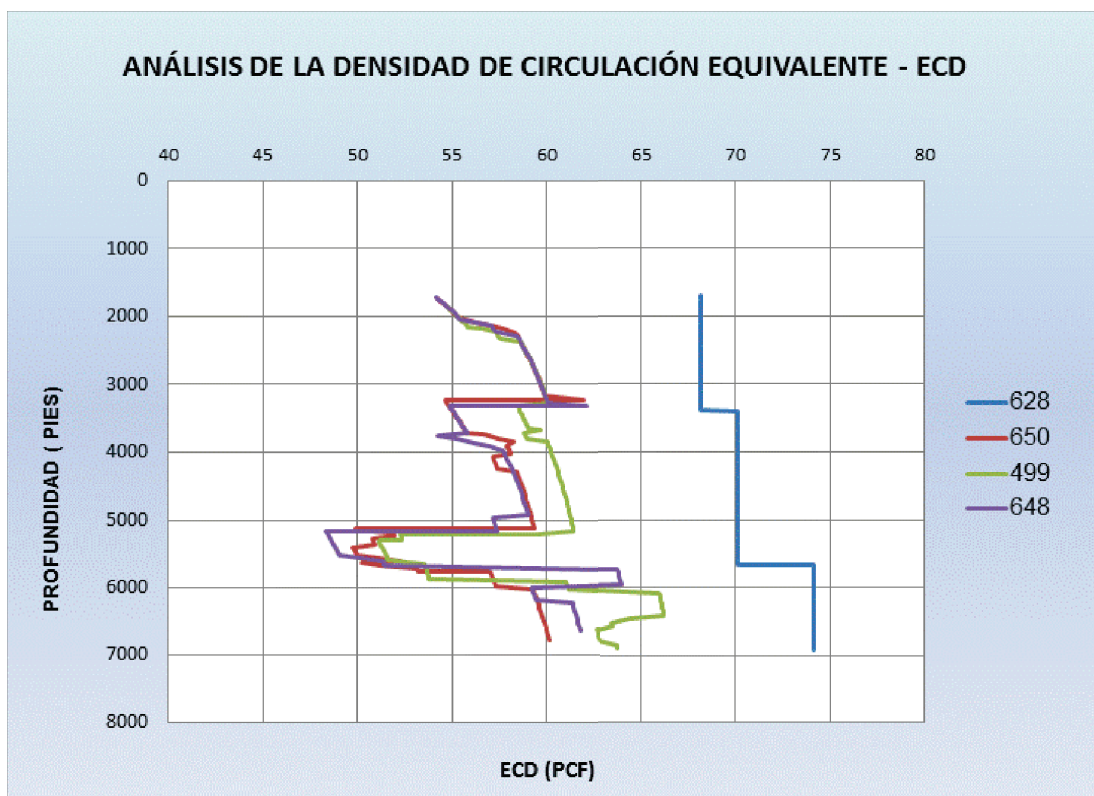
Elaborado por: Valeria Guerra

La figura 2.20 nos permite concluir que en el pozo SB 628 el galonaje manejado a lo largo de la sección es mayor a las mismas profundidades que los pozos en los que se utilizó la técnica aireada. En los pozos estudiados se priorizo el uso de bajo galonaje en las zonas de pérdidas de circulación.

2.6.3. DENSIDAD DE CIRCULACIÓN EQUIVALENTE (ECD)

Mediante la figura 2.21 podemos comparar la ECD del pozo convencional SB-628 perforado con lodo base agua, con la ECD de los pozos piloto SB-650, SB-499 y SB-648 perforados con fluido aireado.

Figura 2. 21 Análisis de la densidad de circulación equivalente – pozos piloto



Elaborado por: Valeria Guerra

La figura 2.21 nos permite concluir que la técnica aireada aplicada en los pozos piloto permitió reducir considerablemente los valores de la ECD, en comparación a los valores del pozo SB-628. Lo cual garantiza la estabilidad del hoyo y la disminución de las pérdidas de circulación en las zonas de estudio.

2.6.4. DESEMPEÑO COMPARATIVO

Mediante la tabla 2.32 podemos comparar el desarrollo de perforación del pozo convencional SB-628 perforado con lodo base agua, con el desarrollo de perforación de los pozos piloto SB-650, SB-499 y SB-648 perforados con fluido aireado.

Tabla 2. 32 Desempeño comparativo de pozos piloto

DESEMPEÑO COMPARATIVO				
NÚMERO DE POZO:	SB-628	SB-650	SB-499	SB-648
PIES PERFORADOS:	5165	5043	5051	4940
HORAS DE PERFORACIÓN:	130	101	108	99
ROP PROMEDIO :	38	50	47	50

Elaborado por: Valeria Guerra

Los resultados nos permiten concluir que los pozos piloto tuvieron un mejor desempeño de perforación que el del pozo convencional SB-628. Los parámetros muestran un menor número considerable de horas en perforación y una ROP mayor, para los pozos piloto donde se aplicó la técnica aireada.

CAPÍTULO 3

PROPUESTA DE PARÁMETROS ÓPTIMOS DE PERFORACIÓN CON FLUIDO BASE AIRE Y ANÁLISIS DE SU APLICABILIDAD EN ZONAS DE PRODUCCIÓN DEPLETADAS EN CAMPOS DEL ECUADOR

3.1. INTRODUCCIÓN

El objetivo fundamental de este capítulo es definir la aplicación de parámetros optimizados de perforación con la técnica de fluido aireado para la sección intermedia de 12 ¼". Estos parámetros permiten establecer una guía técnica de perforación para el uso permanente de fluido aireado en zonas de baja presión dentro del campo South East - Asab.

Inicialmente se detalla el proceso de perforación llevado a cabo con fluido aireado para tres nuevos pozos con parámetros optimizados, y posteriormente se analiza las mejoras operacionales así como los resultados finales.

Posteriormente se analiza la aplicabilidad de la técnica aireada en zonas de producción de campos depletados en el Ecuador.

3.2. ANTECEDENTES

Para la determinación de los parámetros optimizados se utilizó el análisis de los resultados obtenidos con la perforación piloto desarrollada en el capítulo dos de este proyecto.

3.3. ANÁLISIS POZOS OPTIMIZADOS

Los pozos SB-653, SB-546 y SB-643, mencionados en la tabla 3.1, corresponden a los pozos donde se aplicó la perforación con fluido aireado mediante parámetros optimizados obtenidos luego del análisis de la perforación aireada piloto.

Tabla 3. 1 Información básica pozos piloto

UBICACIÓN	CAMPO	POZO No.	TALADRO No.	TIPO DE POZO
J-09.94/140.94	ASAB	SB-653	NDC – 08	Productor Horizontal Simple
J-35.33/69.54	ASAB	SB-546	NDC – 08	Inyector Horizontal Simple
H-82.18/144.87	ASAB	SB-643	NDC – 08	Productor Horizontal Simple

Elaborado por: Valeria Guerra

En base a la experiencia de los primeros 3 pozos perforados en el campo ASAB se pudo llegar a las siguientes conclusiones:

- El control de la ROP en las formaciones de baja presión no tiene efecto directo en las pérdidas de circulación que se enfrentan al atravesar las zonas de baja presión, por lo que al máximo como sea posible se debe tratar de optimizar la ROP luego de los intervalos críticos de cada formación.
- Únicamente los primeros 300 pies de las formaciones de baja presión se los debe considerar críticos y solo en esos intervalos se deberá enfocar el control de parámetros en la restricción de la rata de bombeo a la mínima rata posible que será el mínimo galonaje posible para encender el motor de fondo.
- Luego de los intervalos críticos el incremento de la rata de bombeo deberá ser gradual para evitar aumentos bruscos de presión en la cara del pozo.
- Para el intervalo que conforman las formaciones Dammam y Rus no se necesita alimentación de aire en el sistema, tan solo se necesita un buen control y seguimiento de los parámetros de perforación así como de la densidad, en caso de pérdidas se puede iniciar la inyección de aire.

- Las ratas recomendadas de aire acorde a las formaciones son: para UER alrededor de 350-400 CFM y para Simsima 550-600 CFM siempre y cuando que las condiciones del pozo sean estables y con pérdidas de circulación moderadas, en caso de presentarse pérdidas severas se podrá incrementar el volumen de aire hasta el máximo posible alrededor de 800 CFM acorde a lo que dicte las condiciones del pozo.
- Se deben mantener las estaciones de circulación antes de penetrar las formaciones UER y Simsima por lo que se demostró que se garantizan la menor carga de cortes en el anular lo que asegura menor indicio de aumento no intencional de la ECD con lo cual se puede controlar de una manera más eficiente las pérdidas de circulación.

3.3.1. PERFORACIÓN AIREADA POZO SB-653

3.3.1.1. Antecedentes técnicos

El pozo SB-653, será perforado y completado como un pozo productor simple de petróleo dentro de la zona B IV, con el objetivo de producir 5500 BPPD, y con un presupuesto estimado de \$ 3.9 MM.

- La ubicación del pozo SB-653 se detalla en la tabla 3.2:

Tabla 3. 2 Ubicación del pozo SB-653

UBICACIÓN			
Localización:	J-09.94/140.94	Este:	230,994.00
RTKB:	430	Norte:	2,618,994.00
GL:	410	Latitud:	23 Deg 39' 40.5"
RT:	20	Longitud:	54 Deg 21' 45.9"

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

El Pozo SB 653 está localizado alrededor de los siguientes pozos vecinos:

- SB-651 – 1.3 Km de SB-653 – Pérdidas parciales.
 - SB-641 – 0.8 km de SB-653 – Pérdidas totales.
 - SB-664 – 3.5 km de SB-653 – Pérdidas parciales.
- Los topes formacionales para el pozo SB-653 se muestran en la tabla 3.3:

Tabla 3. 3 Topes formacionales pozo SB-653

Formación	Tope (pies)	Espesores (pies)
Mioceno	430	1300
Dammam	1730	1100
Dammam Basamento Lutitico	2830	38
Rus	2868	540
UER	3408	1700
UER Basamento Lutitico	5108	35
Simsima	5143	445
Fiqa	5588	295
Halul	5883	60
Laffan	5943	30
Ruwaydha	5973	14
Tuwayil	5987	65
Shilaif	6052	810

Elaborado por: Valeria Guerra
Fuente: ADCO

- La información correspondiente a reservorios se presenta en la tabla 3.4:

Se estima atravesar tres acuíferos de baja presión durante la sección de 12 ¼". A partir de mapas isópacos de presión se ha logrado estimar las presiones de formación de dichos reservorios y a su vez las densidades equivalentes respectivas.



Tabla 3. 4 Información de Reservorios pozo SB-653

Formación	Profundidad (pies)	Presión formación (PSI)	Densidad Equivalente (PCF)	Densidad Lodo (PCF)	Presión Hidrostática (PSI)	Sobre balance (PSI)	Objetivo	PRESIÓN (PSI)	Bajo balance (PSI)
							ECD -AIRE (PCF)		
Dammam	1712	732	62	66	786	54	58	690	42
UER	3408	1232	52	66	1564	332	48	1137	95
Simsima	5143	2038	57	66	2360	322	53	1895	143

Elaborado por: Valeria Guerra
Fuente: ADCO

- El esquema previo a la perforación de la sección de interés se muestra en la figura 3.1:

Figura 3. 1 Esquema previo a la sección 12 ¼" del pozo SB-653

Hoyo (pulgadas)	Esquema del pozo	CASING					
		Tamaño	lbs/pie	Grado	Conexión	Profundidad (pies)	Formación
26"		18.5/8"	87,5	J-55	BTC	±180	Mioceno
17.1/2"	 2 Jts. Shoe Track	13.3/8"	68	J-55	BTC	1790	64 pies en Dammam

Elaborado por: Valeria Guerra
Fuente: ADCO

- La descripción de la broca y motor se detalla en la tabla 3.5:

Tabla 3. 5 Información Broca y Motor pozo SB-653

Bit		Motor	
Tamaño	12 ¼"	Tamaño	9 5/8"
Tipo	PDC	Modelo	ERT Motor Liso
Nozzles	9x14	Diff.P.(psi)	150-350
TFA	1.2	RPM at 800 GPM	10%
CIA.	Ulterra / NOV	CIA.	Al Mansoori

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

3.3.1.2. Ejecución Técnica

El pozo SB-653, localizado en el campo ASAB, es un pozo horizontal productor en la zona BIV. La perforación del pozo fue realizada con el taladro ND-08 y tuvo una duración de 28 días, las operaciones iniciaron el 2 de septiembre de 2015 y terminaron el 30 de septiembre de 2015, con un costo estimado de \$ 3.7 MM.

- **Guía técnica operacional pozo SB-653**

- ✓ Iniciar perforando los primeros 300 pies bajo el zapato de 13 ⅜" dentro de Dammam con el mínimo galonaje para encender el motor de fondo +/- 650 GPM y en los siguientes 200 pies se incrementará el galonaje hasta un máximo de 750 GPM, con la regla 50 GPM /30 pies con una ROP máxima de 55 PPH.
- ✓ Si las condiciones son las ideales sin pérdidas, incrementar el galonaje al máximo posible de 850 GPM y continuar perforando toda la formación Dammam y RUS con parámetros normales sin exceder una ROP de 60 PPH.
- ✓ 50 pies antes de llegar al tope de UER, detener la perforación y realizar un ciclo de circulación con la máxima rata de bombeo mientras se rota y

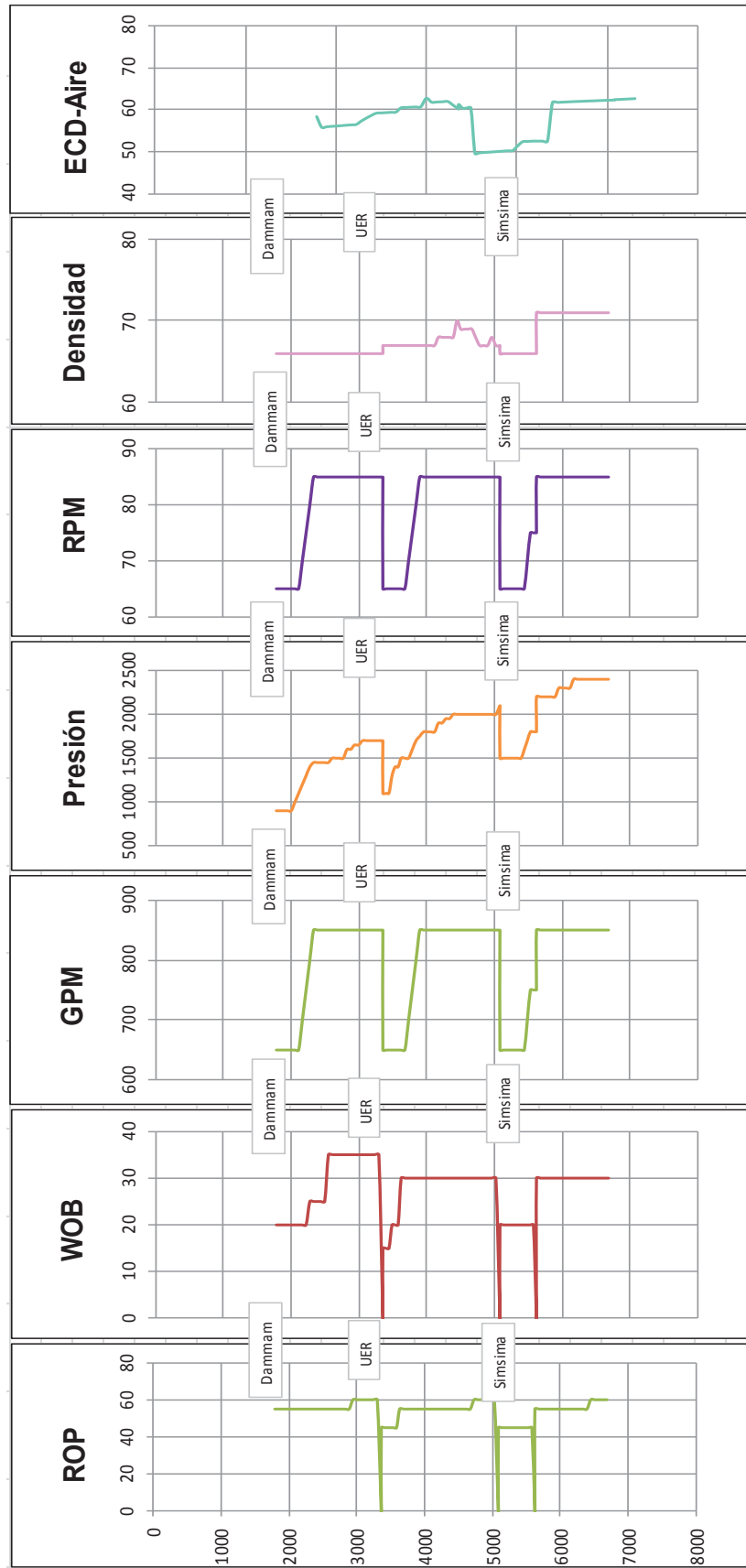
reciproca la tubería. Usar dos píldoras de alta viscosidad de 50 barriles cada una para garantizar la limpieza del agujero.

- ✓ Perforar el tope de UER y los primeros 300 pies dentro de UER con una ROP controlada de 40 PPH, iniciando con la mínima rata de 650 GPM los primeros 300 pies e incrementando 50 GPM / 30 pies hasta conseguir 750 GPM.
- ✓ Si no se presentan pérdidas continuar perforando con la máxima capacidad de galonaje del taladro de perforación +/- 850 GPM y con parámetros normales toda la formación UER sin exceder ROP de 60 FPH.
- ✓ 50 pies antes de llegar al tope de Simsima, detener la perforación y realizar un ciclo de circulación con la máxima rata de bombeo mientras se rota y reciproca la tubería. Usar dos píldoras de alta viscosidad de 50 barriles cada una para garantizar la limpieza del agujero.
- ✓ Al ingresar a la formación Simsima reducir ROP a 40 PPH y mantenerla durante toda la formación. Los primeros 300 pies se debe usar ratas de bombeo de 650 GPM e incrementar 50 GPM /30 pies hasta conseguir rata 750 GPM.
- ✓ 50 pies dentro de Fiqa, detener la perforación y circular el pozo por limpieza por un ciclo, realizar un viaje de calibración desde el fondo hasta el tope de la formación Simsima (+/- 600 pies).
- ✓ Si no se presentan pérdidas de circulación al perforar las formaciones Fiqa, Halul, Laffan, Ruwaydha, Tuwayil y Shilaif, hasta la profundidad total (TD) trabajar con parámetros normales y galonaje máximo de 850 GPM sin exceder la ROP de 60 FPH.
- ✓ Una vez en el fondo circular para la limpieza del agujero bombeando píldoras viscosas y preparar para sacar la tubería hasta superficie y correr el casing de 9 5/8".

- ✓ Se debe mantener al menos 500 barriles de bentonita prehidratada y material anti-pérdidas en locación.
- ✓ El diferencial aplicado al motor deberá restringirse acorde a la limitante de ROP de la formación que se esté perforando.

El resultado de la técnica operacional aplicada se la puede observar en el anexo 3.1 y en la figura 3.2.

Figura 3. 2 Parámetros de perforación pozo SB-653



Elaborado por: Valeria Guerra

3.3.1.3. Análisis técnico

Se inició a perforar la formación Dammam sin la alimentación de aire al sistema de circulación y con parámetros controlados sin la presencia de pérdidas de circulación los primeros 200 pies, a medida que se incrementó los parámetros de perforación se observó la presencia de pérdidas máximas de 20 BPH. Después de los primeros 500 pies no se observó tendencia importante alguna a incrementar las pérdidas dinámicas e incluso con parámetros normales y máximo galonaje las pérdidas se incrementan únicamente de 25 BPH hasta llegar al tope de UER.

El primer ciclo de circulación en el tope de UER se realizó con éxito, utilizando un máximo galonaje de 750 GPM, garantizando mantener el peso del lodo, la mínima viscosidad posible y el menor volumen de ripios en el anular. Se circula un ciclo extra para poder cargar de aire al sistema de circulación.

Se inició la perforación en UER con un volumen de aire inyectado de 300 CFM, sin observar presencia de pérdidas de circulación los primeros 150 pies, a partir de este punto se observó un incremento leve de las pérdidas a un valor de 25 BPH que se mantuvieron estables hasta llegar al tope de Simsima.

El segundo ciclo de circulación en el tope de Simsima se realizó con éxito usando un máximo galonaje de 750 GPM, se garantizó mantener el peso del lodo, la mínima viscosidad posible y el menor volumen de ripios en el anular.

Se inició la perforación en Simsima con parámetros controlados, incrementando la inyección hasta 600 CFM donde se observó pérdidas dinámicas estables de 20 BPH durante toda la formación hasta lograr perforar 50 pies dentro de la formación Fiqa. Se circuló y realizó viaje de calibración sin ningún inconveniente, y se continuó perforando bajo Simsima las formaciones Fiqa, Halul, Laffan, y Shilaif reduciendo gradualmente la inyección de aire hasta 450 CFM con la presencia de pérdidas de circulación estables de 15 BPH hasta llegar hasta la TD profundidad total de la sección.

En la profundidad total se realizó dos ciclos de circulación y se procedió a cortar la alimentación de aire hacia el pozo. Previo a sacar el BHA hasta superficie se observó pérdidas estáticas de fluido de 10 BPH.

El viaje a superficie se realizó sin ningún problema al igual que la corrida de casing de 9 5/8". El trabajo de cementación se lo realizó de forma exitosa sin evidenciar pérdidas durante el desplazamiento de 20 BPH.

3.3.1.4. Resultados

- El desempeño del motor se describe en la tabla 3.6:

Tabla 3. 6 Desempeño de motor en el pozo SB-653

DESEMPEÑO DE MOTOR			
Número de serie:	MTR - 9022	Etapas:	3.5
Lóbulos:	6/7	Tipo.	ERT
Tamaño:	9 5/8"	Inclinación:	0°
Fecha de inicio: 7/09/2015 Fecha de terminación: 11/09/2015			
Hora:	6:00	Hora:	10:00
Profundidad:	1785	Profundidad:	6695
Horas de circulación:	9	Pies Perforados:	4910
Horas de perforación:	92	WOB:	10-35
Horas totales / días:	101 4.2	RPM:	85
Presión en fondo:	2400	GPM:	850
Presión fuera de fondo:	900	ROP:	53

Elaborado por: Valeria Guerra

- La figura 3.3 muestra la curva de tiempo-costo obtenida durante la perforación de la sección de 12 1/4" con fluido aireado, donde se visualiza que el desarrollo de la perforación se realizó en un menor tiempo y a un menor costo respecto al plan original de perforación.

Figura 3. 3 Gráficas de tiempo pozo SB-653



Modificado por: Valeria Guerra
 Fuente: ADCO

3.3.2. PERFORACIÓN AIREADA POZO SB-546

3.3.2.1. Antecedentes técnicos

El pozo SB-546, será perforado y completado como un pozo de inyección de agua dentro de las sub-zona AIII, con el objetivo de inyección de 5000 BWPD, y con un presupuesto estimado de \$ 4.482 MM.

- La ubicación del pozo SB-546 se detalla en la tabla 3.7:

Tabla 3. 7 Ubicación del pozo SB-546

UBICACIÓN			
Localización:	J-35.33/69.54	Este:	223.532,68
RTKB:	460	Norte:	2.586.953,57
GL:	435	Latitud:	23 Deg 22' 15.185"
RT:	25	Longitud:	54 Deg 17' 44.117"

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

El Pozo SB 546 está localizado alrededor de los siguientes pozos vecinos:

- SB-160 – 2.9 Km de SB-546 – Pérdidas severas.
- SB-113 – 0.93 km de SB-546 – Pérdidas totales.
- SB-652 – 1.55 km de SB-546 – Pérdidas parciales.

- Los topes formacionales para el pozo SB-546 se muestran en la tabla 3.8:

Tabla 3. 8 Topes formacionales pozo SB-546

Formación	Tope (pies)	Espesores (pies)
Mioceno	460	1170
Dammam	1630	1160
Dammam Basamento Lutitico	2790	35
Rus	2825	530
UER	3355	1780
UER Basamento Lutitico	5135	45
Simsima	5180	418
Fiqa	5598	300
Halul	5898	50
Laffan	5948	30
Ruwaydha	5978	10
Tuwayil	5988	75
Shilaif	6063	810

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

- La información correspondiente a reservorios se presenta en la tabla 3.9:

Se estima atravesar tres acuíferos de baja presión durante la sección de 12 ¼". A partir de mapas isópacos de presión se ha logrado estimar las presiones de formación de dichos reservorios y a su vez las densidades equivalentes respectivas.

Tabla 3. 9 Información de Reservorios pozo SB-546


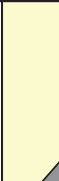
Formación	Profundidad (pies)	Presión formación (PSI)	Densidad Equivalente (PCF)	Densidad Lodo (PCF)	Presión Hidrostática (PSI)	Sobre balance (PSI)	Objetivo	PRESIÓN (PSI)	Bajo balance (PSI)
							ECD -AIRE (PCF)		
Dammam	1770	725	59	66	812	87	54	664	61
UER	3355	1259	54	66	1539	280	50	1166	93
Simsima	5180	2053	57	66	2377	324	53	1909	144

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

- El esquema previo a la perforación de la sección de interés se muestra en la figura 3.4:

Figura 3. 4 Esquema previo a la sección 12 ¼" del pozo SB-546

Hoyo (pulgadas)	Esquema del pozo	CASING					
		Tamaño	lbs/pie	Grado	Conexión	Profundidad (pies)	Formación
26"		18.5/8"	87,5	J-55	BTC	±180	Mioceno
17.1/2"		13.3/8"	68	J-55	BTC	1700	64 pies en Dammmam

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

- La descripción de la broca y motor se detalla en la tabla 3.10:

Tabla 3. 10 Información broca y motor pozo SB-546

Bit		Motor	
Tamaño	12 ¼"	Tamaño	9 5/8"
Tipo	PDC	Modelo	ERT Motor Liso
Nozzles	9x14	Diff.P.(psi)	150-350
TFA	1.2	RPM at 800 GPM	10%
CIA.	Ulterra / NOV	CIA.	Al Mansoori

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

3.3.2.2. Ejecución Técnica

El pozo SB-546, localizado en el campo ASAB, es un pozo horizontal inyector de agua en la sub-zona AIII. La perforación del pozo fue realizada con el taladro ND-08 y tuvo una duración de treinta días, las operaciones iniciaron el 29 de septiembre del 2015 y terminaron el 28 de octubre de 2015, con un costo real de \$ 4.482 MM y una rata de inyección de 5000 BWPD.

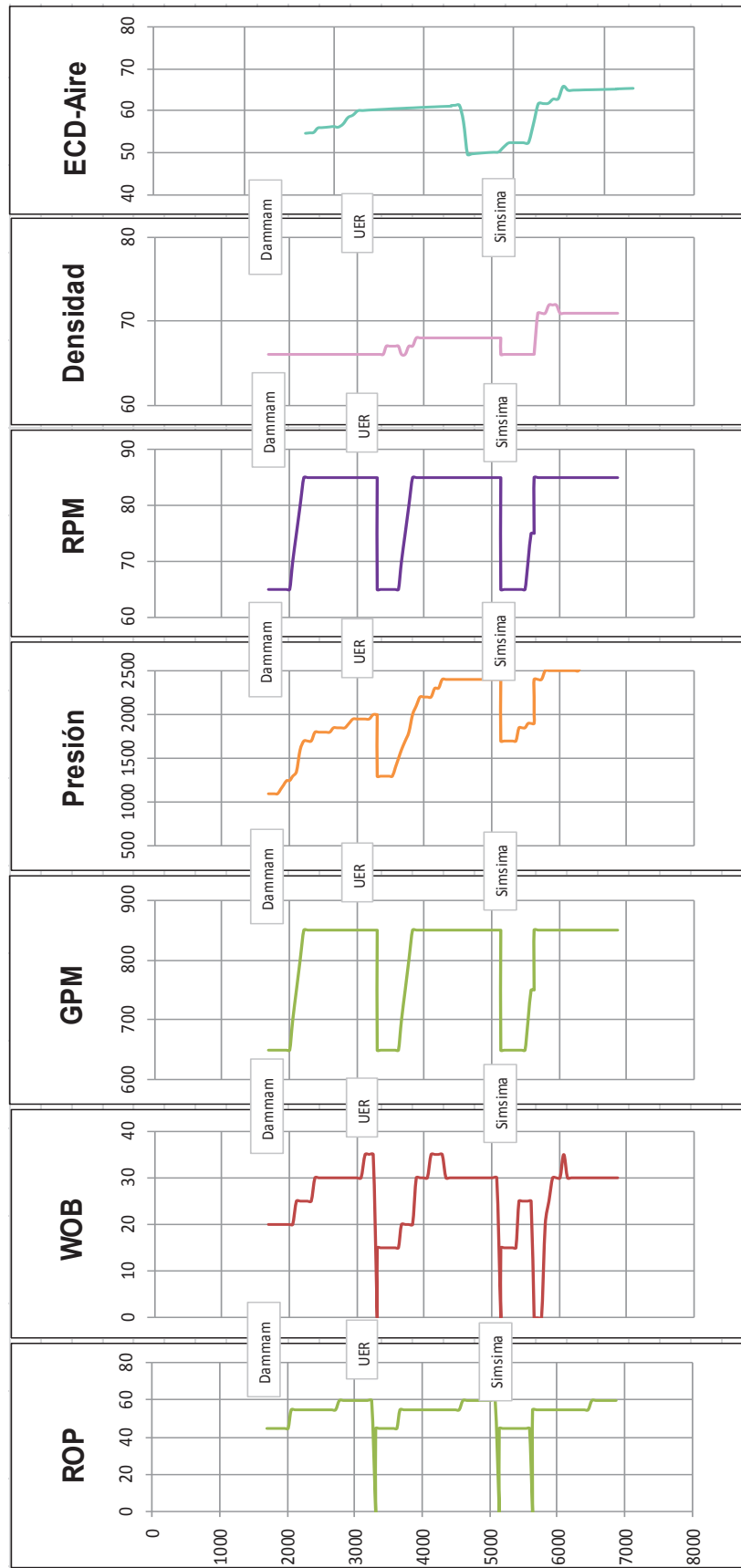
- **Guía técnica operacional pozo SB-546**

- ✓ Iniciar perforando los primeros 300 pies dentro de Dammam con una ROP controlada de 45 PPH.
- ✓ Los primeros 300 pies bajo el zapato de 13 $\frac{3}{8}$ " se deberá usar el mínimo galonaje para encender el motor de fondo +/- 650 GPM y en los siguientes 200 pies se incrementará el galonaje hasta un máximo de 750 GPM, con la regla 50 GPM /30 pies.
- ✓ Si las condiciones son las ideales sin pérdidas, incrementar el galonaje al máximo posible de 850 GPM y continuar perforando toda la formación Dammam y RUS con parámetros normales sin exceder una ROP de 60 PPH.
- ✓ 50 pies antes de llegar al tope de UER, detener la perforación y realizar un ciclo de circulación con la máxima rata de bombeo mientras se rota y reciproca la tubería. Usar dos píldoras de alta viscosidad de 50 barriles cada una para garantizar la limpieza del agujero.
- ✓ Perforar el tope de UER y los primeros 300 pies dentro de UER con una ROP controlada de 45 PPH, iniciando con la mínima rata de 650 GPM los primeros 300 pies e incrementando 50 GPM / 30 pies hasta conseguir 750 GPM.
- ✓ Si no se presentan pérdidas continuar perforando con la máxima capacidad de galonaje del taladro de perforación +/- 850 GPM y con parámetros normales toda la formación UER sin exceder ROP de 60 FPH.

- ✓ 50 pies antes de llegar al tope de Simsima, detener la perforación y realizar un ciclo de circulación con la máxima rata de bombeo mientras se rota y reciproca la tubería. Usar dos píldoras de alta viscosidad de 50 barriles cada una para garantizar la limpieza del agujero.
- ✓ Al ingresar a la formación Simsima reducir ROP a 45 PPH y mantenerla durante toda la formación. Los primeros 300 pies se debe usar ratas de bombeo de 650 GPM e incrementar 50 GPM /30 pies hasta conseguir rata 750 GPM.
- ✓ 50 pies dentro de Fiqa, detener la perforación y circular el pozo por limpieza por un ciclo, realizar un viaje de calibración desde el fondo hasta el tope de la formación Simsima (+/- 600 pies).
- ✓ Si no se presentan pérdidas de circulación al perforar las formaciones Fiqa, Halul, Laffan, Ruwaydha, Tuwayil y Shilaif, hasta la profundidad total (TD) trabajar con parámetros normales y galonaje máximo de 850 GPM sin exceder la ROP de 60 FPH.
- ✓ Una vez en el fondo circular para la limpieza del agujero bombeando píldoras viscosas y preparar para sacar la tubería hasta superficie y correr el casing de 9 5/8".
- ✓ Se debe mantener al menos 500 barriles de bentonita prehidratada y material anti-pérdidas en locación.
- ✓ El diferencial aplicado al motor deberá restringirse acorde a la limitante de ROP de la formación que se esté perforando.

El resultado de la técnica operacional aplicada se la puede observar en el anexo 3.2 y en la figura 3.5.

Figura 3. 5 Parámetros de perforación pozo SB-546



Elaborado por: Valeria Guerra

3.3.2.3. Análisis técnico

Se perforó la formación Dammam con pérdidas dinámicas promedio de 25 BPH sin la alimentación de aire en el sistema únicamente utilizando un control de parámetros de perforación. Dentro de los primeros 500 pies no se observó tendencia importante alguna a incrementar las pérdidas dinámicas e incluso con parámetros normales y máximo galonaje las pérdidas se incrementan únicamente a 30 BPH hasta llegar al tope de UER.

El primer ciclo de circulación en el tope de UER se realizó con éxito, utilizando el máximo galonaje posible, garantizando mantener el peso del lodo, la mínima viscosidad posible y el menor volumen de ripios en el anular. Se circula un ciclo extra para poder cargar de aire al sistema de circulación.

Se inició la perforación en UER con un volumen de aire inyectado de 300 CFM, sin observar presencia de pérdidas de circulación hasta llegar al tope de Simsima. Se decide mantener la inyección de 300 CFM de aire durante todo este intervalo como medida de protección a pesar de no evidenciar pérdidas.

El segundo ciclo de circulación en el tope de Simsima se realizó con éxito usando un máximo galonaje de 750 GPM, se garantizó mantener el peso del lodo, la mínima viscosidad posible y el menor volumen de ripios en el anular.

Se inició la perforación en Simsima con parámetros controlados, incrementando la inyección de 600 CFM sin observar presencia alguna de pérdidas de fluido durante toda la formación hasta lograr perforar 50 pies dentro de la formación Fiqa.

Se circuló y realizó viaje de calibración sin ningún inconveniente, y se continuó perforando bajo Simsima las formaciones Fiqa, Halul, Laffan, y Shilaif reduciendo gradualmente la inyección de aire de 450 CFM hasta 300 CFM sin presencia de pérdidas hasta llegar hasta la TD profundidad total de la sección.

En la profundidad total se realizó dos ciclos de circulación y se procedió a cortar la alimentación de aire hacia el pozo. Previo a sacar el BHA hasta superficie no se observó pérdidas estáticas de fluido.

El viaje a superficie se realizó sin ningún problema al igual que la corrida de casing de 9 5/8". El trabajo de cementación se lo realizó de forma exitosa sin evidenciar pérdidas durante el desplazamiento.

3.3.2.4. Resultados

- El desempeño del motor se describe en la tabla 3.11:

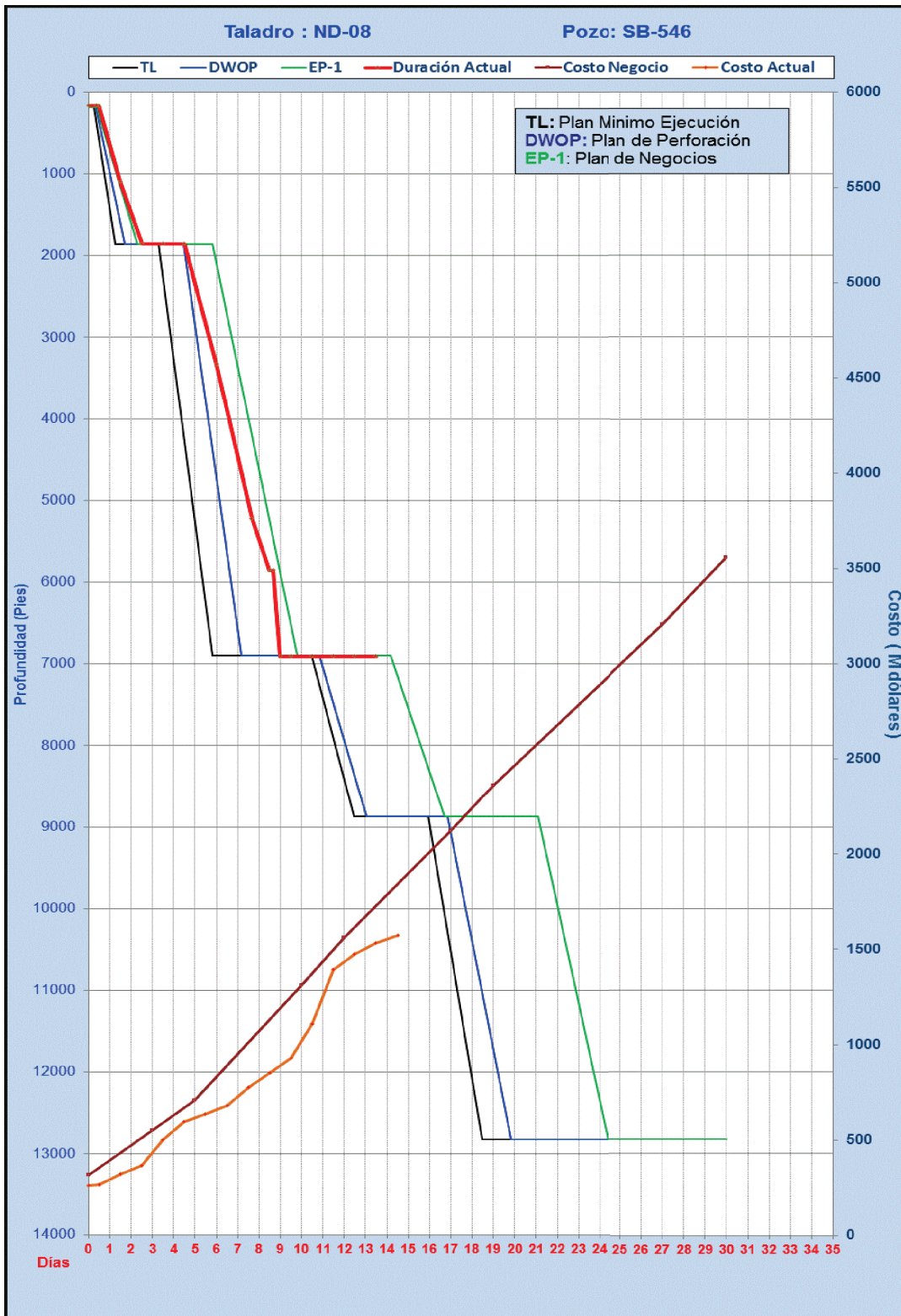
Tabla 3. 11 Desempeño de motor en el pozo SB-546

DESEMPEÑO DE MOTOR			
Número de serie:	MTR -9014	Etapas:	3.5
Lóbulos:	6/7	Tipo.	ERT
Tamaño:	9 5/8"	Inclinación:	0°
Fecha de inicio: 04/10/2015 Fecha de terminación: 8/10/2015			
Hora:	4:00	Hora:	14:00
Profundidad:	1690	Profundidad:	6875
Horas de circulación:	10	Pies Perforados:	5185
Horas de perforación:	97	WOB:	10-35
Horas totales / días:	107 4.5	RPM:	85
Presión en fondo:	2600	GPM:	850
Presión fuera de fondo:	1100	ROP:	53

Elaborado por: Valeria Guerra

- La figura 3.6 muestra la curva de tiempo-costo obtenida durante la perforación de la sección de 12 1/4" con fluido aireado, donde se visualiza que el desarrollo de la perforación se realizó en un menor tiempo y a un menor costo respecto al plan original de perforación.

Figura 3. 6 Gráficas de tiempo pozo SB-546



Modificado por: Valeria Guerra
 Fuente: ADCO

3.3.3. PERFORACIÓN AIREADA POZO SB-643

3.3.3.1. Antecedentes técnicos

El pozo SB-643, será perforado y completado como un pozo productor simple de petróleo dentro de la zona B IV, con el objetivo de producir 6000 BPPD, y con un presupuesto estimado de \$ 3.8 MM.

- La ubicación del pozo SB-643 se detalla en la tabla 3.12:

Tabla 3. 12 Ubicación del pozo SB-643

UBICACIÓN			
Localización:	H-82.18/44.87	Este:	218.218,0
RTKB:	430	Norte:	2.584.487,22
GL:	409	Latitud:	23 Deg 20' 51.791"
RT:	21	Longitud:	54 Deg 14' 38.781"

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

El Pozo SB 643 está localizado alrededor de los siguientes pozos vecinos:

- SB-659 – 0.7 Km de SB-643 – Pérdidas parciales.
- SB-020 – 1.29 km de SB-546 – Pérdidas totales.
- SB-450 – 1.6 km de SB-546 – Pérdidas severas.

- Los topes formacionales para el pozo SB-643 se muestran en la tabla 3.13:

Tabla 3. 13 Topes formacionales pozo SB-643

Formación	Tope (pies)	Espesores (pies)
Mioceno	434	1346
Dammam	1780	1039
Dammam Basamento Lutitico	2819	29
Rus	2848	519
UER	3367	1734
UER Basamento Lutitico	5101	62
Simsima	5163	406
Fiqa	5569	284
Halul	5853	53
Laffan	5906	34
Ruwaydha	5940	10
Tuwayil	5950	61
Shilaif	6011	808

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

- La información correspondiente a reservorios se presenta en la tabla 3.4:

Se estima atravesar tres acuíferos de baja presión durante la sección de 12 ¼". A partir de mapas isópacos de presión se ha logrado estimar las presiones de formación de dichos reservorios y a su vez las densidades equivalentes respectivas.

Tabla 3. 14 Información de Reservorios pozo SB-643


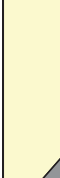
Formación	Profundidad (pies)	Presión formación (PSI)	Densidad Equivalente (PCF)	Densidad Lodo (PCF)	Presión Hidrostática (PSI)	Sobre balance (PSI)	Objetivo	PRESIÓN (PSI)	Bajo balance (PSI)
							ECD -AIRE (PCF)		
Dammam	1784	726	59	66	819	93	55	682	44
UER	3367	1241	53	66	1545	304	49	1147	94
Simsima	5163	1974	55	66	2369	395	51	1831	143

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

- El esquema previo a la perforación de la sección de interés se muestra en la figura 3.7:

Figura 3. 7 Esquema previo a la sección 12 ¼" del pozo SB-643

Hoyo (pulgadas)	Esquema del pozo	CASING					
		Tamaño	lbs/pie	Grado	Conexión	Profundidad (pies)	Formación
26"		18.5/8"	87,5	J-55	BTC	±180	Mioceno
17.1/2"		13.3/8"	68	J-55	BTC	1820	61 pies en Dammam

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

- La descripción de la broca y motor se detalla en la tabla 3.15:

Tabla 3.15 Información Broca y Motor pozo SB-643

Bit		Motor	
Tamaño	12 ¼"	Tamaño	9 5/8"
Tipo	PDC	Modelo	ERT Motor Liso
Nozzles	9x14	Diff.P.(psi)	150-350
TFA	1.2	RPM at 800 GPM	10%
CIA.	Ulterra / NOV	CIA.	Al Mansoori

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

3.3.3.2. Ejecución Técnica

El pozo SB-643, localizado en el campo ASAB, es un pozo horizontal productor en la zona BIV. La perforación del pozo fue realizada con el taladro ND-08 y tuvo una duración de 27 días, las operaciones iniciaron el 8 de noviembre de 2015 y terminaron el 30 de noviembre de 2014, con un costo estimado de \$ 3.5 MM.

- **Guía técnica operacional pozo SB-643**

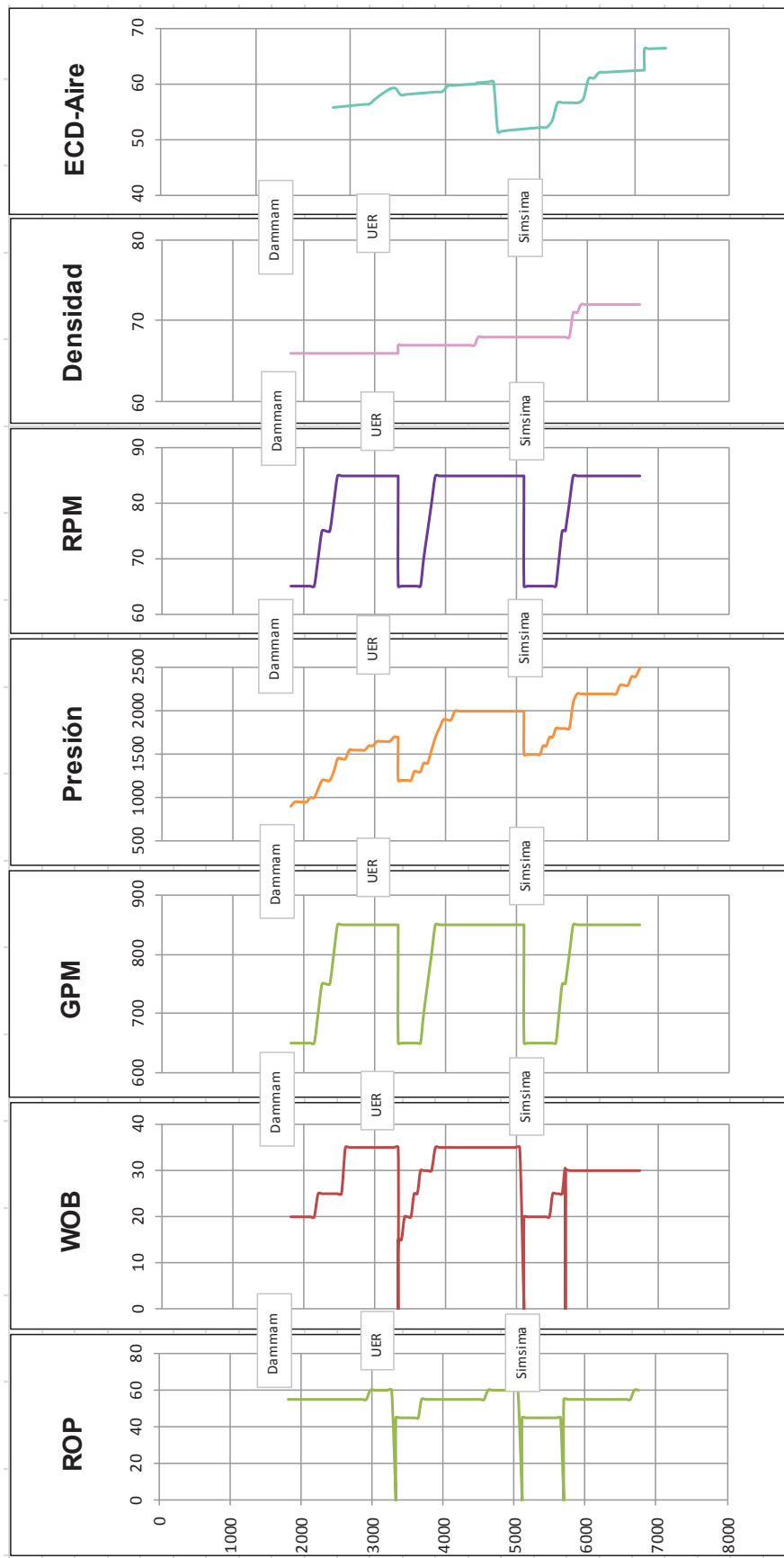
- ✓ Iniciar perforando los primeros 300 pies bajo el zapato de 13 $\frac{3}{8}$ " dentro de Dammam con el mínimo galonaje para encender el motor de fondo +/- 650 GPM y en los siguientes 200 pies se incrementará el galonaje hasta un máximo de 750 GPM, con la regla 50 GPM /30 pies. con una ROP máxima de 55 PPH.
- ✓ Si las condiciones son las ideales sin pérdidas, incrementar el galonaje al máximo posible de 850 GPM y continuar perforando toda la formación Dammam y RUS con parámetros normales sin exceder una ROP de 60 PPH.
- ✓ 50 pies antes de llegar al tope de UER, detener la perforación y realizar un ciclo de circulación con la máxima tasa de bombeo mientras se rota y reciproca la tubería. Usar dos píldoras de alta viscosidad de 50 barriles cada una para garantizar la limpieza del agujero.
- ✓ Perforar el tope de UER y los primeros 300 pies dentro de UER con una ROP controlada de 40 PPH, iniciando con la mínima tasa de 650 GPM los primeros 300 pies e incrementando 50 GPM / 30 pies hasta conseguir 750 GPM.
- ✓ Si no se presentan pérdidas continuar perforando con la máxima capacidad de galonaje del taladro de perforación +/- 850 GPM y con parámetros normales toda la formación UER sin exceder ROP de 60 FPH.
- ✓ 50 pies antes de llegar al tope de Simsima, detener la perforación y realizar un ciclo de circulación con la máxima tasa de bombeo mientras se rota y

reciproca la tubería. Usar dos píldoras de alta viscosidad de 50 barriles cada una para garantizar la limpieza del agujero.

- ✓ Al ingresar a la formación Simsima reducir ROP a 45 PPH y mantenerla durante toda la formación. Los primeros 300 pies se debe usar ratas de bombeo de 650 GPM e incrementar 50 GPM /30 pies hasta conseguir rata 750 GPM.
- ✓ 50 pies dentro de Fiqa, detener la perforación y circular el pozo por limpieza por un ciclo, realizar un viaje de calibración desde el fondo hasta el tope de la formación Simsima (+/- 600 pies).
- ✓ Si no se presentan pérdidas de circulación al perforar las formaciones Fiqa, Halul, Laffan, Ruwaydha, Tuwayil y Shilaif, hasta la profundidad total (TD) trabajar con parámetros normales y galonaje máximo de 850 GPM sin exceder la ROP de 60 FPH.
- ✓ Una vez en el fondo circular para la limpieza del agujero bombeando píldoras viscosas y preparar para sacar la tubería hasta superficie y correr el casing de 9 5/8".
- ✓ Se debe mantener al menos 500 barriles de bentonita prehidratada y material anti-pérdidas en locación.
- ✓ El diferencial aplicado al motor deberá restringirse acorde a la limitante de ROP de la formación que se esté perforando.

El resultado de la técnica operacional aplicada se la puede observar en el anexo 3.3 y en la figura 3.8.

Figura 3. 8 Parámetros de perforación pozo SB-643



Elaborado por: Valeria Guerra

3.3.3.3. Análisis técnico

Se inició a perforar la formación Dammam sin la alimentación de aire al sistema de circulación y con parámetros controlados sin la presencia de pérdidas de circulación los primeros 300 pies, a medida que se incrementó los parámetros de perforación se observó la presencia de pérdidas máximas de 20 BPH. Después de los primeros 500 pies no se observó tendencia importante alguna a incrementar las pérdidas dinámicas e incluso con parámetros normales y máximo galonaje las pérdidas se incrementan únicamente de 25 BPH hasta llegar al tope de UER.

El primer ciclo de circulación en el tope de UER se realizó con éxito, utilizando un máximo galonaje de 750 GPM, garantizando mantener el peso del lodo, la mínima viscosidad posible y el menor volumen de ripios en el anular. Se circula un ciclo extra para poder cargar de aire al sistema de circulación.

Se inició la perforación en UER con un volumen de aire inyectado de 300 CFM, sin observar presencia de pérdidas de circulación los primeros 300 pies, a partir de este punto se observó un incremento leve de las pérdidas a un valor de 25 BPH y se incrementó la inyección de aire hasta 350 CFM con lo que se logró nuevamente eliminar la presencia de pérdidas de circulación hasta llegar al tope de Simsima.

El segundo ciclo de circulación en el tope de Simsima se realizó con éxito usando un máximo galonaje de 750 GPM, se garantizó mantener el peso del lodo, la mínima viscosidad posible y el menor volumen de ripios en el anular.

Se inició la perforación en Simsima con parámetros controlados, incrementando la inyección hasta 600 CFM sin observar presencia alguna de pérdidas de fluido durante toda la formación hasta lograr perforar 50 pies dentro de la formación Fiqa .

Se circuló y realizó viaje de calibración sin ningún inconveniente, y se continuó perforando bajo Simsima las formaciones Fiqa, Halul, Laffan, y Shilaif reduciendo gradualmente la inyección de aire de 500 CFM hasta 300 CFM sin presencia de pérdidas hasta llegar hasta la TD profundidad total de la sección.

En la profundidad total se realizó dos ciclos de circulación y se procedió a cortar la alimentación de aire hacia el pozo. Previo a sacar el BHA hasta superficie no se observó pérdidas estáticas de fluido.

El viaje a superficie se realizó sin ningún problema al igual que la corrida de casing de 9 5/8". El trabajo de cementación se lo realizó de forma exitosa sin evidenciar pérdidas durante el desplazamiento.

3.3.3.4. Resultados

- El desempeño del motor se describe en la tabla 3.16:

Tabla 3. 16 Desempeño de motor en el pozo SB-643

DESEMPEÑO DE MOTOR			
Número de serie:	MTR - 9017	Etapas:	3.5
Lóbulos:	6/7	Tipo:	ERT
Tamaño:	9 5/8"	Inclinación:	0°
Fecha de inicio: 10/11/2015 Fecha de terminación: 14/10/2015			
Hora:	5:00	Hora:	7:00
Profundidad:	1822	Profundidad:	6747
Horas de circulación:	9	Pies Perforados:	4925
Horas de perforación:	92	WOB:	10-35
Horas totales / días:	101 4.2	RPM:	85
Presión en fondo:	2500	GPM:	850
Presión fuera de fondo:	900	ROP:	54

Elaborado por: Valeria Guerra

- La figura 3.9 muestra la curva de tiempo-costo obtenida durante la perforación de la sección de 12 1/4" con fluido aireado, donde se visualiza que el desarrollo de la perforación se realizó en un menor tiempo y a un menor costo respecto al plan original de perforación.

Figura 3. 9 Gráficas de tiempo pozo SB-643



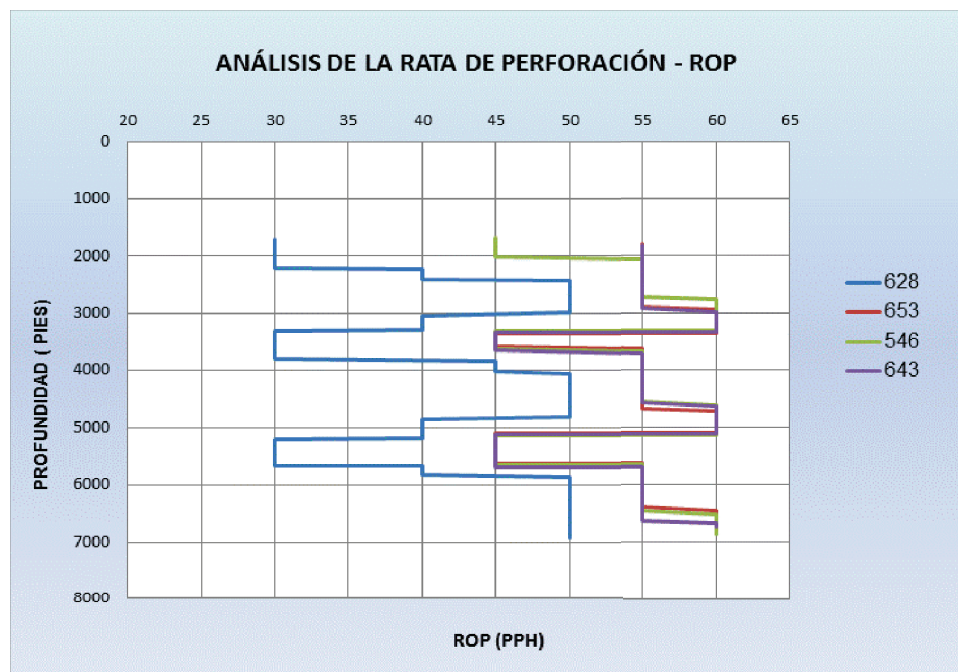
Elaborado por: Valeria Guerra
 Fuente: ADCO

3.4. ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESULTADOS

3.4.1. RATA DE PERFORACIÓN (ROP)

Mediante la figura 3.10 podemos comparar la ROP del pozo convencional SB-628 perforado con lodo base agua, con la ROP de los pozos optimizados SB-653, SB-546 y SB-643.

Figura 3.10 Análisis de la rata de perforación - pozos optimizados



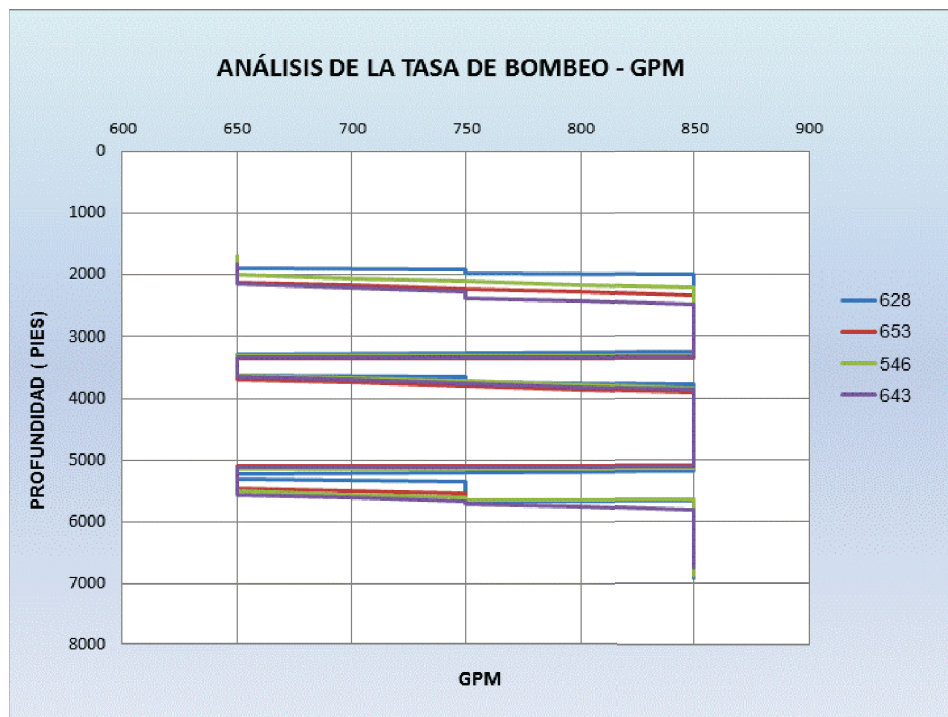
Elaborado por: Valeria Guerra

La figura 3.10 nos permite concluir que la técnica aireada aplicada en los pozos optimizados permitió alcanzar una ROP mayor considerable que la del pozo convencional SB-628.

3.4.2. TASA DE BOMBEO (GPM)

Mediante la figura 3.11 podemos comparar el GPM del pozo convencional SB-628 perforado con lodo base agua, con el GPM de los pozos piloto optimizados SB-653, SB-546 y SB-643 perforados con fluido aireado.

Figura 3. 11 Análisis de la tasa de bombeo - pozos optimizados



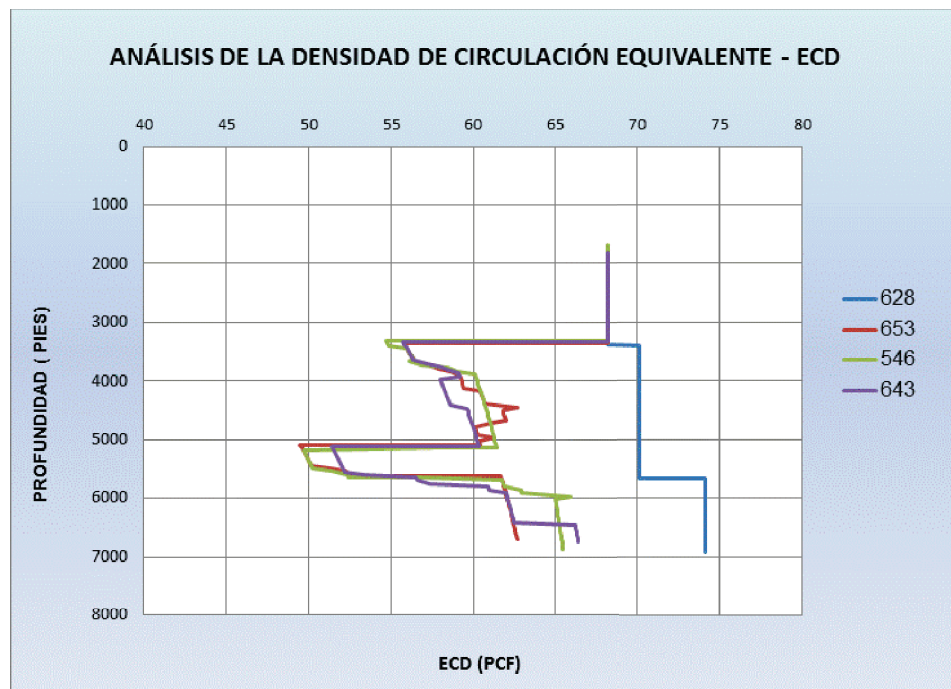
Elaborado por: Valeria Guerra

La figura 3.11 nos permite concluir que en el pozo SB 628 el galonaje manejado a lo largo de la sección es mayor a las mismas profundidades que los pozos en los que se utilizó la técnica aireada. En los pozos estudiados se priorizo el uso de bajo galonaje en las zonas de pérdidas de circulación.

3.4.3. DENSIDAD DE CIRCULACIÓN EQUIVALENTE (ECD)

Mediante la figura 3.12 podemos comparar la ECD del pozo convencional SB-628 perforado con lodo base agua, con la ECD de los pozos optimizados SB-653, SB-546 y SB-643 perforados con fluido aireado.

Figura 3.12 Análisis de la ECD – pozos optimizados



Elaborado por: Valeria Guerra

La figura 3.12 nos permite concluir que la técnica aireada aplicada en los pozos optimizados permitió reducir considerablemente los valores de la ECD, en comparación a los valores del pozo SB-628. Lo cual garantiza la estabilidad del hoyo y la reducción de las pérdidas de circulación en las zonas de estudio.

3.4.4. DESEMPEÑO COMPARATIVO

Mediante la tabla 3.17 podemos comparar el desarrollo de perforación del pozo convencional SB-628 perforado con lodo base agua, con el desarrollo de perforación de los pozos optimizados SB-653, SB-546 y SB-643 perforados con fluido aireado.

Tabla 3. 17 Desempeño comparativo de pozos piloto

DESEMPEÑO COMPARATIVO				
NÚMERO DE POZO:	SB-628	SB-653	SB-546	SB-643
PIES PERFORADOS:	5165	4910	5185	4925
HORAS DE PERFORACIÓN:	130	92	97	92
ROP PROMEDO:	38	53	53	54

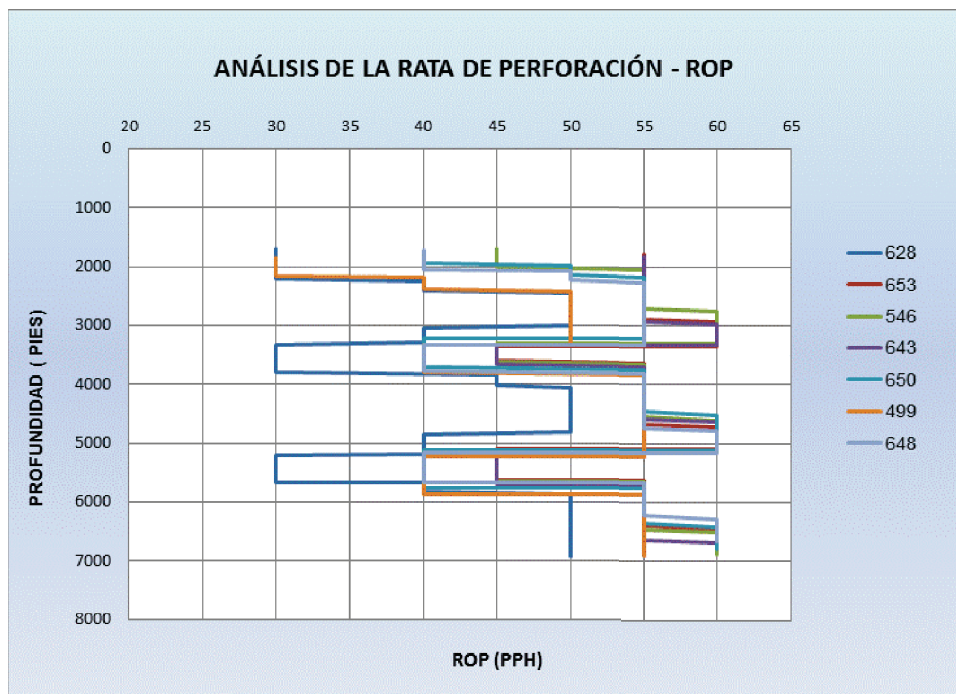
Elaborado por: Valeria Guerra

Los resultados nos permiten concluir que los pozos optimizados tuvieron un mejor desarrollo de perforación que el del pozo convencional SB-628. Los parámetros muestran un menor número considerable de horas en perforación y una ROP mayor, para los pozos optimizados donde se aplicó la técnica aireada.

- **Rata de perforación (ROP)**

En la figura 3.13 podemos comparar la ROP del pozo convencional SB-628 perforado con lodo base agua, con la ROP de los pozos piloto SB-650, SB-499 y SB-648, y de los pozos optimizados SB-653, SB-546 y SB-643, perforados con fluido convencional.

Figura 3. 13 Análisis de la rata de perforación - pozos analizados



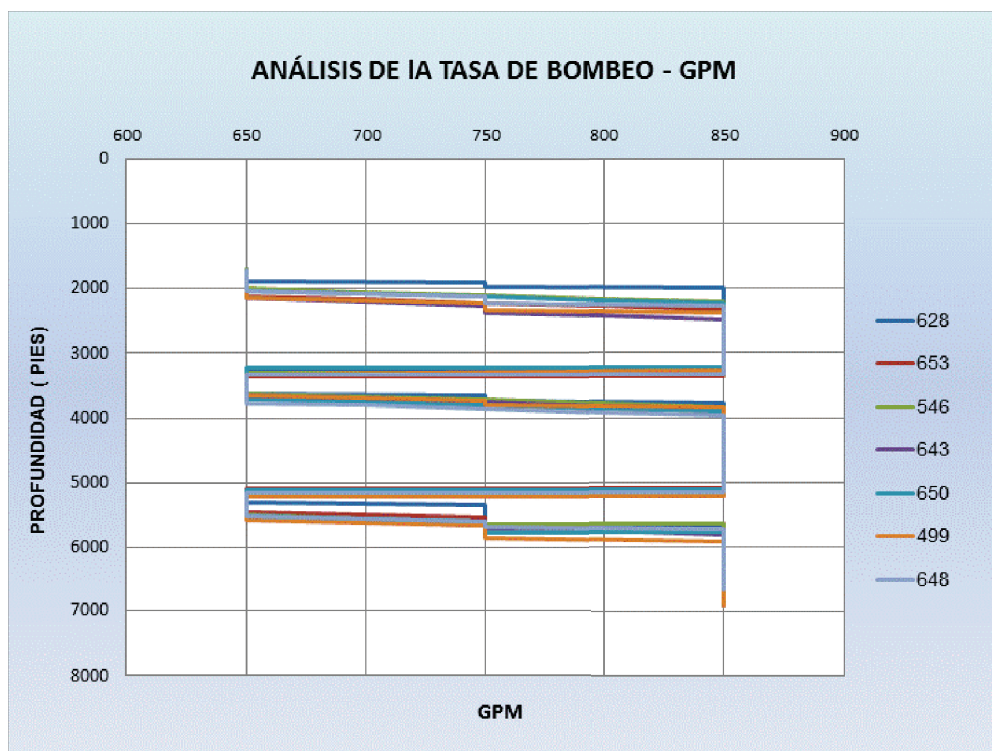
Elaborado por: Valeria Guerra

Mediante la figura 3.13 podemos observar como la técnica aireada aplicada en el presente proyecto, permite alcanzar valores de ROP mayores a los que normalmente se logra alcanzar durante la perforación con fluido convencional. Adicional se visualiza como en los pozos optimizados los parámetros de perforación desarrollaron un mejor desempeño en cuanto ROP, versus los pozos piloto.

- **Tasa de bombeo o galonaje (GPM)**

La figura 3.14 nos permite comparar el GPM del pozo convencional SB-628 perforado con lodo base agua, con el GPM de los pozos piloto SB-650, SB-499 y SB-648, y de los pozos optimizados SB-653, SB-546 y SB-643, perforados con fluido aireado.

Figura 3. 14 Análisis de la tasa de bombeo - pozos analizados



Elaborado por: Valeria Guerra

Mediante la figura 3.14 podemos observar como en el pozo convencional se alcanzan valores de galonaje altos en las profundidades de las formaciones de baja presión vs a los valores de galonaje bajos que se mantiene para los pozos piloto y optimizados.

• **Hidráulica aplicada**

La figura 3.15 muestra la hidráulica comparativa aplicada para los tres casos en el área considerada más crítica, bajo el zapato de 13 3/8”.

Figura 3. 15 Hidráulica comparativa aplicada

LITOLOGIA	BHA	HIDRÁULICA			TIPO DE POZO
		a 2000'	a 2100'	a 2300'	
MIOCENO	3 x 5" HWDP	650	650	850	CONVENCIONAL
		650	700	850	PILOTO
		650	850	850	ÓPTIMIZADO
DAMMAM	X/O (4" IF P X 4 1/2" DSTJ B)				
	3 x 6 1/2" DC				
	X/O (6 5/8" REG. P X 4" IF B)				
	3x 8 1/4" DC				
	8" DRILLING JAR				
	11 x 8 1/4" DC'S				
	12 1/4" ROLLER REAMER				
	1 x 8 1/4" DC				
	12 1/4" ROLLER REAMER				
	8" FLOAT SUB W/FLOAT VALVE				
	9 5/8" ERT MUD MOTOR W/11 3/4" Sleeve				
	12 1/4" PDC BIT				

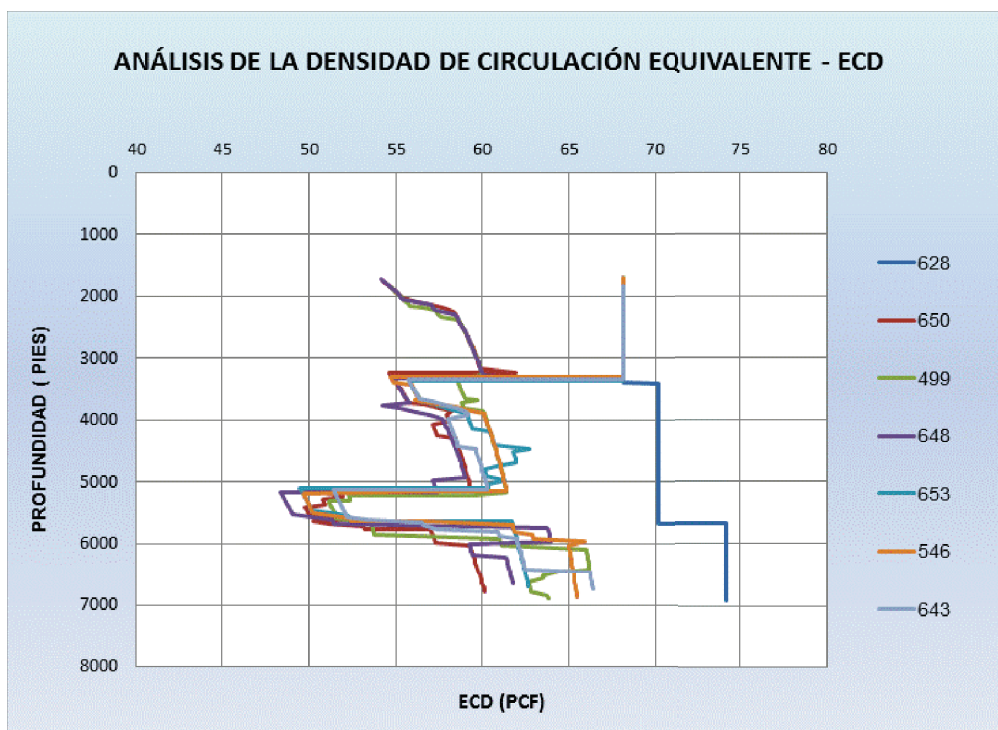
Elaborado por: Valeria Guerra

Mediante la figura 3.15 se visualiza el control de parámetros controlados, el mismo que fue efectuado bajo el zapato de 13 3/8”, donde se prioriza el control del galonaje al mínimo valor posible hasta asegurar cruzar el área crítica sin pérdidas de circulación.

- **Densidad de circulación equivalente**

La figura 3.16 nos permite comparar la ECD del pozo convencional SB-628 perforado con lodo base agua, con la ECD de los pozos piloto SB-650, SB-499 y SB-648, y de los pozos optimizados SB-653, SB-546 y SB-643, perforados con fluido aireado.

Figura 3. 16 Análisis de la ECD – pozos analizados



Elaborado por: Valeria Guerra

En la figura 3.16 se observa como con la técnica de fluidos aireados se logró disminuir la ECD a los valores deseados de acuerdo a la formación a atravesar. Los valores de ECD fluctúan en rangos mínimos a diferencia de la técnica convencional la cual maneja valores de ECD altos y constante sin ninguna fluctuación importante.

En base al análisis de los resultados y al desempeño comparativo conseguido, se recomienda usar los lineamientos operacionales aplicados en el pozo SB-643 como la técnica operacional estándar, sugerida a la operadora para perforar en la sección de 12 ¼" de pozos futuros. Con lo cual se busca asegurar la intervención de la sección sin ningún problema operacional relativo a pérdidas de circulación y con una optimización máxima de los recursos y parámetros de perforación.

3.5. ANÁLISIS DE LA APLICABILIDAD DE LA PERFORACIÓN AIREADA EN ZONAS DE PRODUCCIÓN DEPLETADAS EN CAMPOS DEL ECUADOR

3.5.1. INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de este subcapítulo es analizar el posible uso de la técnica de fluidos aireados durante la perforación de zonas de producción en pozos a ser perforados en la cuenca ecuatoriana, y a su vez mostrar las ventajas de utilizar esta nueva técnica de fluido aireado en comparación con las técnicas que actualmente se usan para perforar los reservorios.

El análisis que se realiza se basa en datos recolectados por el "Estudio de los problemas encontrados durante la perforación, completación y producción de la arena hollín superior del campo Hormiguero Sur", para los pozos Hormiguero Sur 1 (HS-1), Hormiguero Sur 5 (HS-5) y Hormiguero Sur 9 (HS-9). Poniendo mayor énfasis en los fluidos que pudieron tener contacto directo con el yacimiento de interés y también en los posibles factores que pudieron causar daño en la formación productora afectando directamente a su productividad.

Durante el desarrollo del análisis se describe brevemente la influencia del daño de formación provocado durante la perforación y la incidencia negativa del alto sobre balance al perforar zonas de producción. Finalmente se define por qué se considera que el uso de las técnicas de fluidos aireados es una opción viable para remediar

problemas asociados al daño de formación en los reservorios de la cuenca ecuatoriana.

3.5.2. ANTECEDENTES

Actualmente en el Ecuador todas las operadoras usan la misma técnica de fluidos estandarizada para la perforación de los reservorios, la cual consiste en fluidos base agua con bajo contenido de sólidos, de alta inhibición y de poca invasión hacia los reservorios. Pero en la misma relación se utiliza un sobre balance importante en contra de la cara de los reservorios, el cual influye directamente en el aumento de la invasión de fluido hacia la formación y a su vez incrementa la severidad del daño de formación en las arenas de producción.

Existe un gran porcentaje de reservorios en el Ecuador que se incluyen dentro de los campos maduros debido a su edad y por la constante depletación de sus arenas, las cuales han ido sufriendo una tendencia de pérdida de presión constante que a su vez ha generado la disminución de los márgenes de producción.

Durante todos los años de explotación de dichos reservorios, el análisis del daño de formación producido por la invasión de fluidos hacia la formación durante la perforación de las zonas de producción, ha sido muy poco profundizado. Esto se debe a las buenas presiones de reservorio que existían en los primeros pozos de desarrollo de los campos.

La influencia del daño provocado durante la perforación era imperceptible, pero hoy en día que la mayoría de campos se han saturado de pozos de desarrollo y a que la presión de reservorios ha ido disminuyendo a niveles importantes, la influencia del daño de las formaciones productoras está generando una alta influencia en las bajas tasas de producción iniciales y a su vez provocan la pronta intervención en los pozos ya completados por baja producción. Es decir que requieren ser intervenidos con el propósito de realizar fracturas o estimulaciones que puedan permitir incrementar la producción a los niveles esperados por las operadoras.

Los pozos HS-1, HS-5 y HS-9, son un ejemplo claro del daño de formación en las zonas de producción, causado por la invasión de fluido durante las operaciones de perforación realizadas con un excesivo sobre balance. Estos pozos nos permiten mostrar una analogía con los otros campos ecuatorianos de una manera más clara para el presente análisis.

3.5.3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Entre los fundamentos teóricos que se requiere mencionar para iniciar este análisis están:

- **Índice de productividad**

Corresponde a la medida del potencial o capacidad de producción de un pozo, que es afectada por la acción de agentes externos como la invasión de sólidos, cañoneo, emulsiones, bloqueo por agua, pozos horizontales/verticales, depósitos de asfáltenos o escamas, entre otros. Dichos agentes puedan cambiar las propiedades intrínsecas de la formación como: la mojabilidad de la roca, permeabilidad y porosidad.

$$J = \frac{Q}{\Delta P} = \frac{Kr h}{B \mu \left[\ln \left(\frac{r_e}{r_w} \right) + S \right]} \quad (\text{EC 3.1})$$

- **Daño de formación (S)**

Daño de formación se conoce como la alteración de las propiedades originales de una formación, resultado del contacto con sistemas artificiales compatibles o no con el medio original. El contacto del fluido de perforación con la formación es el principal causante del daño de formación, que se caracteriza por cambios en la permeabilidad y porosidad en las zonas aledañas al pozo. El daño también es conocido como skin (factor de daño de formación), el mismo que puede presentarse en pocos milímetros de espesor hasta varios centímetros.

Los mecanismos de daño a la formación pueden ser: físico (invasión de sólidos, migración de finos, cañoneo), químico (Interacciones roca-fluido o fluido-fluido) y biológico.

Durante las operaciones que se llevan a cabo en un pozo, a lo largo de su vida, pueden ocasionarse daño a las formaciones productoras de hidrocarburos. Es decir que durante las etapas de perforación, completación y producción, las formaciones son susceptibles de daño.

- **Daño durante la perforación**

El daño de formación más común ocurre durante la perforación, en esta fase se provocan daños que principalmente dependen de los parámetros que inciden directamente en el área de interés como: el fluido o lodo de perforación, las presiones a las cuales se está trabajando, el tipo de broca, la velocidad a la cual se está atravesando los estratos, entre otros. El daño durante la perforación originado por la invasión de partículas y filtrado del fluido de perforación, se debe a la presión ejercida por el sobre balance o presión diferencial de la columna hidrostática del fluido en contra de la presión del yacimiento

La invasión de los sólidos del lodo, disminuye la productividad de los reservorios debido al taponamiento de las gargantas porales y al incremento de la presión capilar al reducir el radio de los poros. La profundidad de invasión de la partícula puede ir desde una pulgada hasta un pie. Para minimizar este tipo de daño, las partículas del lodo de perforación deben ser más grandes que los poros de la formación.

La invasión del filtrado del lodo consiste en la migración de la fase líquida de un fluido de perforación hacia el medio poroso, proceso que ocurre en tres etapas: por debajo de la mecha de perforación, filtración dinámica durante la circulación del fluido, y filtración estática cuando el fluido no está circulando. Las tres etapas son afectadas directamente por el sobre balance de presión utilizado para perforar. Los factores que controlan las propiedades filtrantes de un fluido de perforación son:

- ✓ Propiedades físicas y químicas del fluido
- ✓ Sobre balance de presión empleado
- ✓ Velocidad anular
- ✓ ROP y diámetro del agujero
- ✓ Tiempo de circulación y tiempo en el que el fluido permanece estático
- ✓ Propiedades de la roca: porosidad, permeabilidad, fracturas naturales.

Es importante que los fluidos de perforación brinden el mínimo filtrado posible para minimizar la invasión a la formación, lo que depende en gran medida de la capacidad del fluido de formar un revoque eficiente que sea consistente e impermeable para controlar el filtrado. De igual manera debe considerarse que la alcalinidad del filtrado en el medio poro podría activar los surfactantes naturales del crudo de la formación, formando emulsiones en el medio poroso. Entre las consecuencias que se originan debido a la invasión del fluido de perforación hacia la formación, podemos mencionar:

- ✓ Cambio en la saturación de fluidos
- ✓ Alteración en las propiedades capilares e hidráulicas de la roca
- ✓ Cambios en la permeabilidad relativa
- ✓ Debilitamiento de la matriz de la roca
- ✓ Invasión de surfactantes
- ✓ Alteración de la mojabilidad
- ✓ Incremento en la movilidad de las partículas finas
- ✓ Cambios en la tensión interfacial
- ✓ Formación de emulsiones
- ✓ Cambios en el ambiente iónico (salinidad, cationes y pH)
- ✓ Hinchamiento de arcillas
- ✓ Migración de partículas finas y arcillas

Para la prevención del daño es importante el control del sobre balance a emplearse y la formulación de los fluidos de perforación, en este último se considera el tamaño de las partículas que forman la costra de lodo y la interacción que puede darse entre el fluido de perforación y el medio.

Debido a las consecuencias técnicas y económicas que conlleva el daño inducido durante la perforación, es recomendable contar con información actualizada del yacimiento como registros de presión estática, para el diseño de los fluidos de perforación a la mínima densidad compatible dentro de los márgenes de seguridad.

Además se debe realizar un estudio de geomecánica de las rocas con el fin de contar con un modelo mecánico del suelo, que describa las características de esfuerzo (stress) y propiedades de las rocas especificando la litología de dicho campo. La caracterización mineralógica de la roca, así como el conocimiento de los fluidos que la saturan a través de cores, permite prever las reacciones químicas que podrían ocurrir cuando el filtrado del lodo invada la formación.

La perforación sobre balance puede afectar a la estabilidad del hoyo y además a la formación de la costra de lodo. El daño de formación durante la perforación se agudiza cuando se trata de pozos horizontales, ya que el yacimiento pasa más tiempo en contacto con el fluido de perforación y el área expuesta a la filtración es mayor que en un pozo vertical.

Cuando los yacimientos se hallan en un grado de depletación avanzado, es recomendable la perforación con fluidos de muy baja densidad, aireados o espumas. Y para minimizar la invasión de filtrado, se recomienda la utilización de lodos que puedan construir rápidamente un revoque impermeable y que pueda ser removido por la presión del yacimiento al fluir el pozo.

3.5.4. ANÁLISIS DE APLICABILIDAD

A continuación, se describen las características puntuales de los pozos HS-1, HS-5 y HS-9, durante el proceso de perforación y del fluido empleado. También se muestran las consecuencias del daño de formación en las bajas tasas de producción y los post trabajos de fractura que se realizaron para remediar dicho daño.

3.5.4.1. Análisis del daño de formación

Mediante este análisis se demostrará como la invasión del fluido de perforación causó daños de formación en la arena Hollin Superior para los pozos HS-1, HS-5 y HS-9, lo cual causó consecuencias severas en la producción esperada de cada pozo.

Con la siguiente información recolectada del “Estudio de los problemas encontrados durante la perforación, completación y producción de la arena Hollín Superior del campo Hormiguero Sur”, se puede observar evidencia clave de los pozos al momento de su perforación que muestra la presencia de un alto sobre balance estático, y de acuerdo al análisis hidráulico un mayor sobre balance dinámico en contra de la cara de la formación Hollin Superior para los tres pozos mencionados.

- Los parámetros generales para los pozos seleccionados del campo Hormiguero Sur, se muestran en la tabla 3.18:

Tabla 3. 18 Parámetros generales para los pozos campo Hormiguero Sur

PARÁMETROS GENERALES	HS-1	HS-5	HS-9
TOPE HOLLIN SUPERIOR (PIES)	11,235 MD	10,725 MD	10,579 MD
TOPE HOLLIN PRINCIPAL (PIES)	11,282 MD	10,761 MD	10,621 MD
ESPESOR NETO TVD (PIES)	17	19	20,5
ESPESOR BRUTO (PIES)	48	34.7	42
PROFUNDIDAD MD (PIES)	11,443	10,847.12	10,778
PROFUNDIDAD TVD (PIES)	10,704	10,631.46	10,724
INTERVALO PERFORADO MD (PIES)	11,240 – 11,256	10,728 – 10,747 MD	10,583 – 10,605 MD
INTERVALO PERFORADO TVD (PIES)	10,501 – 10,517	10,512.34 – 10,631.46	10,528.84 – 10,550.84
POROSIDAD (%)	0.14	0.18	0,18
PERMEABILIDAD (mD)	162	183.5	146
PRESIÓN INICIAL (PSIA)	4,640	5,021	4,206
PRESIÓN DE BURBUJA (PSIA)	305	305	305
TEMPERATURA (°F)	238	238	238
COMPRESIBILIDAD TOTAL	7.6 E- 0.6	7.6 E- 0.7	7.6 E- 0.8
SALINIDAD DE AGUA PRODUCIDA (PPM)	12,75	1,65	1,32

Modificado por: Valeria Guerra

Fuente: Guerra C. “Estudio de los problemas encontrados durante la perforación, completación y producción de la arena hollín superior del campo Hormiguero Sur”, 2010.

- Litología de la formación Hollín Superior se describe en la tabla 3.19:

Tabla 3. 19 Litología de Hollín Superior en Hormiguero Sur

POZO: HS-1				
PROFUNDIDAD (pies)	LUTITAS (%)	CALIZA (%)	ARENISCA (%)	CAOLIN (%)
10,970-11,060	80 - 20	10 - 50	10 - 50	
11,060-11,140	81 - 50		10 - 20	10 - 30
11,140-11,210	80 - 100			20 - TR
11,210-11,240	80 - 100	20 - TR		
11,240-11,290	90 - 40		10 - 60	
11,290-11,443	60 - 20		10 - 40	10 - 70
POZO: HS-5				
PROFUNDIDAD (pies)	LUTITAS (%)	CALIZA (%)	ARENISCA (%)	CAOLIN (%)
10,530-10,545	80	20		
10,545-10,618	30		40	30
10,618-10,692	90	10		
10,692-10,719	80	20		
10,719-10,755	40		60	
10,755-10,905	80		10	10
POZO: HS-9				
PROFUNDIDAD (pies)	LUTITAS (%)	CALIZA (%)	ARENISCA (%)	CAOLIN (%)
10,476-10,542	90	10		
10,542-10,565	70	30		
10,565-10,628	30	10	60	
10,628-10,778	20		50	30

Modificado por: Valeria Guerra

Fuente: Guerra C. "Estudio de los problemas encontrados durante la perforación, completación y producción de la arena hollín superior del campo Hormiguero Sur", 2010.

De la información registrada en las tablas anteriores, se evidencia la presencia de un importante estrato lutítico sobre la arena de interés, motivo por el cual se trabajó con una densidad alta para controlar las paredes de lutita y prevenir posibles derrumbes en el hoyo.

- El fluido de perforación empleado se describe en la tabla 3.20:

Tabla 3. 20 Fluido de perforación empleado en los pozos HS-1, HS-5 y HS-9

TIPO DE LODO:	KCL/POLYMER		POZO:			HS-1	
PROFUNDIDAD (PIES)	DENSIDAD (PPG)	SOBREBALANCE (PSI)	VIS. EMBUDO (sec/qt)	pH	VP (cP)	YP (lb/100 PIES ²)	FILTRADO (mL/30 min)
10,537	11	1,387	52	9	23	26	5.8
10,704	11	1,483	59	9	27	31	5.4
10,704	11	1,483	61	9	27	32	5.4
TIPO DE LODO:	KCL/POLYMER		POZO:			HS-5	
PROFUNDIDAD (PIES)	DENSIDAD (PPG)	SOBREBALANCE (PSI)	VIS. EMBUDO (sec/qt)	pH	VP (cP)	YP (lb/100 PIES ²)	FILTRADO (mL/30 min)
10,454	10.6	741	43	9.0	17	25	7.2
10,905	10.8	1,103	43	9.0	19	25	6.4
10,905	10.9	1,160	43	9.0	19	26	6.0
10,905	10.9	1,160	44	9.0	19	27	6.6
TIPO DE LODO:	KCL/POLYMER		POZO:			HS-9	
PROFUNDIDAD (PIES)	DENSIDAD (PPG)	SOBREBALANCE (PSI)	VIS. EMBUDO (sec/qt)	pH	VP (cP)	YP (lb/100 PIES ²)	FILTRADO (mL/30 min)
10,092	10.6	1,357	48	8.5	23	24	5.6
10,778	10.7	1,791	52	9.5	26	28	5.4
10,778	10.7	1,791	54	8.8	24	31	5.2
10,778	10.7	1,791	53	8.5	25	30	6.2
10,778	10.7	1,791	57	9.3	25	29	5.8
10,778	10.7	1,791	44	8.5	18	17	6.4

Modificado por: Valeria Guerra

Fuente: Guerra C. “Estudio de los problemas encontrados durante la perforación, completación y producción de la arena hollín superior del campo Hormiguero Sur”, 2010.

- Las presiones ejercidas durante la perforación se muestran en la tabla 3.21:

Tabla 3. 21 Presiones ejercidas durante la perforación

POZO	HS 1	HS 5	HS 9
PÉRDIDAS DE PRESION EN LA BROCA (PSI)	781	543	564
PÉRDIDAS DE PRESION EN SARTA (PSI)	1,303	854	973
PÉRDIDAS DE PRESION ANULAR (PSI)	215	543	214
PRESIÓN DE COLUMNA DE LODO (PSI)	6,123	6,003	5,967
PRESIÓN BOMBAS (PSI)	2,9	3	2,9
PRESIÓN EJERCIDA EN LA FORMACIÓN (PSI)	6,939	7,606	7,330
PRESIÓN INICIAL (PSI)	4,640	5,021	4,206
DIFERENCIAL DE PRESIÓN DE SOBRE BALANCE	2,299	2,585	3,124
SOBRE BALANCE	SI	SI	SI

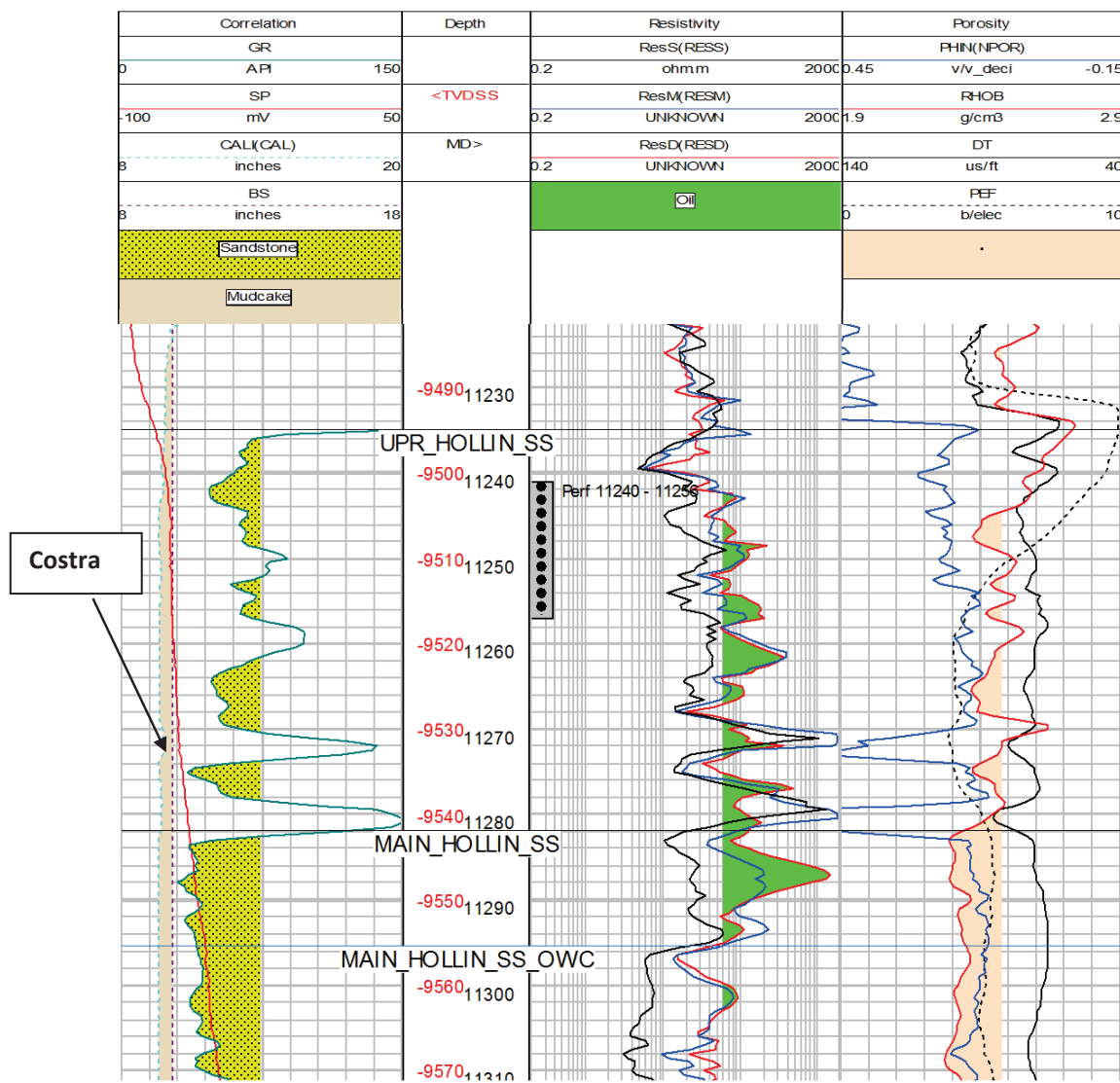
Modificado por: Valeria Guerra

Fuente: Guerra C. “Estudio de los problemas encontrados durante la perforación, completación y producción de la arena hollín superior del campo Hormiguero Sur”, 2010.

La información de la tabla 3.21 corrobora que existió un sobre balance estático de entre 1000 y 2000 psi en contra de la cara de la formación y que en condiciones dinámicas incremento el sobre balance a valores de presión diferencial entre 2000 y 3000 psi, lo cual facilitó la invasión de fluido y finos hacia la formación.

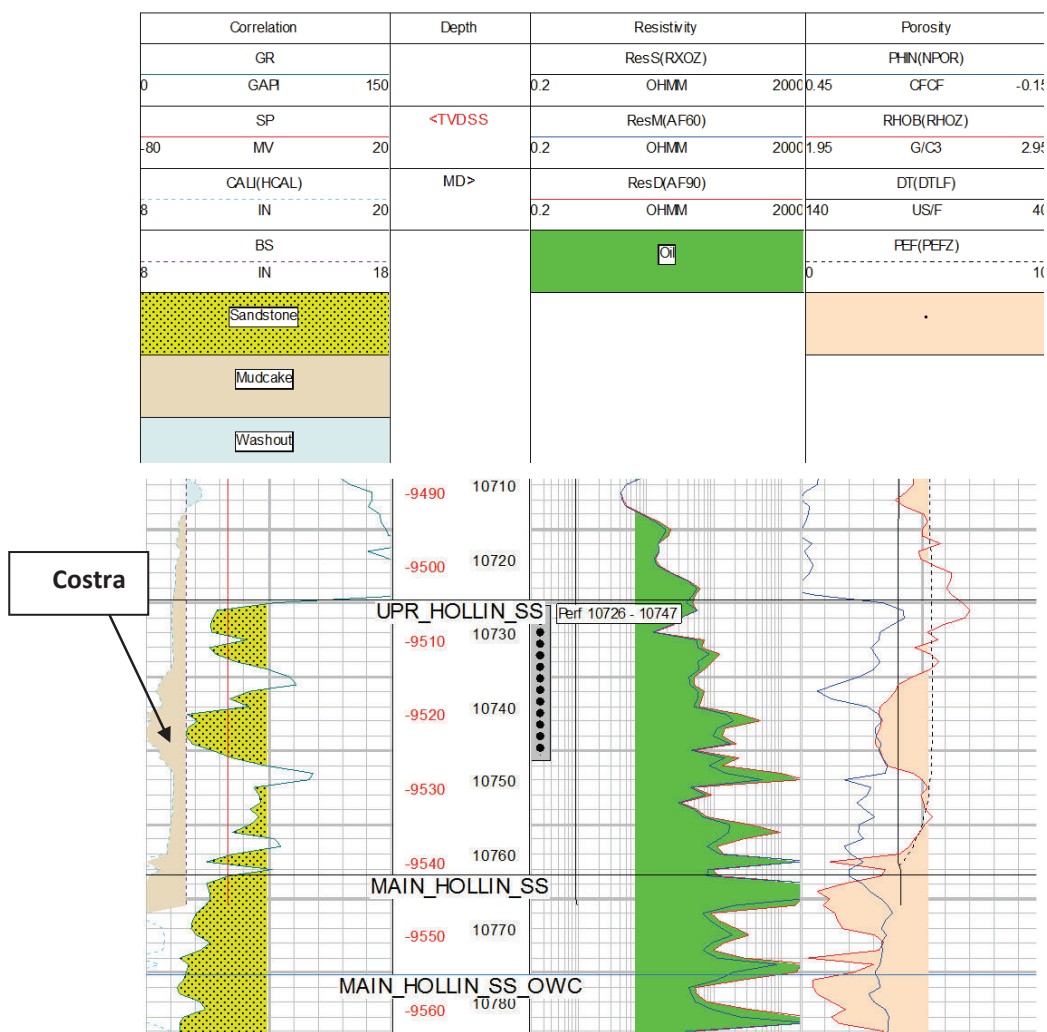
- Los registros eléctricos Hoyo Abierto para los pozos HS-1, HS-5 y HS-9; corresponden a las figuras 3.17, 3.18 y 3.19.

Figura 3. 17 Registro Eléctrico pozo HS-1



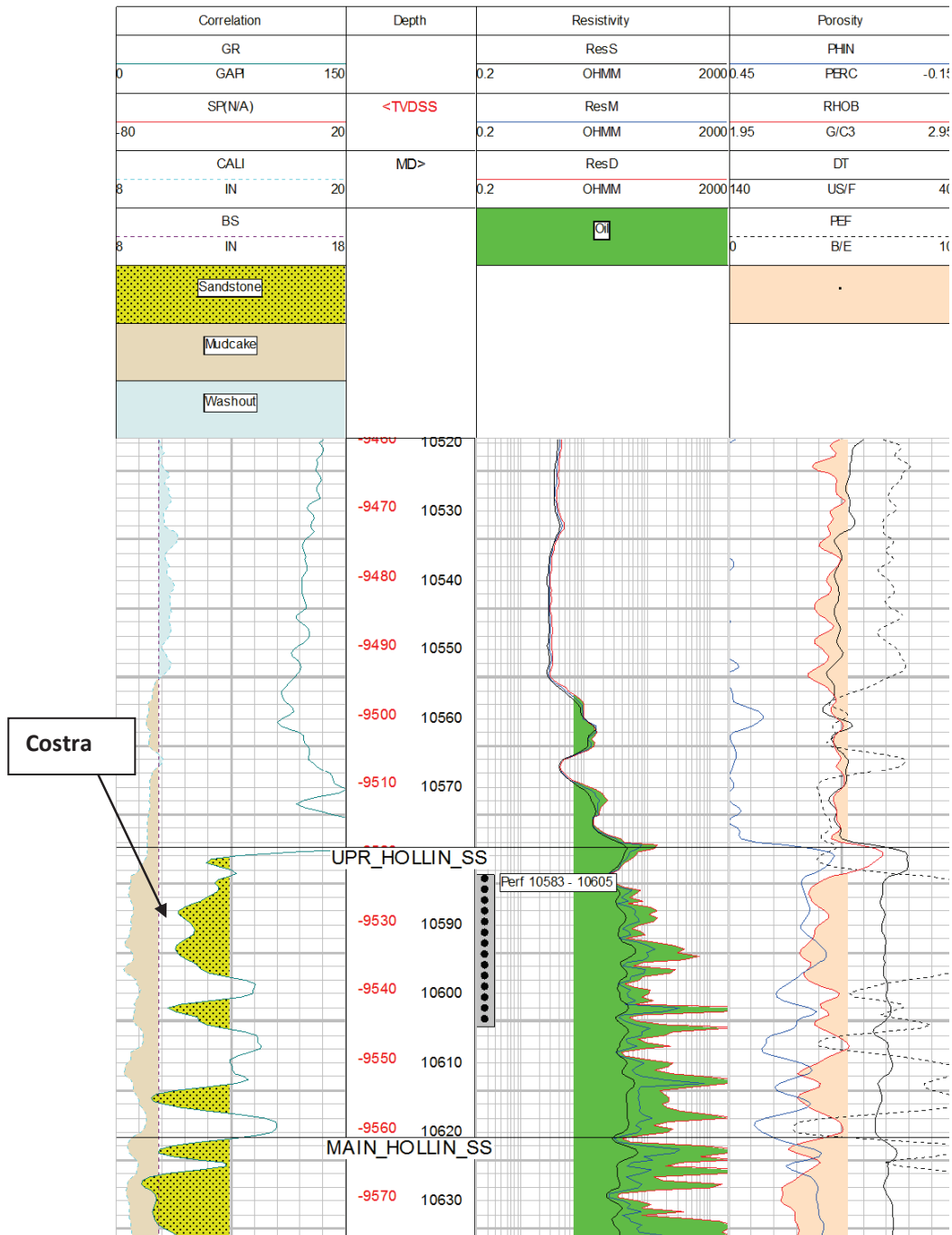
Fuente: Guerra C. "Estudio de los problemas encontrados durante la perforación, completación y producción de la arena hollín superior del campo Hormiguero Sur", 2010.

Figura 3. 18 Registro Eléctrico pozo HS-5



Fuente: Guerra C. “Estudio de los problemas encontrados durante la perforación, completación y producción de la arena hollin superior del campo Hormiguero Sur”, 2010.

Figura 3. 19 Registro Eléctrico HS-9



Fuente: Guerra C. "Estudio de los problemas encontrados durante la perforación, completación y producción de la arena hollín superior del campo Hormiguero Sur", 2010.

En los tres registros eléctricos corridos a hoyo abierto, se evidencia una importante presencia de costra gruesa de lodo, no uniforme y con aglomeraciones importantes a lo largo de la arena Hollin Superior con varios intervalos cavernosos de mayor diámetro que el perforado. Todo esto sugiere que por el alto sobre balance, la costra era totalmente permeable permitiendo el continuo movimiento de fluidos de filtrado hacia la formación y la migración de finos propios del lodo y del revoque.

Las consecuencias finales se reflejaron en alteraciones de la permeabilidad y daños permanentes con efectos relativos dramáticos de la invasión en la limpieza y la producción a largo plazo de la formación Hollin Superior

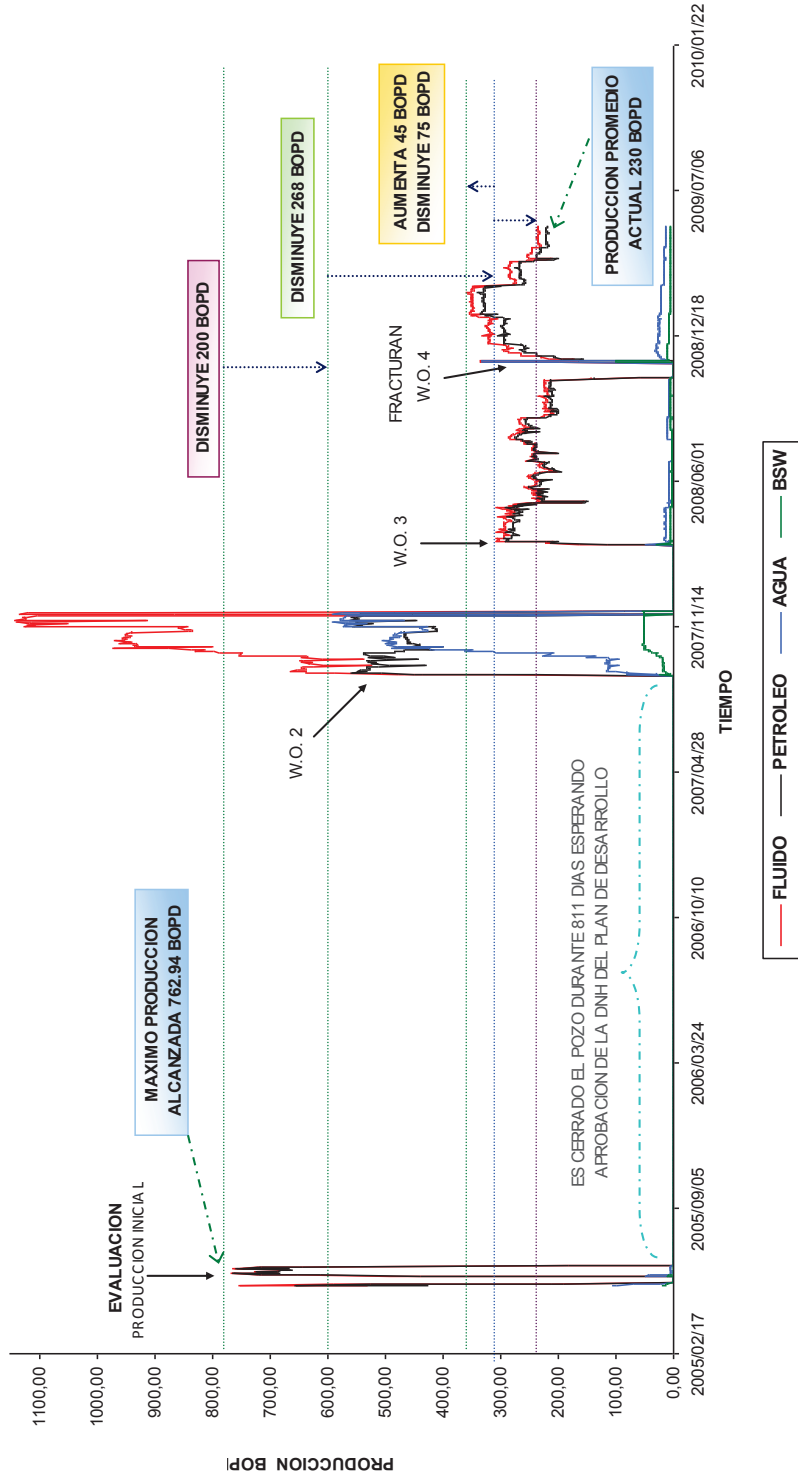
- **Historiales de presión y producción**

Con toda la información recolectada se tiene un claro indicio de que el alto sobre balance influyo en la formación de una costra de poca calidad permitiendo la migración de fluidos y de finos hacia la formación y con la información que se muestra en las figuras a continuación se evidencia en que magnitud todo esta migración de fluido hacia el reservorio daño la formación aledaña y que influencia tuvo este daño en las producciones esperadas y en la vida productiva de los pozos en estudio.

A continuación se muestran ilustraciones correspondientes a los historiales de producción de los pozos seleccionados del campo Hormiguero Sur (ver figuras 3.20, 3.22 y 3.24) y a la vez ilustraciones de los historiales de presión (ver figuras 3.21, 3.23 y 3.25).

Figura 3. 20 Historial de producción HS-1

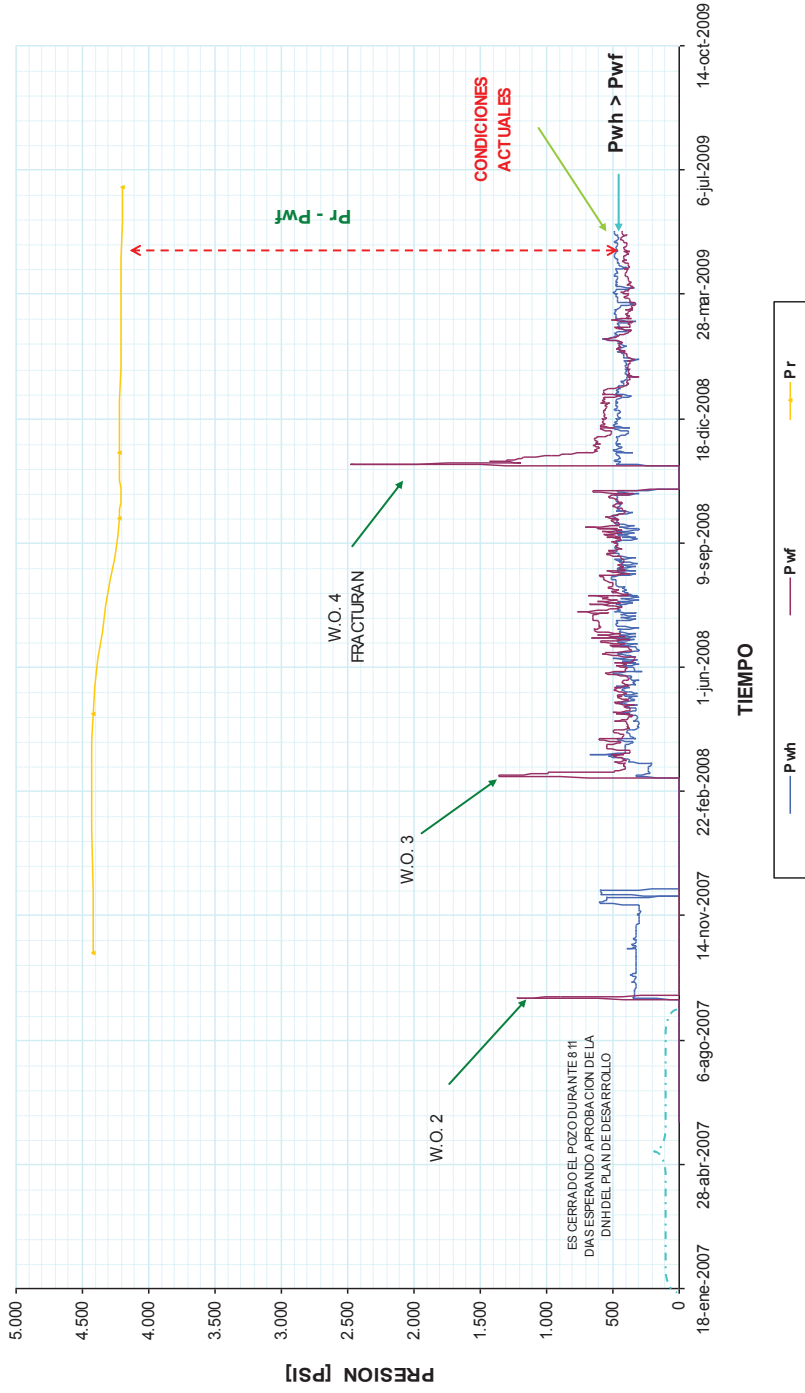
**PRODUCCIÓN DE HORMIGUERO SUR 1
HOLLÍN SUPERIOR**



Fuente: Guerra C. “Estudio de los problemas encontrados durante la perforación, completación y producción de la arena hollín superior del campo Hormiguero Sur”, 2010.

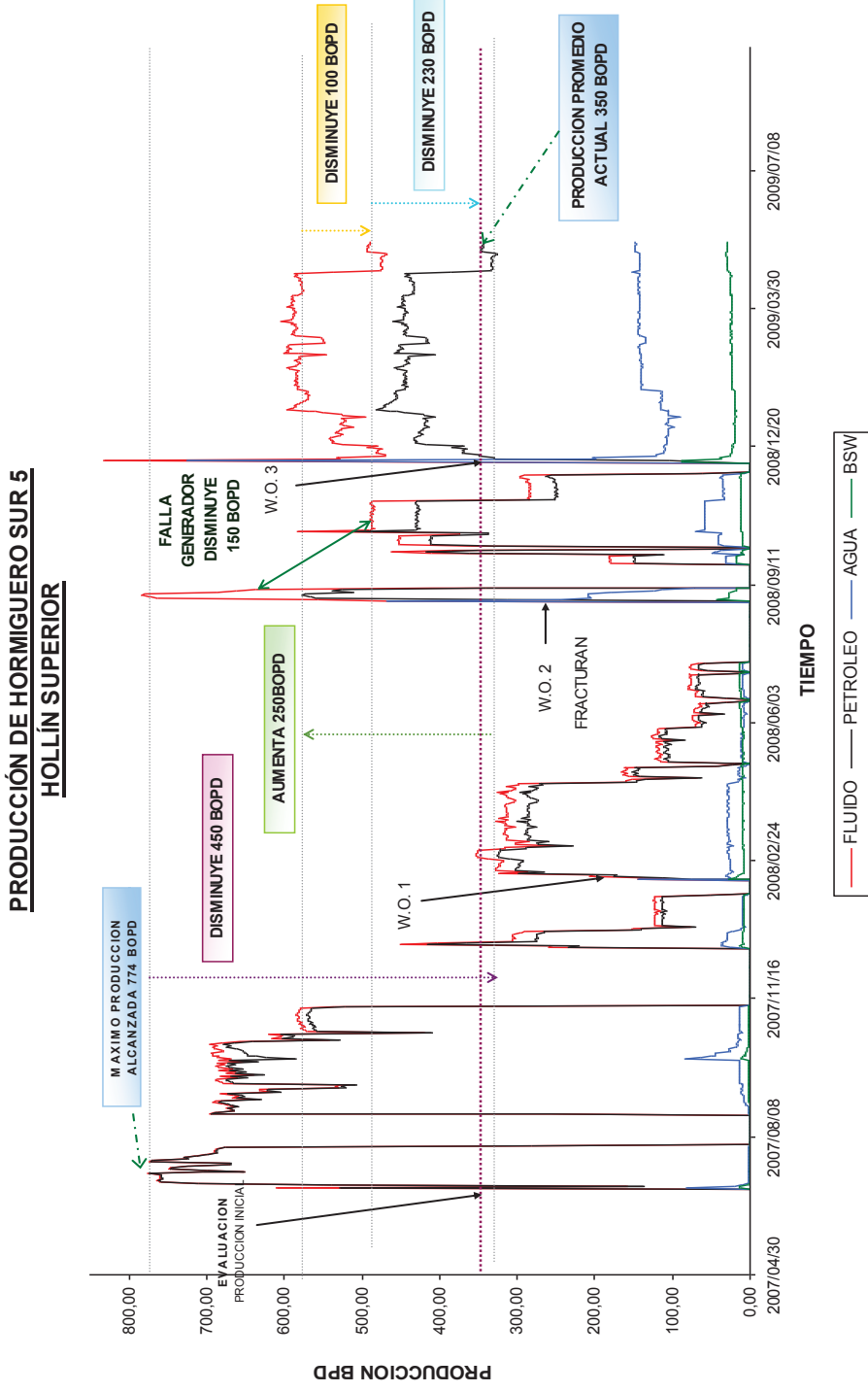
Figura 3. 21 Historial de Presión HS-1

PRESIONES - HORMIGUERO SUR 1
HOLLIN SUPERIOR



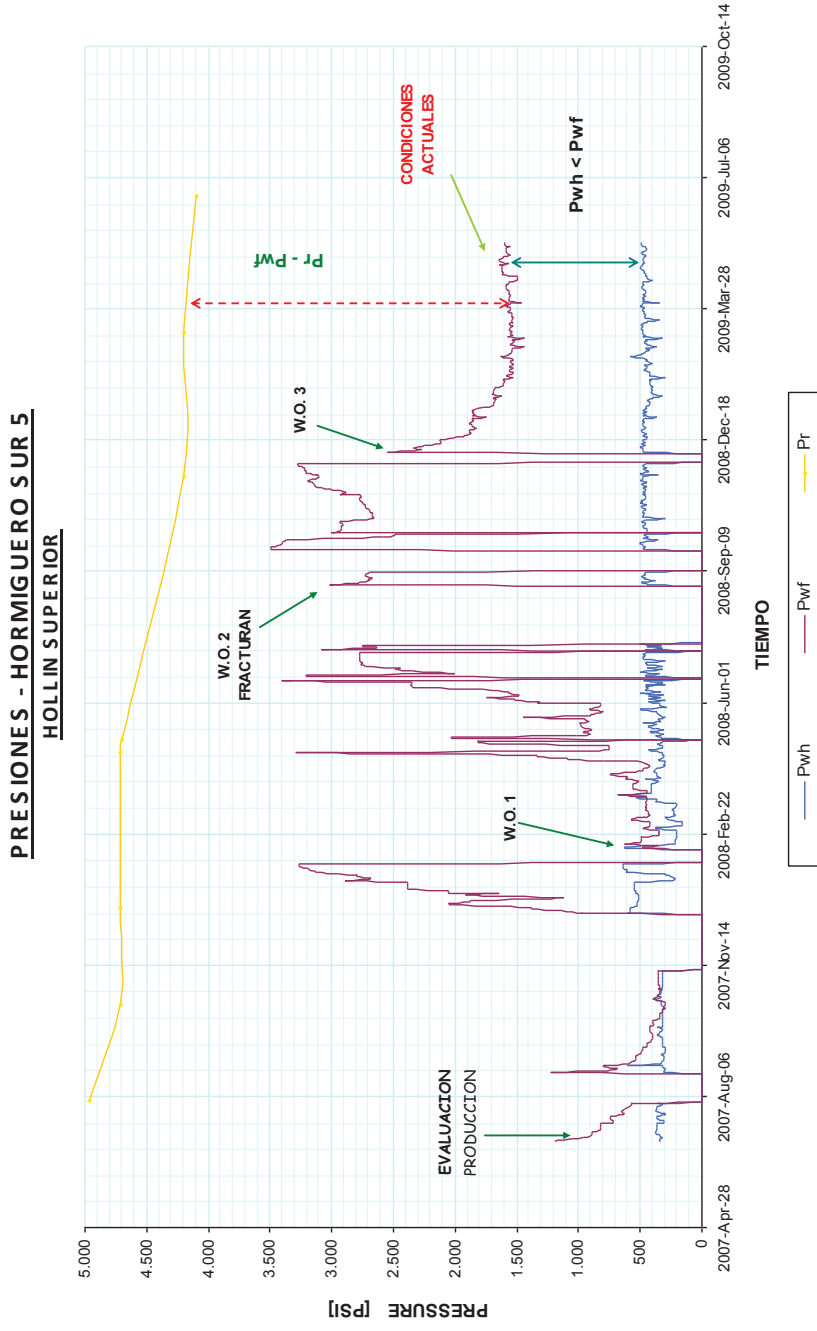
Fuente: Guerra C. “Estudio de los problemas encontrados durante la perforación, completación y producción de la arena hollín superior del campo Hormiguero Sur”, 2010.

Figura 3. 22 Historial de producción HS-5



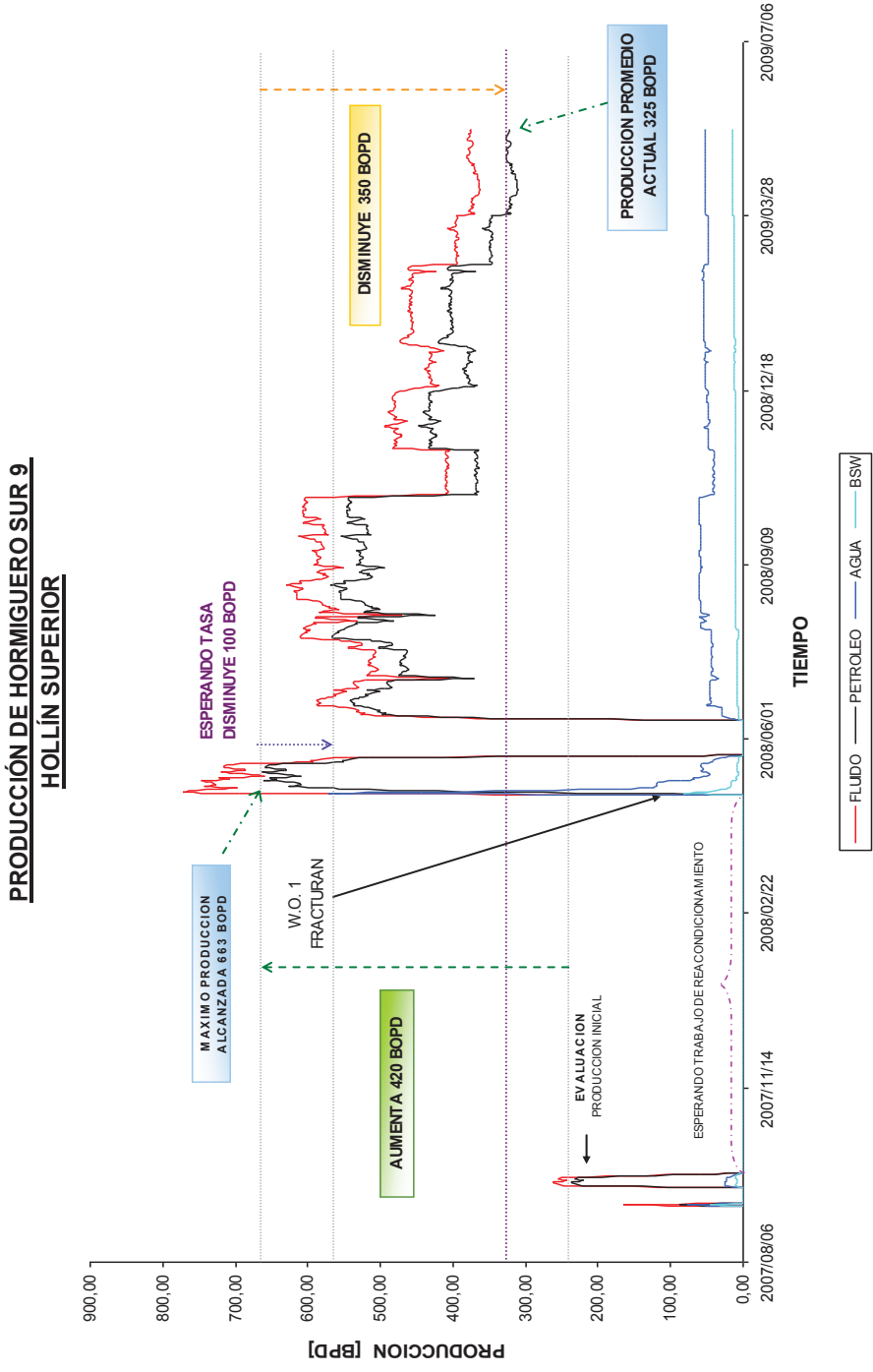
Fuente: Guerra C. “Estudio de los problemas encontrados durante la perforación, completación y producción de la arena hollín superior del campo Hormiguero Sur”, 2010.

Figura 3. 23 Historial de presión HS-5



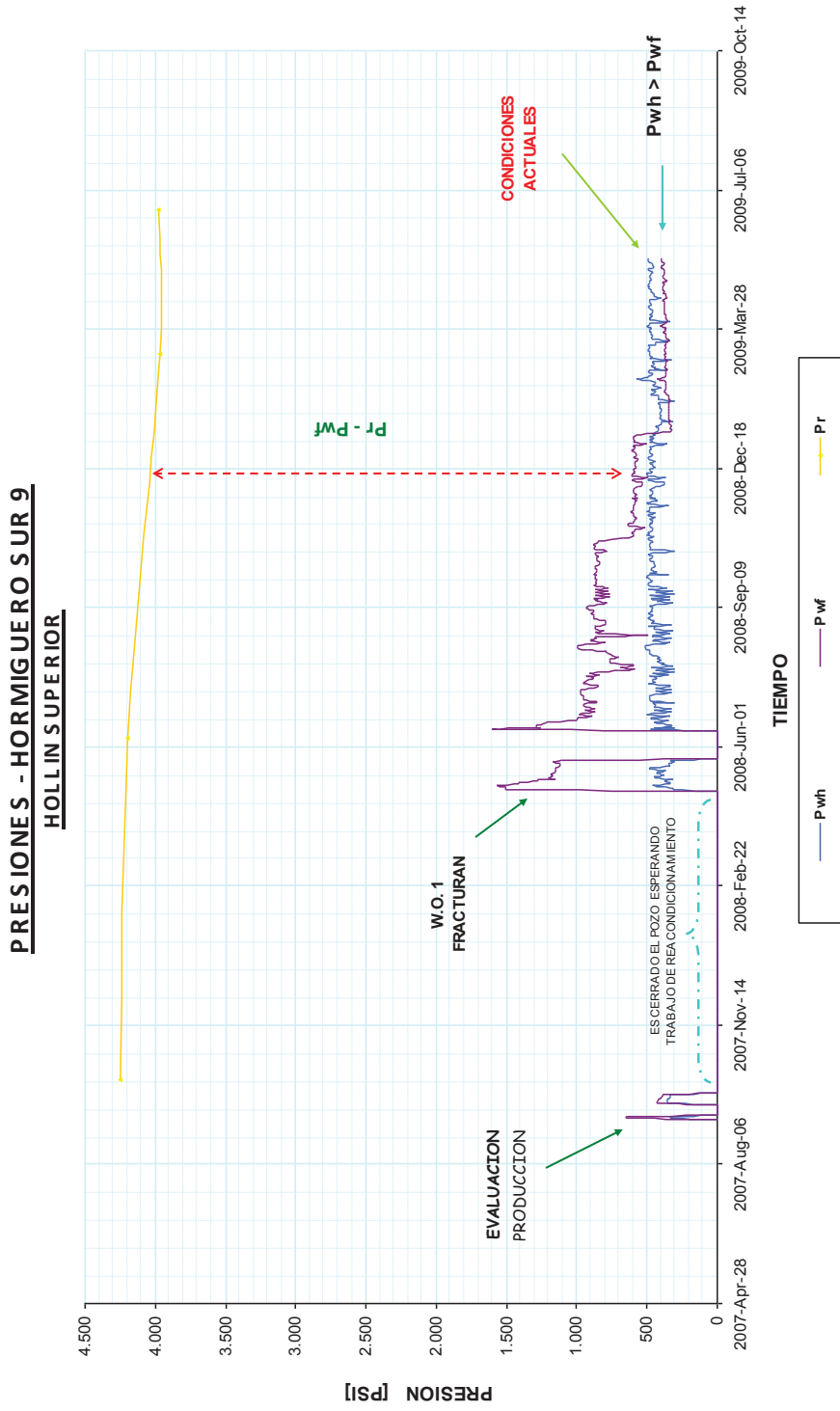
Fuente: Guerra C. “Estudio de los problemas encontrados durante la perforación, completación y producción de la arena hollín superior del campo Hormiguero Sur”, 2010.

Figura 3. 24 Historial de producción HS-9



Fuente: Guerra C. “Estudio de los problemas encontrados durante la perforación, completación y producción de la arena hollín superior del campo Hormiguero Sur”, Guerra C. 2010.

Figura 3. 25 Historial de presión HS-9



Fuente: Guerra C. “Estudio de los problemas encontrados durante la perforación, completación y producción de la arena hollin superior del campo Hormiguero Sur”, 2010.

Las figuras correspondientes a los historiales de producción de la arena Hollín Superior, van desde las pruebas iniciales hasta la fecha del estudio realizado en el 2010. Se puede observar la tendencia decreciente de producción de los pozos desde el inicio de su actividad y luego de los trabajos de reacondicionamiento, a excepción de las intervenciones en las cuales se realiza fracturamiento.

De igual manera, las figuras respectivas de los historiales de presión de reservorio, fondo fluyente y cabeza, con los cuales se ha producido del yacimiento Hollín Superior van desde las pruebas iniciales hasta la fecha del estudio realizado en el 2009. En estas figuras se observa la diferencia que existe entre la presión de reservorio y la de fondo fluyente, claro indicio de la presencia de daño de la formación en los tres pozos producto de la invasión durante la perforación del reservorio.

- **Estimación del daño**

Para la estimación del daño de formación, se recolectó información de las características del fluido (ver tabla.22) y de los pozos (ver tabla 3.23).

Tabla 3. 22 Características del fluido consideradas para el cálculo del daño

POZO	FECHA	Pwf @ datum (psi)	Pr @ datum (psi)	Q (BPD)	BSW (%)	Qo (BPD)	Qw (BPD)
HS 1	21-jun-05	1057	4688	718	0.7	713	5
HS 1	14-oct-07	1338	4418	836	50.4	415	422
HS 1	23-Apr-08	526	4418	266	6.2	250	17
HS 1	28-sep-08	630	4218	219	4.2	209	9
HS 1	19-nov-08	1290	4218	229	10.0	206	23
HS1	22-jun-09	432	4218	210	8.0	193	17
HS 5	2-Aug-07	655	4968	686	0.2	685	1
HS 5	14-oct-07	409	4720	696	2.5	679	17
HS 5	27-Dec-07	1491	4720	305	9.9	275	30
HS 5	23-Apr-08	2174	4720	150	11.1	133	17
HS 5	03-may-08	1923	4705	46	11.2	41	5
HS 5	19-nov-08	3207	4205	282	12.0	248	34
HS 5	09-mar-09	1662	4205	554	24.2	420	134
HS 5	22-jun-09	1676	4100	498	34.0	329	169
HS 9	05-oct-07	513	4254	251	9.5	228	24
HS 9	06-jun-08	1203	4200	596	7.1	553	42
HS 9	09-mar-09	466	3969	398	12.0	350	48
HS 9	22-jun-09	444	3974	432	14.0	372	60

Fuente: Guerra C. "Estudio de los problemas encontrados durante la perforación, completación y producción de la arena hollín superior del campo Hormiguero Sur", 2010.

La tabla 3.22 muestra datos de producción en donde se puede observar la caída evidente de las tasas de producción en las distintas etapas, incluyendo los reacondicionamientos con los cuales se intentó reactivar la producción del reservorio sin éxito, hasta el trabajo de fractura que busca remediar el daño de formación ocasionado durante la perforación.

Tabla 3. 23 Características de los pozos

POZO	k (md)	Bo (bb/BF)	h (pies)	Diam. Hueco (pies)	rw (pies)	re (pies)	T super. (°F)	T fondo (°F)
HS 1	162.0	1.1	17.0	9.88	0.41	1640.4	190	234
HS 5	183.50	1.10	19.00	9.63	0.40	1640.4	190	237
HS 9	146.0	1.1	20.5	9.88	0.41	1640.4	190	238

Fuente: Guerra C. “Estudio de los problemas encontrados durante la perforación, completación y producción de la arena hollín superior del campo Hormiguero Sur”, 2010.

Para la estimación del daño fue necesario el cálculo de algunos datos, los mismos que se detallan en la tabla 3.24:

Tabla 3. 24 Datos calculados para el cálculo del daño

POZO	FECHA	IP	Qmax	Pwf/Pr	QL/Qmax	FE	Pskin
HS 1	21-jun-05	0,2	927	0,23	0,77	0.75	907.75
HS 1	14-oct-07	0,27	1200	0,3	0,7	0.71	893.20
HS 1	23-Apr-08	0,07	302	0,12	0,88	0.81	739.48
HS 1	28-sep-08	0,06	257	0,15	0,85	0.78	789.36
HS 1	19-nov-08	0,08	329	0,31	0,69	0.73	790.56
HS1	22-jun-09	0,06	234	0,102	0,898	0.79	795.11
HS 5	2-Aug-07	0,16	791	0,13	0,87	0.80	862.60
HS 5	14-oct-07	0,16	762	0,09	0,91	0.84	689.76
HS 5	27-Dec-07	0,09	446	0,32	0,68	0.71	936.41
HS 5	23-Apr-08	0,06	278	0,46	0,54	0.66	865.64
HS 5	03-may-08	0,02	77	0,41	0,59	0.68	890.24
HS 5	19-nov-08	0,28	1189	0,76	0,24	0.60	399.20
HS 5	09-mar-09	0,22	917	0,4	0,6	0.68	813.76
HS 5	22-jun-09	0,21	842	0,41	0,59	0.68	775.68
HS 9	05-oct-07	0,07	286	0,12	0,88	0.81	710.79
HS 9	06-jun-08	0,2	835	0,29	0,71	0.72	839.16
HS 9	09-mar-09	0,11	451	0,12	0,88	0.81	665.57
HS 9	22-jun-09	0,11	422	0,11	0,89	0.80	706.00

Fuente: Guerra C. “Estudio de los problemas encontrados durante la perforación, completación y producción de la arena hollín superior del campo Hormiguero Sur”, 2010.

El “Estudio de los problemas encontrados durante la perforación, completación y producción de la arena hollín superior del campo Hormiguero Sur”, estimó el daño de formación con diferentes métodos, obteniendo los siguientes resultados que se expresan en la tabla 3.25.

Tabla 3. 25 Daño estimado con diferentes métodos

POZO	FECHA	S' (1) @ Q	S' (2) @ Qo	S' (3) @ Q	S' (4) @ Qo	S' (5) @ Q	S' (6) @ Qo
		μ medido @ 150°F	μ medido @ 150°F	μ mezcla promedio	μo promedio	μ pvt @ 200°F	μ pvt @ 200°F
HS 1	21-jun-05	0.31	0.31	1.83	1.83		
HS 1	14-oct-07	1.05	2.11	4.98	4.94		
HS 1	23-Apr-08	2.62	2.79	5.99	6		
HS 1	28-sep-08	3.41	3.55	8.78	8.63		
HS 1	19-nov-08	3.45	3.83	8.41	8.81		
HS1	22-jun-09	3.77	4.1	9.21	9.43		
HS 5	02-Aug-07	0.68	0.68	2.38	2.4	2.17	2.17
HS 5	14-oct-07	0.54	0.55	1.88	1.93	1.71	1.75
HS 5	27-Dec-07	1.66	1.84	5.82	6.48	5.3	5.88
HS 5	23-Apr-08	4.41	4.96	10.43	13.15	9.98	11.22
HS 5	03-may-08	14.86	16.74	35.13	44.33	33.61	37.85
HS 5	19-nov-08	1.08	1.23	2.61	3.36	2.44	2.78
HS 5	09-mar-09	0.84	1.1	2.71	4.68	2.53	3.35
HS 5	22-jun-09	0.89	1.34	2.87	5.7	2.7	4.1
HS 9	05-oct-07	0.72	0.8	3.4	4.14	2.21	2.44
HS 9	06-jun-08	0.34	0.36	1.65	2.02	1.1	1.18
HS 9	09-mar-09	0.4	0.46	1.96	2.53	1.31	1.48
HS 9	22-jun-09	0.39	0.46	1.92	2.53	1.3	1.5

Fuente: Guerra C. “Estudio de los problemas encontrados durante la perforación, completación y producción de la arena hollín superior del campo Hormiguero Sur”, 2010.

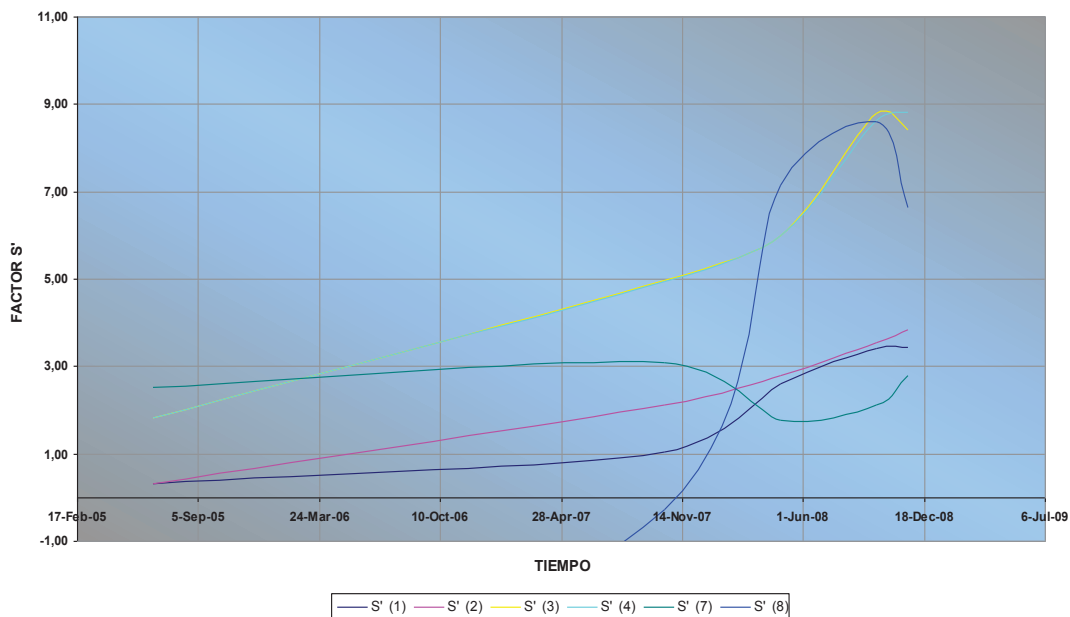
A la vez también se calculó un daño promedio estimado con diferentes métodos matemáticos los cuales difieren en sus resultados con una variación mínima, la tabla 3.26 resume los daños promedios calculados a un valor único.

Los valores obtenidos en la estimación del daño con diferentes métodos, y expresados en la tabla 3.25, pueden ser apreciados en las figuras 3.26 para el HS-1, figura 3.28 para el HS-5 y figura 3.30 para el HS-9. Mientras que el daño estimado promedio también puede ser visualizado gráficamente en las figuras 3.27 para el HS-1, figura 3.29 para el HS-5 y figura 3.31 para el HS-9.

Tabla 3. 26 Daño promedio estimado con diferentes métodos

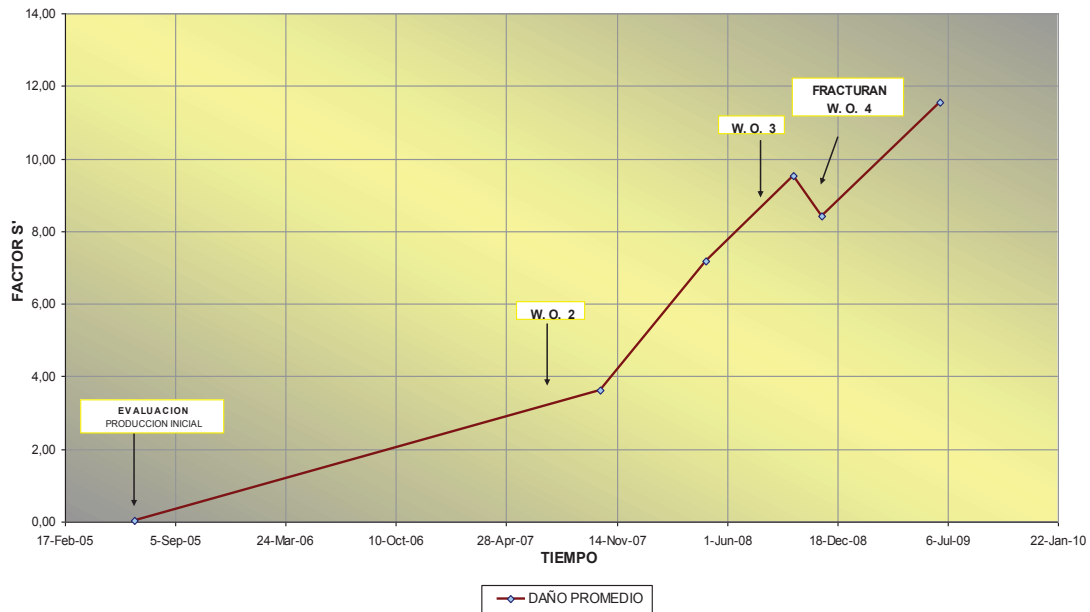
POZO	FECHA	S' promedio
HS 1	21-jun-05	0.04
HS 1	14-oct-07	3.62
HS 1	23-Apr-08	7.19
HS 1	28-sep-08	9.54
HS 1	19-nov-08	8.43
HS1	22-jun-09	11.12
HS 5	2-Aug-07	1.03
HS 5	14-oct-07	0.71
HS 5	27-Dec-07	3.61
HS 5	23-Apr-08	8.14
HS 5	03-may-08	28.85
HS 5	19-nov-08	1.76
HS 5	09-mar-09	1.83
HS 5	22-jun-09	2.22
HS 9	05-oct-07	3.17
HS 9	06-jun-08	-0.03
HS 9	09-mar-09	1.08
HS 9	22-jun-09	0.96

Fuente: Guerra C. “Estudio de los problemas encontrados durante la perforación, completación y producción de la arena hollín superior del campo Hormiguero Sur”, 2010.

Figura 3. 26 Estimación del daño por diferentes métodos HS-1

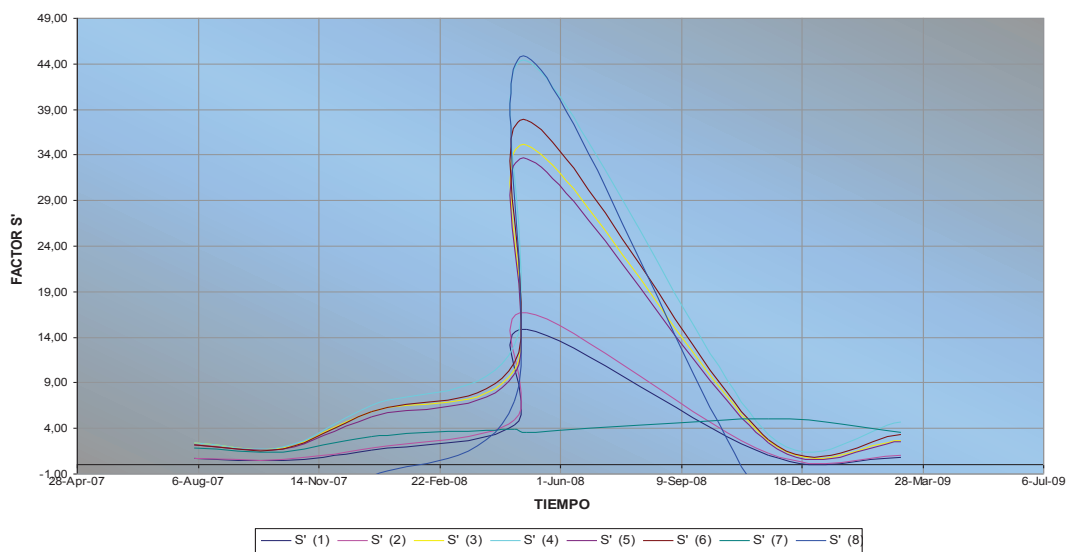
Fuente: Guerra C. “Estudio de los problemas encontrados durante la perforación, completación y producción de la arena hollín superior del campo Hormiguero Sur”, 2010.

Figura 3. 27 Estimación del daño promedio HS-1



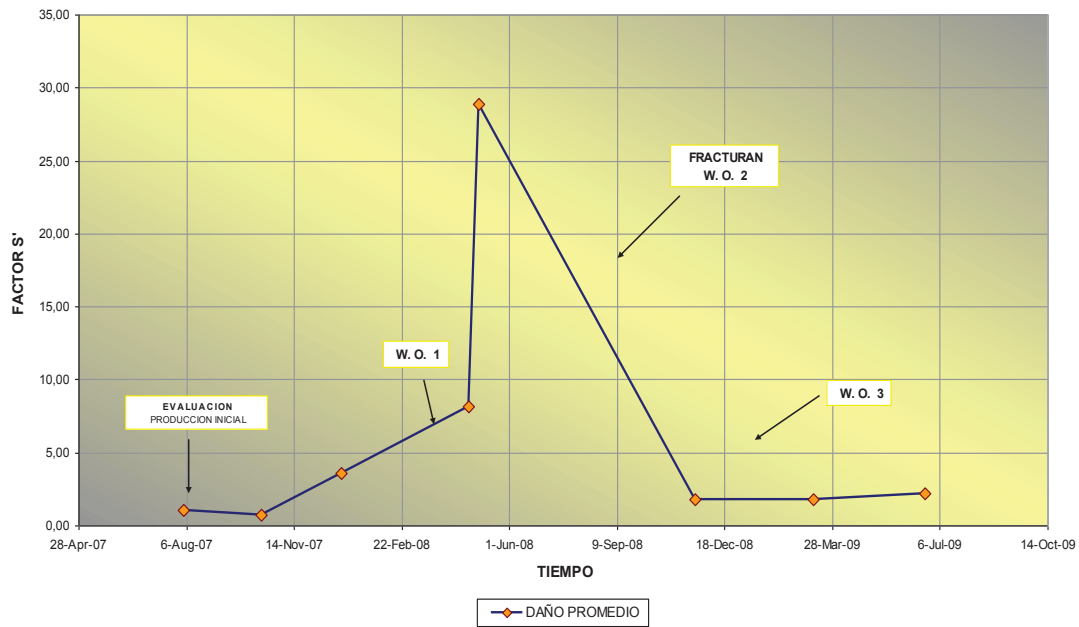
Fuente: Guerra C. “Estudio de los problemas encontrados durante la perforación, completación producción de la arena hollín superior del campo Hormiguero Sur”, 2010.

Figura 3. 28 Estimación del daño por diferentes métodos HS-5



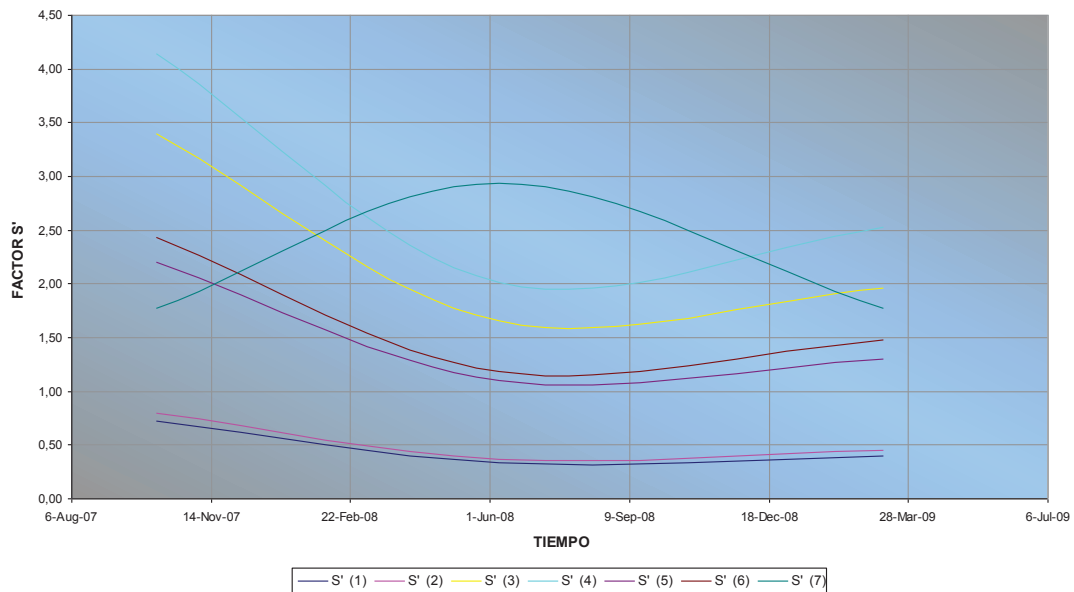
Fuente: Guerra C. “Estudio de los problemas encontrados durante la perforación, completación y producción de la arena hollín superior del campo Hormiguero Sur”, 2010.

Figura 3. 29 Estimación del daño promedio HS-5

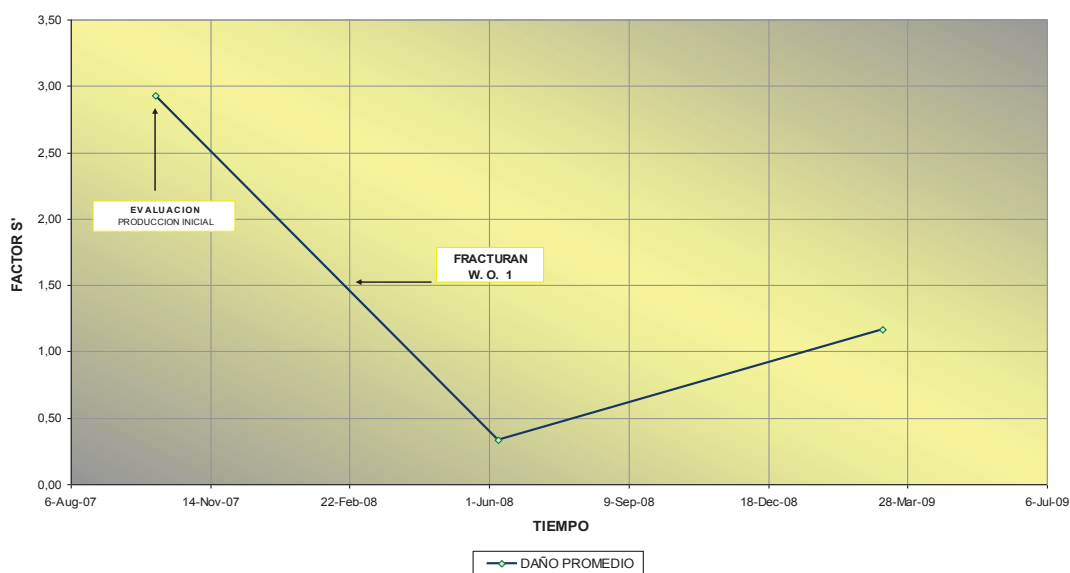


Fuente: Guerra C. “Estudio de los problemas encontrados durante la perforación, completación y producción de la arena hollín superior del campo Hormiguero Sur”, 2010.

Figura 3. 30 Estimación del daño por diferentes métodos HS-9



Fuente: Guerra C. “Estudio de los problemas encontrados durante la perforación, completación y producción de la arena hollín superior del campo Hormiguero Sur”, 2010.

Figura 3. 31 Estimación del daño promedio HS-9

Fuente: Guerra C. "Estudio de los problemas encontrados durante la perforación, completación y producción de la arena hollín superior del campo Hormiguero Sur", 2010.

En las tablas y figuras anteriores se estimó un cálculo matemático del daño para los tres pozos, en cuales se observa presencia de valores importantes de daño desde el inicio de la producción de los pozos hasta que los pozos en mención fueron sujetos de fractura donde el daño disminuye notablemente y los caudales de producción se incrementan debido a la estimulación al pozo.

La tabla 3.27 muestra el resumen de producción del pozo HS-1, HS-5 y HS-9, analizado en las fechas posteriores a los trabajos de reacondicionamiento que se sometieron a la arena con el fin de incrementar la producción.

Tabla 3. 27 Resumen del daño promedio y producción - reacondicionamiento

HORMIGUERO SUR 1					
Reacondicionamiento	INICIAL	2	3	4	2010
Producción Alcanzada de Fluido	768	1141	309	360	210
Disminución de la Producción Fluido (Respecto a la producción inicial)		-49%	60%	53%	73%
Producción Alcanzada de Petróleo	768	562	294	339	193
Disminución de la Producción de Petróleo (Respecto a la producción inicial)		27%	62%	56%	75%
Daño (S')	0.77	3.6	9.5	8.4	11.5

Tabla 3.27 Continuación

HORMIGUERO SUR 5					
Reacondicionamiento	INICIAL	1	2	3	2010
Producción Alcanzada de Fluido	776	353	583	832	498
Disminución de la Producción Fluido (Respecto a la producción inicial)		55%	25%	-7%	36%
Producción Alcanzada de Petróleo	774	325	513	481	330
Disminución de la Producción de Petróleo (Respecto a la producción inicial)		58%	34%	38%	57%
Daño (S')	1	28.8	1.75	1.83	2.2
HORMIGUERO SUR 9					
Reacondicionamiento	INICIAL	1	2010		
Producción Alcanzada de Fluido	261	772	375		
Disminución de la Producción Fluido (Respecto a la producción inicial)		0%	51%		
Producción Alcanzada de Petróleo	237	663	325		
Disminución de la Producción de Petróleo (Respecto a la producción inicial)		0%	51%		
Daño (S')	-1.1	1.17	1.66		

Fuente: Guerra C. “Estudio de los problemas encontrados durante la perforación, completación y producción de la arena hollín superior del campo Hormiguero Sur”,2010.

3.5.4.2. Aplicabilidad de fluidos aireados para zonas de interés

La aplicabilidad de la técnica de perforación con fluidos aireados en campos depletados del Ecuador, es una medida que favorecería a la mitigación del daño severo de formación que afecta directamente la productividad de la zona de interés.

El mayor beneficio que se obtiene con el uso de fluidos aireados, es el incremento de la productividad que se logra alcanzar a través de la disminución del daño por invasión. Este tipo de daño se agudiza o incrementa, cuando la perforación es realizada sobre balance y aún más cuando se trata de yacimientos depletados. Dentro de las medidas de mitigación de daño esta inicialmente la selección apropiada del fluido de perforación y el diseño del revoque, y posteriormente a través de la estimulación o fracturamiento. El fluido de perforación debe brindar un revoque impermeable rápidamente, y debe ser fácilmente removido por la presión del yacimiento al fluir el pozo. Sin embargo cuando los yacimientos han alcanzado un grado de agotamiento avanzado, es recomendable la perforación con fluidos de

muy baja densidad, aireados o espuma, que favorecen a la estabilidad del agujero y a la mitigación del daño.

Debido a las características litológicas de los estratos previos a las arenas de interés en los campos ecuatorianos, no se recomienda utilizar perforación bajo balance como tal, debido a la presencia de un estrato lutítico importante en la formación Napo, la cual antecede a todas las arenas de interés. Además dependiendo del ángulo con el que se atravesase la Lutita de Napo normalmente se requiere de una densidad de lodo alta para garantizar la estabilidad del pozo.

El reducido diámetro de la perforación de la sección impide la bajada de un revestidor intermedio para cubrir la sección de lutita antes de penetrar a la sección productora, por lo que ésta es perforada con la misma densidad de lodo, en general mucho mayor que la necesaria, creando grandes sobre balances e invasión de filtrado y sólidos. Para prevenir estos efectos, se recomienda perforar con lodos que puedan construir rápidamente un revoque impermeable y que tengan un estricto control de sólidos. Debido a la perforación de pozos que han de atravesar grandes secciones de lutita presurizada y sensible al agua, y además de altas temperaturas, ha obligado a la búsqueda de alternativas que minimicen los sobre balances durante la perforación al mínimo y garanticen la estabilidad del agujero.

La perforación aireada se considera efectiva para la perforación de esta sección puesto que se puede manejar el nivel de sobre balance deseado a medida que se atraviesan las formaciones, es decir que se puede garantizar la estabilidad del hoyo en la parte lutítica superior y en las arenas de interés con el uso de inyección de aire necesario, lo que permite obtener un mínimo sobre balance necesario para garantizar el cuidado al máximo del daño a la formación y la estabilidad permanente del hoyo. La formulación del fluido debe estructurarse de acuerdo a la información del reservorio iniciando por el tipo, caracterización mineralógica, presión de poro, temperatura, fluidos de saturación, porosidad, permeabilidad, geofísica, geomecánica, entre otras; todo esto con el fin de minimizar la incompatibilidad y el daño a la formación, debido a las interacciones físicas y químicas que pudieran ocasionarlo.

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA APLICACIÓN DE FLUIDOS DE AIRE COMPRIMIDO EN LA PERFORACIÓN DE ZONAS DE BAJA PRESIÓN EN LA SECCIÓN INTERMEDIA 12 ¼"

4.1. INTRODUCCIÓN

En base a la data histórica de los pozos perforados con fluido convencional del campo Asab, existen numerosos registros de pérdidas económicas importantes debido a los problemas operacionales que se enfrentan durante la perforación de la sección de 12 ¼".

Luego del análisis técnico realizado para los pozos piloto y optimizados, se pudo concluir que la técnica aireada brinda un mejor desempeño durante la perforación de las formaciones con bajos gradientes de presión, previniendo el colapso y abandono del pozo. Además se obtienen ventajas operativas en el incremento de la ROP y menor tiempo de perforación. Todos estos factores mencionados inciden de manera positiva en el aspecto económico, permitiendo mostrar que la técnica aireada disminuye en gran medida el riesgo de pérdidas económicas importantes.

El análisis económico muestra los costos para: operaciones diarias, perforación de la sección 12 ¼" con fluido convencional y con fluido aireado, servicio de perforación aireada y para volumen de fluido de perforación. Todo esto con el objetivo de demostrar que la técnica de fluido aireado no representa una inversión excesiva comparada con el costo total de la sección, además de disminuir la probabilidad de costos adicionales por problemas operativos, ya que su desempeño lo hace posible.

4.2. ANTECEDENTES

Para este análisis se utilizó los costos económicos de los pozos con mayor número de problemas operacionales registrados en el campo Asab, los mismos que fueron detallados dentro del capítulo dos en el análisis de problemas con la perforación convencional en la sección 12 ¼" (SB-1, SB-2, SB-3 y SB-4). Además también se realiza el análisis económico de los pozos convencional (SB-628), piloto (SB-650, SB-499 y SB-648) y optimizados (SB-653, SB-546 y SB-643).

4.3. ANÁLISIS ECONÓMICO

Para iniciar el presente análisis económico es importante mencionar los costos diarios de operación en el acampo Asab, los mismos que están detallados en la tabla 4.1. Estos costos corresponden a servicios que se requieren diariamente durante la perforación del pozo, y son independientes de los costos adicionales.

Tabla 4. 1 Detalle del costo diario de operaciones

COSTO DIARIO DE OPERACIONES			
DESCRIPCIÓN	#	COSTO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
Abastecimiento de agua	1	1,500.00	1,500.00
Suministro de combustible	1	3,917.00	3,917.00
Alquiler tanques de almacenamiento	4	103.00	412.00
Personal de cementación	1	1,765.00	1,765.00
Taladro de perforación	1	28,286.00	28,286.00
Manejo de residuos	1	150.00	150.00
Sarta de perforación	1	1,416.00	1,416.00
Equipos de renta	1	1,600.00	1,600.00
Gastos administrativos	1	2,500.00	2,500.00
Transporte pesado	1	1,300.00	1,300.00
		TOTAL \$:	42,846.00

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

El costo del volumen de fluido de perforación no está considerado dentro del costo diario de las operaciones, debido a que su precio dependerá del volumen que se requiera preparar acorde a las operaciones de perforación.

De igual manera la operadora cuenta con un presupuesto planificado para la perforación de la sección 12 ¼” con fluido convencional y ahora también con fluido aireado.

- **Costo total sección 12 ¼” con fluido convencional**

La tabla 4.2 muestra a detalle el costo para la sección 12 ¼” con fluido convencional.

Tabla 4. 2 Detalle de costo total de la sección 12 ¼” con fluido convencional

	DESCRIPCIÓN	COSTO ACUMULATIVO (\$)
1	Abastecimiento de agua	10,500.00
2	Suministro de combustible	27,419.00
3	Alquiler tanques de almacenamiento	2,884.00
4	Corrida de tubulares	7,559.00
5	Servicios de cementación	37,353.75
6	Personal de cementación	12,355.00
7	Perforación direccional	33,900.72
8	Instalación de cabezal	5,220.00
9	Taladro de perforación	198,002.00
10	Manejo de residuos	1,050.00
11	Sarta de perforación	9,912.00
12	Equipos de renta	11,200.00
13	Broca PDC	40,461.00
14	Casing	190,666.00
15	Cabezal	19,870.00
16	Lodo de perforación	46,179.00
17	Gastos administrativos	17,500.00
18	Transporte pesado	9,100.00
	TOTAL (\$):	681,131.47

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

Debe notarse que el costo del lodo de perforación corresponde al mínimo volumen que se requiere preparar inicialmente para las operaciones normales a desarrollarse.

Para determinar el costo del volumen de lodo utilizado para la perforación de la sección de 12 ¼” es necesario conocer el mínimo volumen de lodo a prepararse:

$$\mathbf{Volumen\ de\ lodo} = \mathbf{Volumen\ agujero} + \mathbf{Volumen\ agujero\ entubado}$$

Volumen Agujero:

De acuerdo a las prácticas operacionales de la empresa se sobrestima un 30% adicional en el diámetro del agujero debido al lavado del hoyo durante la perforación, es decir:

$$\mathbf{Diámetro\ del\ agujero} = 12.5\ \text{pulgadas} + 30\% \text{ adicional}$$

$$\mathbf{Diámetro\ del\ agujero} = 12.5\ \text{pulgadas} + \frac{12.5 \times 30}{100}$$

$$\mathbf{Diámetro\ del\ agujero} = 16.25\ \text{pulgadas}$$

$$\mathbf{Capacidad\ del\ agujero} = \frac{(ID)^2}{1029.4}$$

$$\mathbf{Capacidad\ del\ agujero} = \frac{(16.25)^2}{1029.4}$$

$$\mathbf{Capacidad\ del\ agujero} = 0.246$$

$$\mathbf{Volumen\ agujero} = \mathbf{Capacidad\ del\ agujero} \times \mathbf{profundidad}$$

$$\mathbf{Volumen\ agujero} = 0.246 \times (6900 - 1800)\ \text{pies}$$

$$\mathbf{Volumen\ agujero} = 1249.5\ \text{barriles}$$

Volumen agujero entubado:

$$\mathbf{Diámetro\ interno\ casing}\ 13\ \frac{3}{8}" = 12.861\ \text{pulgadas}$$

$$\mathbf{Capacidad\ casing} = \frac{(ID)^2}{1029.4}$$

$$\mathbf{Capacidad\ del\ casing} = \frac{(12.861)^2}{1029.4}$$

$$\mathbf{Capacidad\ del\ casing} = 0.161$$

$$\mathbf{Volumen\ agujero\ entubado} = \mathbf{Capacidad\ de\ casing} \times \mathbf{profundidad\ zapato}$$

$$\text{Volumen agujero entubado} = 0.161 \times 1800 \text{ pies}$$

$$\text{Volumen agujero entubado} = 289.8 \text{ barriles}$$

Volumen de lodo:

$$\text{Volumen de lodo} = \text{Volumen agujero} + \text{Volumen agujero entubado}$$

$$\text{Volumen de lodo} = 1,249.5 \text{ barriles} + 289.8 \text{ barriles}$$

$$\text{Volumen de lodo} = \mathbf{1,539.3 \text{ barriles}}$$

Por cuestiones operativas de circulación y de prevención en caso de pérdidas de circulación, se prepara un 100% extra de volumen de lodo necesario.

$$\text{Volumen total requerido} = 1,539.3 \text{ barriles} \times 2$$

$$\text{Volumen total requerido} = \mathbf{3,078.6 \text{ barriles}}$$

Es decir que en condiciones ideales sin presentar pérdidas de circulación durante la perforación de la sección 12 ¼" se requerirá un volumen mínimo de alrededor de 3,100 barriles.

De acuerdo a los costos de los químicos utilizados para la preparación del fluido de perforación, la operadora estima que el costo de un barril de lodo de perforación polimérico inhibido es de 15 dólares por barril.

$$\text{Costo total lodo de perforación} = 3,078.6 \text{ barriles} \times 15 \text{ dólares}$$

$$\text{Costo total lodo de perforación} = \mathbf{46,179.00 \text{ dólares}}$$

Todo volumen de lodo polimérico extra que se requiera preparar sobre el mínimo volumen preparado inicialmente, se considerara como un costo adicional al valor mínimo del fluido de perforación.

De la data histórica de los pozos que presentaron pérdidas de circulación de carácter leve a medio en el campo ASAB, se determinó que el volumen promedio final de lodo polimérico preparado para mitigar las pérdidas fue de 7,000 barriles,

es decir que se necesitó de 4,000 barriles extras que representaron 60,000.00 dólares adicionales al presupuesto de la sección.

Costo adicional lodo de perforación = 4,000 barriles × 15 dólares/barril

Costo adicional lodo de perforación = 60,000.00 dólares

- **Costo total sección 12 ¼” con fluido aireado**

Dentro de este detalle de costos debemos recordar que se suma el costo del servicio aireado para la aplicación de la técnica en estudio de este proyecto.

La tabla 5.3 detalla el costo del servicio de perforación aireada por día y actividad que se desarrolla. Los costos se consideran desde el primer día de planificación para la instalación de los equipos hasta el último día operativo con fluido aireado.

Tabla 4. 3 Detalle de costos del servicio aireado para la sección 12 ¼”

DESCRIPCIÓN	COSTO (\$)	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6
		PLANIFICACIÓN	INSTALACIÓN	OPERATIVO	OPERATIVO	OPERATIVO	OPERATIVO
Standby Equipos / día	5,010.00		1				
Equipo Operativo /día	6,050.00			1	1	1	1
Ing. Supervisor /día	1,025.00	1	2	2	2	2	2
Operador /día	790	1	2	2	2	2	2
Silicato de Sodio /barril	165						60
COSTO TOTAL / DIA (\$):		1,815.00	8,640.00	9,680.00	9,680.00	9,680.00	19,580.00
COSTO TOTAL DE SERVICIO (\$):		59,075.00					

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

Como podemos observar en la tabla 4.3, el costo total del servicio de perforación aireada alcanza los 59,075.00 dólares, y si recordamos el costo total de la sección 12 ¼” con fluido convencional expresado en la tabla 4.2 de 681,131.47 dólares, podemos decir que la inversión extra que se requiere para la aplicación de la técnica aireada representa tan solo un 8.67% adicional al costo de la sección con fluido convencional.

$$\text{Inversión extra} = \frac{59,075.00}{681,131.00} \text{ dólares} * 100\%$$

Inversión extra = 8.67%

Por medio de este análisis económico se comprueba que el uso de la técnica de fluido aireado no representa una inversión excesiva comparada con el costo total de la sección, siendo el punto de análisis más relevante la reducción del margen de incertidumbre de las pérdidas de circulación al reducir a la mínima expresión el riesgo de colapso de pozo.

La tabla 4.4 muestra a detalle el costo para la sección 12 ¼" con fluido aireado, debe notarse que el costo del lodo de perforación corresponde al del mínimo volumen que se requiere preparar inicialmente.

Tabla 4. 4 Detalle de costo total de la sección 12 ¼" con fluido aireado

	DESCRIPCIÓN	COSTO ACUMULATIVO (\$)
1	Abastecimiento de agua	10,500.00
2	Suministro de combustible	27,419.00
3	Alquiler tanques de almacenamiento	2,884.00
4	Corrida de tubulares	7,559.00
5	Servicios de cementación	37,353.75
6	Personal de cementación	12,355.00
7	Perforación direccional	33,900.72
8	Instalación de cabezal	5,220.00
9	Taladro de perforación	198,002.00
10	Manejo de residuos	1,050.00
11	Servicio de fluido aireado	59,075.00
12	Sarta de perforación	9,912.00
13	Equipos de renta	11,200.00
14	Broca PDC	40,461.00
15	Casing	190,666.00
16	Cabezal	19,870.00
17	Lodo de perforación	46,179.00
18	Gastos administrativos	17,500.00
19	Transporte pesado	9,100.00
	TOTAL (\$):	740,206.47

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

Es importante resaltar que el costo del servicio aireado no incluye el valor del volumen de lodo de perforación, es decir corresponden a costos independientes.

4.3.1. ANÁLISIS DE COSTO POZOS PROBLEMAS

Los pozos de análisis de problemas con la perforación convencional en la sección 12 ¼”, fueron analizados en el capítulo 2 y corresponden a los pozos SB-1, SB-2, SB-3 Y SB-4.

En la tabla 5.5 a continuación, se resume el costo adicional que representaron las medidas de mitigación que se tomaron frente a los problemas operativos de estos pozos, y a la vez se expresa el porcentaje que este costo implica dentro del presupuesto planificado de la sección y también se muestran las acciones finales que se desarrollaron.

Tabla 4. 5 Detalle de costos pozos problema en la sección 12 ¼”

POZO	COSTO ADICIONAL (\$)	% PRESUPUESTO	OBSERVACIÓN
SB-1	331,700.00	48.7	Colapso de pozo y movilización nuevo cellar.
SB-2	2,520,000.00	370.0	Colapso de pozo y movilización nuevo cellar.
SB-3	440,000.00	64.6	Colapso de pozo y movilización nuevo cellar.
SB-4	260,000.00	38.2	Sección terminada.

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

El presupuesto estimado y planificado para la sección 12 ¼” con fluido convencional es de 681,131.47 dólares, valor que nos permite obtener el porcentaje que los costos adicionales representan dentro de este presupuesto. Y como podemos observar dichos costos son valores muy significativos dentro del presupuesto y hasta llegan a triplicarlo.

Para los pozos SB-1, SB-2 y SB-3, no se logró terminar la sección debido al colapso del pozo y a pesar de las diferentes medidas de mitigación que se tomaron. Como acción final se decidió movilizar el taladro hacia un cellar contiguo para reiniciar el

pozo, lo cual en términos económicos significa una pérdida considerable de presupuesto.

En el caso del pozo SB-4, se presentaron pérdidas severas de circulación en Dammam, UER y Simsima, requiriendo de un total de 15,000 barriles de lodo polimérico para lograr terminar la sección. El volumen extra preparado corresponde a 12,000 barriles y representa un costo económico adicional de 180,000.00 dólares.

$$\text{Costo adicional de lodo} = 12,000 \text{ barriles} \times 15 \text{ dólares/barril}$$

$$\text{Costo adicional de lodo} = 180,000.00 \text{ dólares}$$

4.3.2. ANÁLISIS DE COSTO POZOS PILOTO Y OPTIMIZADOS

Con el uso de la técnica aireada se aseguró reducir el margen de incertidumbre con respecto a las pérdidas de circulación con lo cual se garantiza que con el uso de la inyección de aire no se estima exceder en la preparación del volumen mínimo de lodo requerido.

La tabla 4.6 muestra el volumen de lodo total empleado para la perforación de la sección 12 ¼" y el costo final del mismo para los pozos convencional, piloto y optimizados. Pero además también muestra el costo planificado inicialmente para el volumen de lodo y la diferencia económica adicional

Tabla 4. 6 Detalle de costos para el volumen de lodo empleado en la sección 12 ¼"

POZO	VOLUMEN DE LODO EMPLEADO (BARRILES)	COSTO REAL (\$)	COSTO PLANIFICADO (\$)	COSTO DIFERENCIA (\$)
SB-628	3,500	52,500.00	46,179.00	6,321.00
SB-650	3,100	46,500.00	46,179.00	321.00
SB-499	3,080	46,200.00	46,179.00	21.00
SB-648	3,090	46,350.00	46,179.00	171.00
SB-653	3,100	46,500.00	46,179.00	321.00
SB-546	3,090	46,350.00	46,179.00	171.00
SB-643	3,100	46,500.00	46,179.00	321.00

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

Como podemos observar en la tabla 4.6, el pozo SB-628 perforado con lodo convencional, requirió de un mayor volumen de lodo debido a los problemas operacionales, y por ende presentó un mayor costo económico adicional de 6,321.00 dólares.

El costo del volumen de lodo para los pozos piloto y optimizados difiere en un valor poco representativo al costo del volumen planificado de 46,179.00 dólares.

Finalmente la tabla 4.7, detalla el tiempo de ejecución de la sección por pozo y su costo por los días de operación, también muestra una comparación de la reducción de tiempo y presupuesto de los pozos piloto y optimizados con respecto al pozo SB-628 perforado con fluido convencional.

Tabla 4. 7 Comparación de tiempo y costos de la sección 12 ¼”

POZO	DURACIÓN (DÍAS)	COSTO OPERATIVO (\$)	REDUCCIÓN DE TIEMPO (DÍAS)	OPTIMIZACIÓN (\$)
SB-628	5.6	239,937.6	0	-
SB-650	4.6	197,091.6	1	42,846.0
SB-499	4.9	209,945.4	0.7	29,992.2
SB-648	4.4	188,522.4	1.2	51,415.2
SB-653	4.2	179,953.2	1.4	59,984.4
SB-546	4.5	192,807.0	1.1	47,130.6
SB-643	4.2	179,953.2	1.4	59,984.4

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

El costo operativo expresado en la tabla 4.7, corresponde al costo operativo diario de 42,844.00 dólares (tabla 4.1) por los días de ejecución de la sección. Como podemos notar existe una disminución en el tiempo y a la vez un ahorro considerable en el presupuesto de la sección de 12 ¼”, entre las técnicas con fluido convencional y fluido aireado.

Además con la optimización de parámetros presentada en este proyecto se ha logrado reducir tiempos de perforación de la sección lo cual también representa reducción de costos estimados de perforación lo que a la larga equilibra la inversión extra debido al servicio de inyección de aire.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos durante el desarrollo del presente análisis se pudo llegar a las siguientes conclusiones:

- De acuerdo al análisis de los resultados y al desempeño comparativo conseguido, se estableció que los lineamientos operacionales aplicados en el pozo SB-643, se deben usar como la técnica operacional estándar, sugerida a la operadora para perforar en la sección de 12 ¼" de pozos futuros. Con dicha técnica se busca asegurar la intervención de la sección sin ningún problema operacional relativo a pérdidas de circulación y con una optimización máxima de los recursos y parámetros de perforación.
- La ROP en formaciones de baja presión no influye de manera directa en la presencia de pérdidas de circulación, por ende esta debe ser optimizada luego de intervalos críticos, desde 30 PPH hasta 60 PPH.
- La compatibilidad del fluido de perforación con la formación, es determinante en la mitigación del daño a la formación debido a las interacciones físicas y químicas que pueden darse.
- Únicamente los primeros 300 pies de las formaciones de baja presión se los debe considerar críticos, y en estos se debe reducir al mínimo posible la rata de bombeo del fluido de perforación aireado, tomando en cuenta el bombeo mínimo requerido para encender el motor de fondo.

- Las formaciones Dammam y Rus, no requieren de alimentación de aire en el sistema, deben ser perforadas bajo un buen control y seguimiento de los parámetros de perforación como de la densidad de lodo.
- Las ratas recomendadas de aire acorde a las formaciones se muestran en la tabla 5.1, valores que se recomiendan siempre y cuando las condiciones del pozo sean estables y las pérdidas de circulación sean moderadas, en caso de presentarse pérdidas severas se podrá incrementar el volumen de aire hasta el máximo posible alrededor de 800 CFM acorde a las condiciones del pozo.

Tabla 5. 1 Ratas recomendadas de aire

FORMACIÓN	RATA DE AIRE (CFM)
Dammam	No requiere
UER	350-400
Simsima	550-600

Elaborado por: Valeria Guerra

- La circulación antes de atravesar las formaciones UER y Simsima, garantiza una menor carga de cortes en el anular y por ende una menor incidencia en el aumento de la ECD, lo que permite controlar de una manera más eficiente las pérdidas de circulación.
- La perforación de las formaciones con bajos gradientes de presión empleando fluido aireado, implica la disminución del margen de incertidumbre de las pérdidas de circulación que se pueden presentar y a la vez reduce a la mínima expresión el riesgo de colapso de pozo.
- El control de la densidad de circulación en la perforación aireada depende únicamente del volumen de aire que es alimentado, lo que permite disminuir al mínimo las pérdidas de circulación y evitar daños a la formación.

- Con la optimización de parámetros presentada en este proyecto se ha logrado reducir tiempos de perforación de la sección, lo cual también representa disminución de costos estimados de perforación, equilibrando la inversión extra debido al servicio de inyección de aire.

Tabla 5. 2 Optimización alcanzada con la técnica aireada

POZO	DURACIÓN (DÍAS)	COSTO OPERATIVO (\$)	REDUCCION DE TIEMPO (DÍAS)	OPTIMIZACION (\$)	%
SB-628	5,6	239937,6	0	-	-
SB-650	4,6	197091,6	1	42846	17,9
SB-499	4,9	209945,4	0,7	29992,2	12,5
SB-648	4,4	188522,4	1,2	51415,2	21,4
SB-653	4,2	179953,2	1,4	59984,4	25,0
SB-546	4,5	192807	1,1	47130,6	19,6
SB-643	4,2	179953,2	1,4	59984,4	25,0

Elaborado por: Valeria Guerra

- Luego del análisis de aplicabilidad de la técnica aireada para zonas de producción depletadas en campos ecuatorianos, se concluyó que la técnica contribuiría favorablemente al control de invasión del fluido de perforación, evitando daños severos a la formación y futuras caídas no esperadas de producción, tal como se mostró en los pozos HS-1, HS-5 y HS-9.
- Por medio del análisis económico se comprueba que el uso de la técnica de fluido aireado representa una inversión no excesiva de tan solo el 8.67% del costo total de la sección. Sin embargo el beneficio más influyente de la aplicación de la técnica aireada es la reducción de la incertidumbre de enfrentar problemas operacionales relativos a las pérdidas de circulación
- Con la optimización de los parámetros de perforación se logró disminuir el costo de la sección en alrededor del 9% del presupuesto general de la sección, lo cual significa que la inversión por la aplicación de los fluidos aireados será recuperada con la optimización del tiempo de perforación de la sección.

5.2. RECOMENDACIONES

- Antes de llevar a cabo la perforación con fluido aireado se debe contar con un estudio geológico y de reservorios de la formación a exponerse, de manera que la técnica actúe de manera favorable en los resultados finales.
- Al momento de la formulación del fluido, la información del reservorio iniciando por el tipo, caracterización mineralógica, presión de poro, temperatura, fluidos de saturación, porosidad, permeabilidad, geofísica, geomecánica, entre otras; debe ser confiable debido a que de esto dependerá la compatibilidad del fluido con la formación.
- El sistema de generación de fluido aireado, como el de manejo de retornos, debe encontrarse en óptimas condiciones por seguridad del equipo de trabajo en la locación, y además debe ser inspeccionado previamente al inicio de las operaciones.
- Se recomienda estrictamente que tanto las tuberías de perforación como BHA y equipos de superficie, expuestos a la inyección de aire, cumplan con las inspecciones respectivas no menores a 2 años de anterioridad. Esta medida previene posibles efectos de corrosión por la explosión al oxígeno inyectado en el sistema.
- Como medida de control de corrosión se sugiere utilizar al silicato de sodio al menos 500 pies antes de iniciar la inyección de aire, de manera que el sistema se encuentre homogenizado en cuanto al controlador de corrosión en el sistema, el mismo que debe ser bombeado y circulado periódicamente durante las operaciones con presencia de aire.
- Para la alimentación de aire al sistema de circulación, se recomienda contar con las medidas de seguridad, personal calificado y principalmente con la dirección técnica del responsable a cargo que maneja la información de ingeniería.

- El manejo de la ECD durante la técnica aireada, depende estrictamente de la inyección del volumen de aire que ingresa al sistema de circulación, por lo que se recomienda que su cálculo sea realizado minuciosamente en base a los valores estimados de presión de los acuíferos atravesados.
- La limpieza del agujero durante la perforación es un factor importante que influye en las operaciones, de manera que se recomienda estaciones de circulación previo a la perforación de las formaciones UER y Simsimá; e incluso si se observa que la limpieza del pozo está siendo afectada por la inyección de aire se puede realizar circuitos adicionales a los ya mencionados con el fin de asegurar y disminuir la carga en el anular.
- Luego de los intervalos críticos en las formaciones del campo Asab, el incremento de la rata de bombeo deberá ser gradual para evitar aumentos bruscos de presión en la cara del pozo.
- Se recomienda que los equipos de inyección de aire sean armados previo al inicio de la perforación de la sección, ya que en caso de observarse alguna pérdida repentina de circulación en la formación Damman, se pueda iniciar inmediatamente la inyección de aire sin ningún inconveniente y poder controlar dichas pérdidas de manera oportuna.
- Para zonas de producción depletadas en campos del Ecuador, se recomienda la inyección de aire al sistema de circulación una vez que el estrato lutítico de la formación Napo sea atravesado, y el volumen de aire a inyectar sea definido de acuerdo a las consideraciones del reservorio pero sin olvidar controlar el estrato lutítico de la formación Napo.
- Se recomienda buscar alternabilidad de las compañías que ofrecen el sistema de inyección de aire como son: Weatherford, Almassood Air Drilling y Ali and Son Services, con el fin de buscar competencia sana y un buen mantenimiento

preventivo de los equipos de superficie, lo cual permitirá a la operadora innovar y optimizar aún más los procesos.


REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **ADCO** (2012). Drilling Manual.
2. **Air Drilling Associates, Inc.** Catálogo de equipos de perforación aireada.
De: <http://www.airdrilling.com/>
3. **Alsharhan, A.S.** (1993). Asab Field-United Arab Emirates, Rub Al Khali Basin, Abu Dhabi.
4. **BAROID** (1998). Manual de fluidos de perforación. Houston, Estados Unidos.
5. **Budi Kesuma Adi Putra, I. M.** (2009). Drilling practice with aerated drilling fluid: Indonesian and Icelandic geothermal fields.
6. **DATALOG** (2001). Manual de perforación: Procedimientos y operaciones en el pozo.
7. **ENERGY, A.P.I.** (2001). Manual de fluidos de perforación. Dallas, Texas.
8. **Farzad I.** (2001). Geology of the United Arab Emirates.
De: https://www.academia.edu/10424074/Geology_of_the_United_Arab_Emirates
9. **Fluidos de perforación**
De: <https://es.scribd.com/doc/153021372/Densidad-Equivalente-de-Circulacion>
10. **Geology of Emirates.** Capítulo 2 “Geology of the United Arab Emirates”.
De: <http://www.angelfire.com/az3/mohgameil/emirates.html>

11. **Guerra, C.** (2010). “Estudio de los problemas encontrados durante la perforación, completación y producción de la arena hollín superior del campo Hormiguero Sur” (Disertación Pregrado).
Recuperado de: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1763>
12. **MI SWACO** (1999). Introducción a la perforación bajo balance.
13. **MI SWACO** (2008). Manual de Fluidos.
14. **Nas, S. (2000)**. Introduction to underbalanced drilling. Leading Edge Advantage Ltd., Aberdeen, UK.
15. **PDVSA, C.** (2002). Manual de fluidos de perforación. Primera versión, agosto.
16. **SCHLUMBERGER** (2008). Tecnología de Perforación.
17. **Zwager, D.**, 2007: Airbased drilling technique for faster and easier drilling process and maximizing production from geothermal wells (in Indonesian). PT Air Drilling, Indonesia, brochure.

ANEXOS


Anexo 2. 1 Reporte de parámetros de perforación pozo SB-628

PARÁMETROS DE PERFORACIÓN POZO SB-628														
														
Fecha:	03-01-15		Operadora:	ADCO		Contratista:	NDC		Ciudad:	ABUDHABI		Company Man:	-	
Campo:	ASAB		Pozo:	SB-628		Taladro:	ND-08		País:	U.A.E		Tool Pusher:	-	
Hoyo (pulg):	12,25		DP (pulg):	5		Presión (psi)	PV:		ROP (pies/hr)	YP:		Viscosidad (segundos)	24	
Tiempo (horas)	Profundidad (pies)	Formación	Caudal (gpm)	ECD (pcf)	WOB (kibs)	RPM	Densidad (pcf)	ROP (pies/hr)	Viscosidad (segundos)	COMENTARIO				
4:00	1700	DAMMAM	650	68	10	65	66	30	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 15 BPH.				
5:00	1730	DAMMAM	650	68	10	65	66	30	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 15 BPH.				
6:00	1760	DAMMAM	650	68	10	65	66	30	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 15 BPH.				
7:00	1790	DAMMAM	650	68	10	65	66	30	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 15 BPH.				
8:00	1820	DAMMAM	650	68	10	65	66	30	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 15 BPH.				
9:00	1850	DAMMAM	650	68	10	65	66	30	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 15 BPH.				
10:00	1880	DAMMAM	650	68	10	65	66	30	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 20 BPH.				
11:00	1910	DAMMAM	750	68	10	75	66	30	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 20 BPH.				
12:00	1940	DAMMAM	750	68	10	75	66	30	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 20 BPH.				
13:00	1970	DAMMAM	750	68	15	75	66	30	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 20 BPH.				
14:00	2000	DAMMAM	850	68	15	85	66	30	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 25 BPH.				
15:00	2030	DAMMAM	850	68	15	85	66	30	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 25 BPH.				
16:00	2060	DAMMAM	850	68	15	85	66	30	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 25 BPH.				
17:00	2090	DAMMAM	850	68	15	85	66	30	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 25 BPH.				
18:00	2120	DAMMAM	850	68	15	85	66	30	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 30 BPH.				
19:00	2150	DAMMAM	850	68	15	85	66	30	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 30 BPH.				
20:00	2180	DAMMAM	850	68	15	85	66	30	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 30 BPH.				
21:00	2210	DAMMAM	850	68	15	85	66	30	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 30 BPH.				
22:00	2240	DAMMAM	850	68	15	85	66	40	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 30 BPH.				
23:00	2280	DAMMAM	850	68	15	85	66	40	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 30 BPH.				
0:00	2320	DAMMAM	850	68	15	85	66	40	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 30 BPH.				



Fecha:		04-01-15		Operadora:		ADCO		Contratista:		NDC		Ciudad:		ABUDHABI		Company Man:	
Campo:		ASAB		Pozo:		SB-628		Talladro:		ND-08		Pais:		U.A.E		Tool Pusher:	
Hoyo (pulg):		12,25		DP (pulg):		5		PV:		8		ROP		YP:		24	
Tiempo (horas)		Profundidad (pies)		Formación		Caudal (gpm)		Presión (psi)		WOB (kibs)		RPM		Densidad (pcf)		Viscosidad (segundos)	
																COMENTARIO	
1:00	2360	DAMMAM	850	68	1300	15	85	40	66	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 30 BPH.						
2:00	2400	DAMMAM	850	68	1300	20	85	40	66	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 30 BPH.						
3:00	2440	DAMMAM	850	68	1400	20	85	50	66	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 30 BPH.						
4:00	2490	DAMMAM	850	68	1400	20	85	50	66	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 30 BPH.						
5:00	2540	DAMMAM	850	68	1400	20	85	50	66	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 30 BPH.						
6:00	2590	DAMMAM	850	68	1400	20	85	50	66	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 30 BPH.						
7:00	2640	DAMMAM	850	68	1400	20	85	50	66	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 30 BPH.						
8:00	2690	DAMMAM	850	68	1400	20	85	50	66	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 30 BPH.						
9:00	2740	DAMMAM	850	68	1500	20	85	50	66	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 30 BPH.						
10:00	2790	DAMMAM	850	68	1500	20	85	50	66	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 30 BPH.						
11:00	2840	DAMMAM	850	68	1500	20	85	50	66	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 30 BPH.						
12:00	2890	RUS	850	68	1600	20	85	50	66	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 30 BPH.						
13:00	2940	RUS	850	68	1600	20	85	50	66	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 30 BPH.						
14:00	2990	RUS	850	68	1600	20	85	50	66	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 30 BPH.						
15:00	3040	RUS	850	68	1600	20	85	40	66	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 30 BPH.						
16:00	3080	RUS	850	68	1700	20	85	40	66	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 30 BPH.						
17:00	3120	RUS	850	68	1700	20	85	40	66	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 30 BPH.						
18:00	3160	RUS	850	68	1700	20	85	40	66	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 30 BPH.						
19:00	3200	RUS	850	68	1700	20	85	40	66	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 30 BPH.						
20:00	3240	RUS	850	68	1700	20	85	40	66	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 30 BPH.						
21:00	3280	RUS	650	68	1300	15	65	40	66	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 45 BPH.						
22:00	3320	RUS	650	68	1300	15	65	30	66	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 45 BPH.						
23:00	3350	RUS	650	68	1300	15	65	30	66	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 45 BPH.						
0:00	3380	RUS	650	68	1300	15	65	30	66	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 45 BPH.						

PARÁMETROS DE PERFORACIÓN POZO SB-628														
Fecha:	05-01-15		Operadora:	ADCO		Contratista:	NDC		Ciudad:	ABUDHABI		Company Man:	-	
Campo:	ASAB		Pozo:	SB-628		Taladro:	ND-08		Pais:	U.A.E		Tool Pusher:	-	
Hoyo (pulg):	12,25		DP (pulg):	5		PV:	8		ROP (pies/hr)	YP:		Viscosidad (segundos)	24	
Tiempo (horas)	Profundidad (pies)	Formación	Caudal (gpm)	ECD (pcf)	Presión (psi)	WOB (kibs)	RPM	ROP (pies/hr)	Densidad (pcf)	COMENTARIO				
1:00	3410	UER	650	70	1300	15	65	30	68	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 45 BPH.				
2:00	3440	UER	650	70	1400	15	65	30	68	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 45 BPH.				
3:00	3470	UER	650	70	1400	15	65	30	68	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 45 BPH.				
4:00	3500	UER	650	70	1400	15	65	30	68	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 45 BPH.				
5:00	3530	UER	650	70	1400	15	65	30	68	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 45 BPH.				
6:00	3560	UER	650	70	1500	20	65	30	68	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 45 BPH.				
7:00	3590	UER	650	70	1500	20	65	30	68	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 45 BPH.				
8:00	3620	UER	650	70	1500	20	65	30	68	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 45 BPH.				
9:00	3650	UER	750	70	1600	20	75	30	68	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 45 BPH.				
10:00	3680	UER	750	70	1600	20	75	30	68	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 45 BPH.				
11:00	3710	UER	750	70	1600	20	75	30	68	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 45 BPH.				
12:00	3740	UER	750	70	1600	20	75	30	68	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 45 BPH.				
13:00	3770	UER	850	70	1600	20	85	30	68	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 45 BPH.				
14:00	3800	UER	850	70	1600	20	85	30	68	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 45 BPH.				
15:00	3830	UER	850	70	1600	20	85	30	68	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 45 BPH.				
16:00	3875	UER	850	70	1600	25	85	45	68	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 45 BPH.				
17:00	3920	UER	850	70	1700	25	85	45	68	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 45 BPH.				
18:00	3965	UER	850	70	1700	25	85	45	68	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 45 BPH.				
19:00	4010	UER	850	70	1700	25	85	45	68	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 45 BPH.				
20:00	4055	UER	850	70	1700	25	85	50	68	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 45 BPH.				
21:00	4105	UER	850	70	1700	25	85	50	68	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 45 BPH.				
22:00	4155	UER	850	70	1700	25	85	50	68	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 45 BPH.				
23:00	4205	UER	850	70	1700	25	85	50	68	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 45 BPH.				
0:00	4255	UER	850	70	1800	25	85	50	68	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 45 BPH.				



PARÁMETROS DE PERFORACIÓN POZO SB-628														
														
Fecha:	06-01-15		Operadora:	ADCO		Contratista:	NDC		Ciudad:	ABUDHABI		Company Man:	-	
Campo:	ASAB		Pozo:	SB-628		Taladro:	ND-08		Pais:	U.A.E		Tool Pusher:	-	
Hoyo (pulg):	12.25		DP (pulg):	5		PV:	8		YP:	24				
Tiempo (horas)	Profundidad (pies)	Formación	Caudal (gpm)	ECD (pcf)	Presión (psi)	WOB (klbs)	RPM	ROP (pies/hr)	Densidad (pcf)	Viscosidad (segundos)	COMENTARIO			
1:00	4305	UER	850	70	1800	25	85	50	68	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 45 BPH.			
2:00	4355	UER	850	70	1800	25	85	50	68	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 45 BPH.			
3:00	4405	UER	850	70	1800	25	85	50	68	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 45 BPH.			
4:00	4455	UER	850	70	1800	25	85	50	68	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 45 BPH.			
5:00	4505	UER	850	70	1900	25	85	50	68	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 45 BPH.			
6:00	4555	UER	850	70	1900	25	85	50	68	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 45 BPH.			
7:00	4605	UER	850	70	1900	25	85	50	68	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 45 BPH.			
8:00	4655	UER	850	70	2000	25	85	50	68	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 45 BPH.			
9:00	4705	UER	850	70	2000	25	85	50	68	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 45 BPH.			
10:00	4755	UER	850	70	2000	25	85	50	68	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 45 BPH.			
11:00	4805	UER	850	70	2100	25	85	50	68	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 45 BPH.			
12:00	4855	UER	850	70	2100	25	85	40	68	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 45 BPH.			
13:00	4895	UER	850	70	2200	25	85	40	68	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 45 BPH.			
14:00	4935	UER	850	70	2200	25	85	40	68	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 45 BPH.			
15:00	4975	UER	850	70	2200	25	85	40	68	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 45 BPH.			
16:00	5015	UER	850	70	2200	25	85	40	68	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 45 BPH.			
17:00	5055	UER	850	70	2300	25	85	40	68	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 45 BPH.			
18:00	5095	UER	850	70	2300	25	85	40	68	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 45 BPH.			
19:00	5135	UER	850	70	2300	25	85	40	68	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 55 BPH.			
20:00	5175	UER	850	70	2300	25	85	40	68	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 55 BPH.			
21:00	5215	UER	650	70	1600	20	65	30	68	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 55 BPH.			
22:00	5245	SIMSIMA	650	70	1600	20	65	30	68	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 55 BPH.			
23:00	5275	SIMSIMA	650	70	1600	20	65	30	68	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 55 BPH.			
0:00	5305	SIMSIMA	650	70	1600	20	65	30	68	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 55 BPH.			



PARÁMETROS DE PERFORACIÓN POZO SB-628											
Fecha:	07-01-15	Operadora:	ADCO	Contratista:	NDC	Ciudad:	ABUDHABI	Company Man:	-	MOISS	
Campo:	ASAB	Pozo:	SB-628	Taladro:	ND-08	Pais:	U.AE	Tool Pusher:	-	MOISS	
Hoyo (pulg):	12.25	DP (pulg):	5	PV:	8	YP:	24	COMENTARIO			
Tiempo (horas)	Profundidad (pies)	Formación	Caudal (gpm)	ECD (pcf)	Presión (psi)	WOB (klbs)	RPM	ROP (pies/hr)	Densidad (pcf)	Viscosidad (segundos)	COMENTARIO
1:00	5335	SIMSIMA	750	70	1700	20	75	30	68	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 55 BPH.
2:00	5365	SIMSIMA	750	70	1700	20	75	30	68	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 55 BPH.
3:00	5395	SIMSIMA	750	70	1700	20	75	30	68	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 55 BPH.
4:00	5425	SIMSIMA	750	70	1700	20	75	30	68	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 55 BPH.
5:00	5455	SIMSIMA	750	70	1800	20	75	30	68	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 55 BPH.
6:00	5485	SIMSIMA	750	70	1800	25	75	30	68	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 55 BPH.
7:00	5515	SIMSIMA	750	70	1800	25	75	30	68	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 55 BPH.
8:00	5545	SIMSIMA	750	70	1800	25	75	30	68	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 55 BPH.
9:00	5575	SIMSIMA	750	70	1900	25	75	30	68	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 55 BPH.
10:00	5605	SIMSIMA	750	70	1900	25	75	30	68	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 55 BPH.
11:00	5635	SIMSIMA	750	70	1900	25	75	30	68	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 55 BPH.
12:00	5665	FIOA	751	70	1900	25	75	30	68	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 55 BPH.
13:00	5665	FIOA	752	70	1900	0	75	0	68	41	Circula en el fondo de simisima y realiza viaje de calibracion.
14:00	5665	FIOA	753	70	1900	0	75	0	68	41	
15:00	5665	FIOA	754	70	1900	0	75	0	68	41	
16:00	5665	FIOA	850	74	2000	0	85	40	72	41	
17:00	5705	FIOA	850	74	2000	25	85	40	72	41	
18:00	5745	FIOA	850	74	2000	25	85	40	72	41	
19:00	5785	FIOA	850	74	2100	25	85	40	72	41	
20:00	5825	FIOA	850	74	2100	25	85	40	72	41	
21:00	5865	FIOA	850	74	2100	25	85	50	72	41	
22:00	5915	FIOA	850	74	2200	25	85	50	72	41	
23:00	5965	HALLUL	850	74	2200	25	85	50	72	41	
0:00	6015	LAFFAN	850	74	2200	25	85	50	72	41	



 PARÁMETROS DE PERFORACIÓN POZO SB-628 											
Fecha:	08-01-15	Operadora:	ADCO	Contratista:	NDC	Ciudad:	ABUDHABI	Company Man:	-		
Campo:	ASAB	Pozo:	SB-628	Taladro:	ND-08	Pais:	U.A.E	Tool Pusher:	-		
Hoyo (pulg):	12,25	DP (pulg):	5	PV:	8	YP:	24				
Tiempo (horas)	Profundidad (pies)	Formación	Caudal (gpm)	ECD (pcf)	Presión (psi)	WOB (klbs)	RPM	ROP (pies/hr)	Densidad (pcf)	Viscosidad (segundos)	COMENTARIO
1:00	6065	TUWAYIL	850	74	2200	25	85	50	72	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 55 BPH.
2:00	6115	TUWAYIL	850	74	2200	25	85	50	72	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 55 BPH.
3:00	6165	SHILAIIF	850	74	2300	25	85	50	72	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 55 BPH.
4:00	6215	SHILAIIF	850	74	2300	25	85	50	72	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 55 BPH.
5:00	6265	SHILAIIF	850	74	2300	25	85	50	72	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 55 BPH.
6:00	6315	SHILAIIF	850	74	2300	25	85	50	72	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 55 BPH.
7:00	6365	SHILAIIF	850	74	2300	25	85	50	72	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 55 BPH.
8:00	6415	SHILAIIF	850	74	2400	25	85	50	72	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 55 BPH.
9:00	6465	SHILAIIF	850	74	2400	25	85	50	72	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 55 BPH.
10:00	6515	SHILAIIF	850	74	2500	25	85	50	72	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 55 BPH.
11:00	6565	SHILAIIF	850	74	2500	25	85	50	72	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 55 BPH.
12:00	6615	SHILAIIF	850	74	2500	25	85	50	72	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 55 BPH.
13:00	6665	SHILAIIF	850	74	2500	25	85	50	72	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 55 BPH.
14:00	6715	SHILAIIF	850	74	2500	25	85	50	72	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 55 BPH.
15:00	6765	SHILAIIF	850	74	2500	25	85	50	72	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 55 BPH.
16:00	6815	SHILAIIF	850	74	2500	25	85	50	72	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 55 BPH.
17:00	6865	SHILAIIF	850	74	2500	25	85	50	72	41	Perforación convencional, pérdidas dinámicas de 55 BPH.

Elaborado por: Valeria Guerra



Fuente: ADCO

Anexo 2. 2 Reporte de parámetros de perforación pozo SB-650

PARÁMETROS DE PERFORACIÓN POZO SB-650														
 														
Fecha:	13-02-15	Operadora:	ADCO	Contratista:		NDC	Ciudad:	ABUDHABI	Company Man:	-				
Campo:	ASAB	Pozo:	SB-650	Taladro:		ND-08	País:	U.A.E	Tool Pusher:	-				
Hoyo (pulg):	12,25	DP (pulg):	5	PV:		9	YP:	23						
Tiempo (horas)	Profundidad (pies)	Formación	Caudal (gpm)	Volumen de Aire (scfm)	AM Radio (pulgadas)	ECD (pcf)	ECD-AIRE (pcf)	Presión (psi)	WOB (kibs)	RPM	ROP (pies/hr)	Densidad (pcf)	Viscosidad (segundos)	COMENTARIO
10:00	1741	DAMMAM	650	200	2,31	68	54	900	15	65	40	66	40	Pérdidas dinámicas de 15 BPH
11:00	1781	DAMMAM	650	200	2,31	68	54	900	15	65	40	66	40	Pérdidas dinámicas de 15 BPH
12:00	1821	DAMMAM	650	200	2,31	68	55	900	15	65	40	66	40	Pérdidas dinámicas de 15 BPH
13:00	1861	DAMMAM	650	200	2,30	68	55	900	15	65	40	66	40	Pérdidas dinámicas de 15 BPH
14:00	1901	DAMMAM	650	200	2,31	68	55	950	15	65	40	66	40	Pérdidas dinámicas de 15 BPH
15:00	1941	DAMMAM	650	200	2,31	68	55	950	15	65	40	66	40	Pérdidas dinámicas de 15 BPH
16:00	1981	DAMMAM	650	200	2,31	68	55	950	15	65	50	66	40	Pérdidas dinámicas de 15 BPH
17:00	2031	DAMMAM	650	200	2,31	68	55	950	15	65	50	66	40	Pérdidas dinámicas de 15 BPH
18:00	2081	DAMMAM	700	200	2,14	68	56	1000	20	70	50	66	40	Pérdidas dinámicas de 15 BPH
19:00	2131	DAMMAM	750	200	2,00	68	57	1050	20	75	50	66	40	Pérdidas dinámicas de 15 BPH
20:00	2181	DAMMAM	800	200	1,88	68	58	1100	20	80	55	66	40	Pérdidas dinámicas de 20 BPH
21:00	2236	DAMMAM	850	200	1,76	68	58	1150	20	85	55	66	40	Pérdidas dinámicas de 20 BPH
22:00	2291	DAMMAM	850	200	1,76	68	58	1150	20	85	55	66	40	Pérdidas dinámicas de 20 BPH
23:00	2346	DAMMAM	850	200	1,76	68	59	1150	20	85	55	66	40	Pérdidas dinámicas de 20 BPH
0:00	2401	DAMMAM	850	200	1,77	68	59	1200	20	85	55	66	40	Pérdidas dinámicas de 20 BPH

PARÁMETROS DE PERFORACIÓN POZO SB-650														
 														
Fecha:	14-02-15		Operadora:	ADCO		Contratista:	NDC		Ciudad:	ABUDHABI		Company Man:	-	
Campo:	ASAB		Pozo:	SB-650		Taladro:	ND-08		País:	U.A.E		Tool Pusher:	-	
Hoyo (pulg):	12.25		DP (pulg):	5		PV:	9		YP:	23				
Tiempo (horas)	Profundidad (pies)	Formación	Caudal (gpm)	Volumen de Aire (scfm)	AMI Radio (pulgadas)	ECD (pcf)	ECD-AIRE (pcf)	Presión (psi)	WOB (klbs)	RPM	ROP (pies/hr)	Densidad (pcf)	Viscosidad (segundos)	COMENTARIO
1:00	2456	DAMMAM	850	200	1,77	68	59	1200	20	85	55	66	40	Pérdidas dinámicas de 20 BPH
2:00	2511	DAMMAM	850	200	1,77	68	59	1200	20	85	55	66	41	Pérdidas dinámicas de 20 BPH
3:00	2566	DAMMAM	850	200	1,77	68	59	1200	20	85	55	66	41	Pérdidas dinámicas de 20 BPH
4:00	2621	DAMMAM	850	200	1,77	68	59	1300	20	85	55	66	41	Pérdidas dinámicas de 20 BPH
5:00	2676	DAMMAM	850	200	1,77	68	59	1330	20	85	55	66	41	Pérdidas dinámicas de 20 BPH
6:00	2731	RUS	850	200	1,76	68	59	1400	20	85	55	66	41	Pérdidas dinámicas de 20 BPH
7:00	2786	RUS	850	200	1,76	68	59	1400	35	85	55	66	41	Pérdidas dinámicas de 20 BPH
8:00	2841	RUS	850	200	1,76	68	59	1400	35	85	55	66	41	Pérdidas dinámicas de 20 BPH
9:00	2896	RUS	850	200	1,76	68	60	1400	35	85	55	66	41	Pérdidas dinámicas de 20 BPH
10:00	2951	RUS	850	200	1,76	68	60	1450	35	85	55	66	41	Pérdidas dinámicas de 20 BPH
11:00	3006	RUS	850	200	1,77	68	60	1500	35	85	55	66	41	Pérdidas dinámicas de 20 BPH
12:00	3061	RUS	850	200	1,77	68	60	1500	35	85	55	66	41	Pérdidas dinámicas de 20 BPH
13:00	3116	RUS	850	200	1,77	68	60	1550	35	85	55	66	41	Pérdidas dinámicas de 20 BPH
14:00	3171	RUS	850	200	1,76	68	60	1600	35	85	55	66	41	Pérdidas dinámicas de 20 BPH
15:00	3226	RUS	850	200	1,77	70	62	1600	0	85	0	68	41	Circula previo a perforar UER.
16:00	3226	RUS	850	200	1,76	70	62	1600	0	85	0	68	41	
17:00	3226	RUS	650	350	4,03	70	55	1000	15	65	40	68	40	Pérdidas dinámicas de 30 BPH
18:00	3266	RUS	650	350	4,04	70	55	1000	30	65	40	68	40	Pérdidas dinámicas de 30 BPH
19:00	3306	UER	650	350	4,04	70	55	1800	30	65	40	68	45	Pérdidas dinámicas de 30 BPH
20:00	3346	UER	650	350	4,04	70	55	1100	30	65	40	68	45	Pérdidas dinámicas de 30 BPH
21:00	3386	UER	650	350	4,04	70	55	1100	30	65	40	68	45	Pérdidas dinámicas de 30 BPH
22:00	3426	UER	650	350	4,04	70	55	1100	30	65	40	68	45	Pérdidas dinámicas de 30 BPH
23:00	3466	UER	650	350	4,04	70	55	1100	30	65	40	68	45	Pérdidas dinámicas de 30 BPH
0:00	3506	UER	650	350	4,04	70	55	1200	30	65	40	68	45	Pérdidas dinámicas de 30 BPH


MOISS		PARÁMETROS DE PERFORACIÓN POZO SB-650														MOISS	
Fecha:	15-02-15	Operadora:	ADCO	Contratista:		NDC	Ciudad:	ABUDHABI	Company Man:	-	Taladro:		ND-08	País:	U.A.E	Tool Pusher:	-
Campo:	ASAB	Pozo:	SB-650	PV:		9	RPM	23	WOB (kibs)		9	YP:	23	Densidad (pcf)		23	
Hoyo (pulg):	12,25	DP (pulg):	5	Volumen de Aire (scfm)	350	ECD (pcf)	70	ECD-AIRE (pcf)	55	Presión (psi)	1200	ROP (pies/hr)	40	Viscosidad (segundos)	45	COMENTARIO	
Tiempo (horas)	Profundidad (pies)	Formación	Caudal (gpm)	AIM Radio (pulgadas)	WOB (kibs)	Presión (psi)	ROP (pies/hr)	Viscosidad (segundos)	COMENTARIO								
1:00	3546	UER	650	4,03	30	1200	40	45	Pérdidas dinámicas de 30 BPH								
2:00	3586	UER	650	4,03	30	1200	40	45	Pérdidas dinámicas de 30 BPH								
3:00	3626	UER	650	4,03	30	1200	40	45	Pérdidas dinámicas de 30 BPH								
4:00	3666	UER	650	4,03	30	1200	40	45	Pérdidas dinámicas de 30 BPH								
5:00	3706	UER	650	4,03	30	1200	40	45	Pérdidas dinámicas de 30 BPH								
6:00	3746	UER	700	3,75	30	1250	55	45	Pérdidas dinámicas de 30 BPH								
7:00	3801	UER	750	3,49	30	1300	55	45	Pérdidas dinámicas de 30 BPH								
8:00	3856	UER	800	3,27	30	1350	55	43	Pérdidas dinámicas de 40 BPH								
9:00	3911	UER	850	3,08	30	1400	55	44	Pérdidas dinámicas de 40 BPH								
10:00	3966	UER	850	3,08	30	1400	55	44	Pérdidas dinámicas de 40 BPH								
11:00	4021	UER	850	3,08	30	1400	55	44	Pérdidas dinámicas de 40 BPH								
12:00	4076	UER	850	3,08	30	1400	55	44	Pérdidas dinámicas de 40 BPH								
13:00	4131	UER	850	3,08	30	1400	55	44	Pérdidas dinámicas de 40 BPH								
14:00	4186	UER	850	3,08	30	1400	55	44	Pérdidas dinámicas de 40 BPH								
15:00	4241	UER	850	3,08	30	1400	55	44	Pérdidas dinámicas de 40 BPH								
16:00	4296	UER	850	3,08	30	1500	55	44	Pérdidas dinámicas de 40 BPH								
17:00	4351	UER	850	3,08	30	1500	55	44	Pérdidas dinámicas de 40 BPH								
18:00	4406	UER	850	3,09	30	1500	55	44	Pérdidas dinámicas de 40 BPH								
19:00	4461	UER	850	3,09	30	1600	55	44	Pérdidas dinámicas de 40 BPH								
20:00	4516	UER	850	3,09	30	1600	60	44	Pérdidas dinámicas de 40 BPH								
21:00	4576	UER	850	3,09	30	1700	60	44	Pérdidas dinámicas de 40 BPH								
22:00	4636	UER	850	3,08	30	1700	60	45	Pérdidas dinámicas de 40 BPH								
23:00	4696	UER	850	3,08	30	1800	60	45	Pérdidas dinámicas de 40 BPH								
0:00	4756	UER	850	3,08	30	1800	60	45	Pérdidas dinámicas de 40 BPH								

PARÁMETROS DE PERFORACIÓN POZO SB-650															
 															
Fecha:	17-02-15	Operadora:	ADCO	NDC		Ciudad:	ABUDHABI	Company Man:							
Campo:	ASAB	Pozo:	SB-650	Taladro:	ND-08	Pais:	U.A.E	Tool Pusher:							
Hoyo (pulg):	12.25	DP (pulg):	5	PV:	9	YP:	23								
Tiempo (horas)	Profundidad (pies)	Formación	Caudal (gpm)	Volumen de Aire (scfm)	AIM Radio (pulgadas)	ECD (pcf)	ECD-AIRE (pcf)	Presión (psi)	WOB (kibs)	RPM	ROP (pies/hr)	Densidad (pcf)	Viscosidad (segundos)	COMENTARIO	
1:00	5756	FIQA	750	750	7,49	72	53	1600	0	75	0	70	44	Circula en el fondo de Simsima y realiza viaje de calibración mientras se llenan tanques de lodo con agua. Pérdidas estáticas de 150 BPH.	
2:00	5756	FIQA	750	750	7,49	72	53	1600	0	75	0	70	44		
3:00	5756	FIQA	750	750	7,49	72	53	1600	0	75	0	70	44		
4:00	5756	FIQA	750	750	7,49	72	53	1600	0	75	0	70	44		
5:00	5756	FIQA	850	750	6,60	74	57	1800	30	85	55	72	45		Pérdidas dinámicas de 90 BPH.
6:00	5811	FIQA	850	750	6,60	74	57	1800	30	85	55	72	45		Pérdidas dinámicas de 90 BPH.
7:00	5866	FIQA	850	750	6,61	74	57	1800	30	85	55	72	45		Pérdidas dinámicas de 90 BPH.
8:00	5921	HALUL	850	750	6,60	74	57	1800	30	85	55	72	45		Pérdidas dinámicas de 90 BPH.
9:00	5976	HALUL	850	750	6,60	74	57	1900	30	85	55	72	45		Pérdidas dinámicas de 90 BPH.
10:00	6031	LAFFAN	850	650	5,72	74	59	1900	30	85	55	72	45		Pérdidas dinámicas de 90 BPH.
11:00	6086	TUWAYIL	850	650	5,72	74	59	1900	30	85	55	72	45		Pérdidas dinámicas de 90 BPH.
12:00	6141	TUWAYIL	850	650	5,72	74	59	1900	30	85	55	72	45		Pérdidas dinámicas de 90 BPH.
13:00	6196	SHILAI	850	650	5,72	74	59	2000	30	85	55	72	41		Pérdidas dinámicas de 90 BPH.
14:00	6251	SHILAI	850	650	5,72	74	60	2000	30	85	55	72	41		Pérdidas dinámicas de 90 BPH.
15:00	6306	SHILAI	850	650	5,73	74	60	2000	30	85	55	72	41		Pérdidas dinámicas de 90 BPH.
16:00	6361	SHILAI	850	650	5,72	74	60	2000	30	85	55	72	40		Pérdidas dinámicas de 90 BPH.
17:00	6416	SHILAI	850	650	5,72	74	60	2000	30	85	60	72	40		Pérdidas dinámicas de 90 BPH.
18:00	6476	SHILAI	850	650	5,73	74	60	2000	30	85	60	72	40		Pérdidas dinámicas de 90 BPH.
19:00	6536	SHILAI	850	650	5,73	74	60	2000	30	85	60	72	40		Pérdidas dinámicas de 90 BPH.
20:00	6596	SHILAI	850	650	5,72	74	60	2000	30	85	60	72	40		Pérdidas dinámicas de 90 BPH.
21:00	6656	SHILAI	850	650	5,73	74	60	2200	30	85	60	72	40		Pérdidas dinámicas de 90 BPH.
22:00	6716	SHILAI	850	650	5,72	74	60	2200	30	85	68	72	40		Pérdidas dinámicas de 90 BPH.
23:00	6784	SHILAI	850	650	5,73	74	60	2200	30	85	0	72	40		Pérdidas dinámicas de 90 BPH.

Elaborado por: Valeria Guerra


Fuente: ADCO

Anexo 2. 3 Reporte de parámetros de perforación pozo SB-499

PARÁMETROS DE PERFORACIÓN POZO SB-499														
														
Fecha:	17-03-15		Operadora:	ADCO		Contratista:	NDC		Ciudad:	ABUDHABI		Company Man:	-	
Campo:	ASAB		Pozo:	SB-499		Taladro:	ND-08		País:	U.A.E		Tool Pusher:	-	
Hoyo (pulg):	12,25		DP (pulg):	5		PV:	9		YP:	23				
Tiempo (horas)	Profundidad (pies)	Formación	Caudal (gpm)	Volumen de Aire (scfm)	A/M Radio (pulgadas)	ECD (pcf)	ECD-AIRE (pcf)	Presión (psi)	WOB (klbs)	RPM	ROP (pies/hr)	Densidad (pcf)	Viscosidad (segundos)	COMENTARIOS
12:00	1852	DAMMAM	650	200	2,30	68	55	900	15	65	30	66	40	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
13:00	1882	DAMMAM	650	200	2,31	68	55	900	15	65	30	66	40	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
14:00	1912	DAMMAM	650	200	2,31	68	55	900	15	65	30	66	40	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
15:00	1942	DAMMAM	650	200	2,30	68	55	900	15	65	30	66	40	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
16:00	1972	DAMMAM	650	200	2,31	68	55	900	15	65	30	66	40	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
17:00	2002	DAMMAM	650	200	2,31	68	55	950	15	65	30	66	40	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
18:00	2032	DAMMAM	650	200	2,31	68	55	950	15	65	30	66	40	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
19:00	2062	DAMMAM	650	200	2,31	68	56	950	15	65	30	66	40	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
20:00	2092	DAMMAM	650	200	2,30	68	56	950	15	65	30	66	40	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
21:00	2122	DAMMAM	650	200	2,31	68	56	950	15	65	30	66	40	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
22:00	2152	DAMMAM	650	200	2,31	68	56	950	15	65	30	66	40	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
23:00	2182	DAMMAM	700	200	2,14	68	57	1000	20	70	40	66	40	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
0:00	2222	DAMMAM	750	200	2,00	68	57	1100	20	75	40	66	40	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.



PARÁMETROS DE PERFORACIÓN POZO SB-499													
Fecha:	18-03-15	Operadora:	ADCO	Contratista:	NDC	Ciudad:	ABU DHABI	Company Man:	-	MOISS			
Campo:	ASAB	Pozo:	SB-499	Taladro:	ND-08	País:	U.A.E	Tool Pusher:	-	MOISS			
Hoyo (pulg):	12.25	DP (pulg):	5	PV:	9	YP:	23	Viscosidad (segundos)	-	MOISS			
Tiempo (horas)	Profundidad (pies)	Formación	Caudal (gpm)	Volumen de Aire (scfm)	AM Radio (pulgadas)	ECD (pcf)	ECD-AIRE (pcf)	Presión (psi)	WOB (kibs)	RPM	ROP (pies/hr)	Densidad (pcf)	COMENTARIOS
1:00	2262	DAMMAM	750	200	2.00	68	57	1100	20	75	40	66	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
2:00	2302	DAMMAM	750	200	2.00	68	58	1100	20	75	40	66	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
3:00	2342	DAMMAM	750	200	2.00	68	58	1150	20	75	40	66	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
4:00	2382	DAMMAM	850	200	1.77	68	59	1400	35	85	40	66	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
5:00	2422	DAMMAM	850	200	1.76	68	59	1400	35	85	50	66	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
6:00	2472	DAMMAM	850	200	1.76	68	59	1400	35	85	50	66	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
7:00	2522	DAMMAM	850	200	1.76	68	59	1500	35	85	50	66	Sin pérdidas dinámicas.
8:00	2572	DAMMAM	850	200	1.76	68	59	1550	35	85	50	66	Sin pérdidas dinámicas.
9:00	2622	DAMMAM	850	200	1.76	68	59	1600	35	85	50	66	Sin pérdidas dinámicas.
10:00	2672	DAMMAM	850	200	1.76	68	59	1600	35	85	50	66	Sin pérdidas dinámicas.
11:00	2722	DAMMAM	850	200	1.76	68	59	1600	35	85	50	66	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
12:00	2772	DAMMAM	850	200	1.77	68	59	1600	35	85	50	66	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
13:00	2822	DAMMAM	850	200	1.77	68	59	1600	35	85	50	66	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
14:00	2872	RUS	850	200	1.76	68	60	1650	35	85	50	66	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
15:00	2922	RUS	850	200	1.76	68	60	1650	35	85	50	66	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
16:00	2972	RUS	850	200	1.76	68	60	1650	35	85	50	66	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
17:00	3022	RUS	850	200	1.77	68	60	1650	35	85	50	66	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
18:00	3072	RUS	850	200	1.76	68	60	1650	35	85	50	66	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
19:00	3122	RUS	850	200	1.76	68	60	1700	35	85	50	66	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
20:00	3172	RUS	850	200	1.77	68	60	1700	35	85	50	66	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
21:00	3222	RUS	850	200	1.76	68	60	1700	35	85	50	66	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
22:00	3272	RUS	850	200	1.77	68	60	1700	35	85	50	66	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
23:00	3322	RUS	650	200	2.31	68	58	1400	0	65	0	66	Circula previo a perforar UER.
0:00	3322	RUS	650	250	2.89	68	57	1400	0	65	0	66	

Fecha:		19-03-15		Operadora:		ADCO		Contratista:		NDC		Ciudad:		ABUDHABI		Company Man:	
Campo:		ASAB		Pozo:		SB-499		Taladro:		ND-08		Pais:		U.A.E		Tool Pusher:	
Hoyo (pulg):		12,25		DP (pulg):		5		PV:		9		YP:		23			
Tiempo (horas)	Profundidad (pies)	Formación	Caudal (gpm)	Volumen de Aire (scfm)	AM Radio (pulgadas)	ECD (pcf)	ECD-AIRE (pcf)	Presión (psi)	WOB (kibs)	RPM	ROP (pies/hr)	Densidad (pcf)	Viscosidad (segundos)	COMENTARIOS			
1:00	3322	RUS	650	250	2,89	70	58	1400	15	65	40	68	42	Pérdidas dinámicas de 30 BPH.			
2:00	3362	RUS	650	250	2,88	70	59	1400	15	65	40	68	42	Pérdidas dinámicas de 30 BPH.			
3:00	3402	UER	650	250	2,89	70	59	1400	15	65	40	68	42	Sin pérdidas dinámicas.			
4:00	3442	UER	650	250	2,88	70	59	1400	15	65	40	68	42	Sin pérdidas dinámicas.			
5:00	3482	UER	650	250	2,88	70	59	1500	20	65	40	68	49	Sin pérdidas dinámicas.			
6:00	3522	UER	650	250	2,88	70	59	1600	20	65	40	68	49	Sin pérdidas dinámicas.			
7:00	3562	UER	650	250	2,88	70	59	1800	25	65	40	68	49	Sin pérdidas dinámicas.			
8:00	3602	UER	650	250	2,89	70	59	1800	25	65	40	68	49	Sin pérdidas dinámicas.			
9:00	3642	UER	650	250	2,88	70	59	1900	25	65	40	68	49	Sin pérdidas dinámicas.			
10:00	3682	UER	700	250	2,68	70	60	2000	35	70	40	68	49	Sin pérdidas dinámicas.			
11:00	3722	UER	750	300	3,00	70	59	2000	35	75	40	68	49	Pérdidas dinámicas de 30 BPH.			
12:00	3762	UER	750	300	3,00	70	59	2000	35	75	40	68	49	Sin pérdidas dinámicas.			
13:00	3802	UER	750	300	2,99	70	59	2000	35	75	40	68	48	Pérdidas dinámicas de 30 BPH.			
14:00	3842	UER	850	300	2,64	70	60	2100	35	85	55	68	48	Sin pérdidas dinámicas.			
15:00	3897	UER	850	300	2,65	70	60	2100	35	85	55	68	48	Sin pérdidas dinámicas.			
16:00	3952	UER	850	300	2,64	70	60	2100	35	85	55	68	48	Sin pérdidas dinámicas.			
17:00	4007	UER	850	300	2,64	70	60	2100	35	85	55	68	48	Pérdidas dinámicas de 30 BPH.			
18:00	4062	UER	850	300	2,65	70	60	2100	35	85	55	68	48	Pérdidas dinámicas de 30 BPH.			
19:00	4117	UER	850	300	2,64	70	60	2100	35	85	55	68	48	Sin pérdidas dinámicas.			
20:00	4172	UER	850	300	2,64	70	60	2200	35	85	55	68	48	Sin pérdidas dinámicas.			
21:00	4227	UER	850	300	2,64	70	61	2200	35	85	55	68	48	Sin pérdidas dinámicas.			
22:00	4282	UER	850	300	2,64	70	61	2200	35	85	55	68	48	Sin pérdidas dinámicas.			
23:00	4337	UER	850	300	2,65	70	61	2200	35	85	55	68	48	Sin pérdidas dinámicas.			
0:00	4392	UER	850	300	2,64	70	61	2200	35	85	55	68	48	Sin pérdidas dinámicas.			

PARÁMETROS DE PERFORACIÓN POZO SB-499														
														
Fecha:	20-03-15		Operadora:	ADCO		Contratista:	NDC		Ciudad:	ABUDHABI		Company Man:	-	
Campo:	ASAB		Pozo:	SB-499		Taladro:	ND-08		Pais:	U.A.E		Tool Pusher:	-	
Hoyo (pulg):	12.25		DP (pulg):	5		PV:	9		YP:	23				
Tiempo (horas)	Profundidad (pies)	Formación	Caudal (gpm)	Volumen de Aire (scfm)	A/M Radio (pulgadas)	ECD (pcf)	ECD-AIRE (pcf)	Presión (psi)	WOB (klbs)	RPM	ROP (pies/hr)	Densidad (pcf)	Viscosidad (segundos)	COMENTARIOS
1:00	4447	UER	850	300	2,65	70	61	2200	35	85	55	68	48	Sin pérdidas dinámicas.
2:00	4502	UER	850	300	2,64	70	61	2200	35	85	55	68	48	Sin pérdidas dinámicas.
3:00	4557	UER	850	300	2,65	70	61	2200	35	85	55	68	48	Sin pérdidas dinámicas.
4:00	4612	UER	850	300	2,64	70	61	2200	35	85	55	68	48	Sin pérdidas dinámicas.
5:00	4667	UER	850	300	2,64	70	61	2200	35	85	55	68	48	Sin pérdidas dinámicas.
6:00	4722	UER	850	300	2,64	70	61	2200	35	85	55	68	48	Sin pérdidas dinámicas.
7:00	4777	UER	850	300	2,64	70	61	2200	35	85	55	68	48	Sin pérdidas dinámicas.
8:00	4832	UER	850	300	2,64	70	61	2200	35	85	55	68	48	Sin pérdidas dinámicas.
9:00	4887	UER	850	300	2,65	70	61	2200	35	85	55	68	48	Sin pérdidas dinámicas.
10:00	4942	UER	850	300	2,64	70	61	2200	35	85	55	68	48	Pérdidas dinámicas de 30 BPH.
11:00	4997	UER	850	300	2,64	70	61	2200	35	85	55	68	48	Pérdidas dinámicas de 30 BPH.
12:00	5052	UER	850	300	2,64	70	61	2200	35	85	55	68	48	Pérdidas dinámicas de 30 BPH.
13:00	5107	UER	850	300	2,64	70	61	2200	35	85	55	68	48	Pérdidas dinámicas de 30 BPH.
14:00	5162	UER	850	300	2,65	70	61	2200	35	85	55	68	48	Pérdidas dinámicas de 30 BPH.
15:00	5217	UER	850	300	2,64	68	60	2200	0	85	0	66	48	Circula previo a perforar Simsima.
16:00	5272	UER	850	300	2,65	68	60	2200	0	85	0	66	48	Pérdidas dinámicas de 30 BPH.
17:00	5327	UER	650	500	5,76	68	52	1600	15	65	40	66	48	Pérdidas dinámicas de 30 BPH.
18:00	5382	SIMSIMA	650	500	5,76	68	52	1600	15	65	40	66	48	Pérdidas dinámicas de 30 BPH.
19:00	5437	SIMSIMA							0		0			Cambia inserto en cabeza rotaria - licoeo, pérdidas de 30 BPH.
20:00	5492	SIMSIMA							0		0			
21:00	5547	SIMSIMA	650	550	6,33	68	51	1600	15	65	40	66	45	Sin pérdidas dinámicas.
22:00	5602	SIMSIMA	650	550	6,34	68	51	1600	15	65	40	66	45	Sin pérdidas dinámicas.
23:00	5657	SIMSIMA	650	550	6,33	68	51	1600	15	65	40	66	45	Pérdidas dinámicas de 30 BPH.
0:00	5712	SIMSIMA	650	550	6,33	68	51	1600	15	65	40	66	45	Pérdidas dinámicas de 30 BPH.




PARÁMETROS DE PERFORACIÓN POZO SB-499														
MOISS														
Fecha:	21-03-15	Operadora:	ADCO	Contratista:	NDC	Ciudad:	ABUDHABI	Company Man:	-	País:	U.A.E	Tool Push her:	-	
Campo:	ASAB	Pozo:	SB-499	Taladro:	ND-08	País:	U.A.E	Y.P.:	23	Y.P.:	23			
Hoyo (pulg):	12.25	DP (pulg):		ECD (pcf)		WOB (kibs)		RPM		ROP (pies/hr)	Densidad (pcf)	Viscosidad (segundos)	COMENTARIOS	
Tiempo (horas)	Profundidad (pies)	Formación	Caudal (gpm)	Volumen de Aire (scfm)	AM Radio (pulgadas)	ECD (pcf)	ECD-AIRE (pcf)	Presión (psi)	WOB (kibs)	RPM	ROP (pies/hr)	Densidad (pcf)	Viscosidad (segundos)	COMENTARIOS
1:00	5457	SIMSIMA	650	550	6.34	68	51	1600	15	65	40	66	45	Pérdidas dinámicas de 30 BPH.
2:00	5497	SIMSIMA	650	550	6.33	68	51	1600	15	65	40	66	45	Sin pérdidas dinámicas.
3:00	5537	SIMSIMA	650	550	6.34	68	52	1700	15	65	40	66	45	Sin pérdidas dinámicas.
4:00	5577	SIMSIMA	650	550	6.34	68	52	1700	15	65	40	66	45	Sin pérdidas dinámicas.
5:00	5617	SIMSIMA	700	550	5.88	68	53	1750	15	70	40	66	45	Pérdidas dinámicas de 40 BPH.
6:00	5657	SIMSIMA	750	550	5.49	68	54	1800	20	75	40	66	45	Pérdidas dinámicas de 40 BPH.
7:00	5697	SIMSIMA	750	550	5.49	68	54	1800	20	75	40	66	45	Pérdidas dinámicas de 40 BPH.
8:00	5737	SIMSIMA	750	550	5.49	68	54	1800	20	75	40	66	45	Pérdidas dinámicas de 40 BPH.
9:00	5777	SIMSIMA	750	550	5.49	68	54	1800	20	75	40	66	45	Pérdidas dinámicas de 40 BPH.
10:00	5817	FIQA	750	550	5.49	68	54	1800	0	75	40	66	45	Pérdidas dinámicas de 40 BPH.
11:00	5857	FIQA	750	550	5.49	68	54	1800	0	75	0	66	45	Pérdidas dinámicas de 40 BPH.
12:00	5857	FIQA	750	550	5.49	68	54	1900	0	75	0	66	45	Pérdidas dinámicas de 40 BPH.
13:00	5857	FIQA	750	550	5.49	68	54	1900	0	75	55	66	45	Pérdidas dinámicas de 40 BPH.
14:00	5857	FIQA	750	550	5.49	68	54	1900	0	75	55	66	45	Pérdidas dinámicas de 40 BPH.
15:00	5912	FIQA	850	550	4.85	74	61	2200	20	85	55	72	45	Pérdidas dinámicas de 40 BPH.
16:00	5967	FIQA	850	550	4.84	74	61	2200	35	85	55	72	45	Pérdidas dinámicas de 40 BPH.
17:00	6022	FIQA	850	550	4.84	74	61	2300	35	85	55	72	45	Pérdidas dinámicas de 40 BPH.
18:00	6077	FIQA	850	300	2.65	74	66	2300	35	85	55	72	45	Pérdidas dinámicas de 40 BPH.
19:00	6132	FIQA	850	300	2.64	74	66	2300	35	85	55	72	45	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
20:00	6187	FIQA	850	300	2.65	74	66	2300	35	85	55	72	45	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
21:00	6242	ALUL/LAFFA	850	300	2.65	74	66	2300	35	85	55	72	45	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
22:00	6297	LAFAN	850	300	2.64	74	66	2300	35	85	55	72	45	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
23:00	6352	TUWAYIL	850	300	2.64	74	66	2400	35	85	55	72	45	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
0:00	6407	SHILAF	850	300	2.65	74	66	2400	35	85	55	72	45	Pérdidas dinámicas de 30 BPH.

PARÁMETROS DE PERFORACIÓN POZO SB-499													
 													
Fecha:	22-03-15		Operadora:	ADCO		NDC		ABUDHABI		Company Man:	-		
Campo:	ASAB		Pozo:	SB-499		Taladro:	ND-08		U.A.E		Tool Pusher:	-	
Hoyo (pulg):	12,25		DP (pulg):	5		PV:	9		23				
Tiempo (horas)	Profundidad (pies)	Formación	Caudal (gpm)	Volumen de Aire (scfm)	A/M Radio (pulgadas)	ECD (pcf)	Presión (psi)	WOB (kibs)	RPM	ROP (pies/hr)	Densidad (pcf)	Viscosidad (segundos)	COMENTARIOS
1:00	6462	SHILAIIF	850	400	3,53	74	2400	35	85	55	72	45	Pérdidas dinámicas de 30 BPH.
2:00	6517	SHILAIIF	850	450	3,97	74	2400	35	85	55	72	45	Pérdidas dinámicas de 30 BPH.
3:00	6572	SHILAIIF	850	450	3,97	74	2400	35	85	55	72	45	Pérdidas dinámicas de 30 BPH.
4:00	6627	SHILAIIF	850	500	4,40	74	2400	35	85	55	72	45	Pérdidas dinámicas de 30 BPH.
5:00	6682	SHILAIIF	850	500	4,40	74	2400	35	85	55	72	45	Pérdidas dinámicas de 30 BPH.
6:00	6737	SHILAIIF	850	500	4,40	74	2400	35	85	55	72	45	Pérdidas dinámicas de 30 BPH.
7:00	6792	SHILAIIF	850	500	4,40	74	2500	35	85	55	72	45	Pérdidas dinámicas de 30 BPH.
8:00	6847	SHILAIIF	850	450	3,96	74	2500	35	85	56	72	45	Pérdidas dinámicas de 30 BPH.
9:00	6903	SHILAIIF	850	450	3,96	74	2500	35	85	0	72	45	Pérdidas dinámicas de 30 BPH.

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

Anexo 2. 4 Reporte de parámetros de perforación pozo SB-648

PARÁMETROS DE PERFORACIÓN POZO SB-648														
														
Fecha:	20-04-15		Operadora:	ADCO		Contratista:	NDC		Ciudad:	ABUDHABI		Company Man:	-	
Campo:	ASAB		Pozo:	SB-648		Taladro:	ND-08		País:	U.A.E		Tool Pusher:	-	
Hoyo (puig):	12,25		DP (puig):			PV:	9		YP:	23				
Tiempo (horas)	Profundidad (pies)	Formación	Caudal (gpm)	Volumen de Aire (scfm)	AM Radio (pulgadas)	ECD (pcf)	ECD-AIRE (pcf)	Presión (psi)	WOB (kibs)	RPM	ROP (pies/hr)	DENSIDAD (pcf)	Viscosidad (segundos)	COMENTARIOS
11:00	1720	DAMMAM	650	200	2,31	68	54	900	15	65	40	66	40	Pérdidas dinámicas de 15 BPH.
12:00	1760	DAMMAM	650	200	2,31	68	54	900	15	65	40	66	40	Pérdidas dinámicas de 15 BPH.
13:00	1800	DAMMAM	650	200	2,30	68	55	900	15	65	40	66	40	Pérdidas dinámicas de 15 BPH.
14:00	1840	DAMMAM	650	200	2,31	68	55	900	15	65	40	66	40	Pérdidas dinámicas de 15 BPH.
15:00	1880	DAMMAM	650	200	2,31	68	55	900	15	65	40	66	40	Pérdidas dinámicas de 15 BPH.
16:00	1920	DAMMAM	650	200	2,31	68	55	900	15	65	40	66	40	Pérdidas dinámicas de 15 BPH.
17:00	1960	DAMMAM	650	200	2,31	68	55	950	15	65	40	66	40	Pérdidas dinámicas de 15 BPH.
18:00	2000	DAMMAM	650	200	2,31	68	55	950	15	65	40	66	40	Pérdidas dinámicas de 15 BPH.
19:00	2040	DAMMAM	650	200	2,31	68	55	950	15	65	40	66	40	Pérdidas dinámicas de 15 BPH.
20:00	2080	DAMMAM	700	200	2,15	68	56	1000	15	70	50	66	40	Pérdidas dinámicas de 15 BPH.
21:00	2130	DAMMAM	750	200	2,00	68	57	1050	15	75	50	66	40	Pérdidas dinámicas de 15 BPH.
22:00	2180	DAMMAM	750	200	2,00	68	57	1050	15	75	50	66	40	Pérdidas dinámicas de 15 BPH.
23:00	2230	DAMMAM	750	200	2,00	68	57	1050	15	75	50	66	40	Pérdidas dinámicas de 15 BPH.
0:00	2280	DAMMAM	850	200	1,76	68	58	1100	25	85	55	66	40	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.


PARÁMETROS DE PERFORACIÓN POZO SB-648															
MOISS															
Fecha:	21-04-15		Operadora:	ADCO		Contratista:	NDC		Ciudad:	ABUDHABI		Company Man:	-		
Campo:	ASAB		Pozo:	SB-648		Taladro:	ND-08		País:	U.A.E		Tool Pusher:	-		
Hoyo (pulg):	12,25	DP (pulg):	5		PV:	9		YP:	23						
Profundidad (pies)	Formación	Volumen de Aire (scfm)	A/M Radio (pulgadas)	ECD (pcf)	ECD-AIRE (pcf)	Presión (psi)	WOB (klbs)	RPM	ROP (pies/hr)	DENSIDAD (pcf)	Viscosidad (segundos)	COMENTARIOS			
1:00	2335	DAMMAM	200	1,76	68	59	1100	25	85	55	66	40	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.		
2:00	2390	DAMMAM	200	1,77	68	59	1100	25	85	55	66	40	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.		
3:00	2445	DAMMAM	200	1,77	68	59	1100	25	85	55	66	40	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.		
4:00	2500	DAMMAM	200	1,76	68	59	1100	25	85	55	66	40	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.		
5:00	2555	DAMMAM	200	1,76	68	59	1100	25	85	55	66	40	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.		
6:00	2610	DAMMAM	200	1,76	68	59	1100	25	85	55	66	40	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.		
7:00	2665	DAMMAM	200	1,76	68	59	1100	25	85	55	66	41	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.		
8:00	2720	DAMMAM	200	1,76	68	59	1100	25	85	55	66	41	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.		
9:00	2775	DAMMAM	200	1,77	68	59	1200	25	85	55	66	41	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.		
10:00	2830	DAMMAM	200	1,76	68	59	1200	25	85	55	66	41	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.		
11:00	2885	RUS	200	1,77	68	60	1200	25	85	55	66	41	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.		
12:00	2940	RUS	200	1,76	68	60	1200	25	85	55	66	41	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.		
13:00	2995	RUS	200	1,76	68	60	1250	30	85	55	66	41	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.		
14:00	3050	RUS	200	1,76	68	60	1250	30	85	55	66	41	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.		
15:00	3105	RUS	200	1,77	68	60	1350	30	85	55	66	41	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.		
16:00	3160	RUS	200	1,77	68	60	1350	30	85	55	66	41	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.		
17:00	3215	RUS	200	1,76	68	60	1350	30	85	55	66	41	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.		
18:00	3270	RUS	200	1,77	68	60	1400	30	85	55	66	41	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.		
19:00	3325	RUS	200	1,76	70	62	1400	0	85	0	68	44	Circula previo a perforar UER.		
20:00	3325	RUS	200	1,76	70	62	1400	0	85	0	68	44	Circula previo a perforar UER.		
21:00	3325	RUS	350	4,03	70	55	1100	30	65	40	68	44	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.		
22:00	3365	UER	350	4,03	70	55	1200	30	65	40	68	44	Pérdidas dinámicas de 35 BPH.		
23:00	3405	UER	350	4,03	70	55	1200	15	65	40	68	44	Pérdidas dinámicas de 35 BPH.		
0:00	3445	UER	350	4,04	70	55	1200	15	65	40	68	44	Pérdidas dinámicas de 35 BPH.		

PARÁMETROS DE PERFORACIÓN POZO SB-648														
Operadora: ADCO					Contratista: NDC									
Fecha: 22-04-15		Pozo: SB-648			Ciudad: ABUDHABI		Company Man: -							
Campo: ASAB		DP (pulg): 5			País: U.A.E		Tool Pusher: -							
Hoyo (pulg): 12.25		Volumen de Aire (scfm)			YP: 23									
Profundidad (pies)		Caudal (gpm)		ECD (pcf)		ROP (pies/hr)		DENSIDAD (pcf)						
Tiempo (horas)		Formación		A/M Radio (pulgadas)		Presión (psi)		WOB (klbs)						
				ECD-AIRE (pcf)		RPM		Viscosidad (segundos)						
				ECD		WOB		COMENTARIOS						
1:00	3485	UER	650	350	4.04	70	55	1200	20	65	40	68	44	Pérdidas dinámicas de 35 BPH.
2:00	3525	UER	650	350	4.03	70	55	1200	25	65	40	68	44	Pérdidas dinámicas de 35 BPH.
3:00	3565	UER	650	350	4.04	70	55	1200	25	65	40	68	44	Pérdidas dinámicas de 35 BPH.
4:00	3605	UER	650	350	4.03	70	56	1300	25	65	40	68	44	Pérdidas dinámicas de 35 BPH.
5:00	3645	UER	650	350	4.03	70	56	1300	25	65	40	68	44	Pérdidas dinámicas de 35 BPH.
6:00	3685	UER	650	350	4.04	70	56	1300	30	65	40	68	44	Pérdidas dinámicas de 35 BPH.
7:00	3725	UER	650	350	4.03	70	56	1300	30	65	40	68	44	Pérdidas dinámicas de 35 BPH.
8:00	3765	UER	650	400	4.61	70	54	1300	30	65	40	68	44	Sin pérdidas dinámicas.
9:00	3805	UER	700	400	4.28	70	55	1350	30	70	55	68	44	Sin pérdidas dinámicas.
10:00	3860	UER	750	400	4.00	70	56	1400	30	75	55	68	44	Sin pérdidas dinámicas.
11:00	3915	UER	800	400	3.74	70	57	1400	30	80	55	68	44	Sin pérdidas dinámicas.
12:00	3970	UER	850	400	3.53	70	58	1450	30	85	55	68	44	Sin pérdidas dinámicas.
13:00	4025	UER	850	400	3.53	70	58	1500	30	85	55	68	44	Sin pérdidas dinámicas.
14:00	4080	UER	850	400	3.53	70	58	1500	30	85	55	68	44	Sin pérdidas dinámicas.
15:00	4135	UER	850	400	3.53	70	58	1550	30	85	55	68	44	Sin pérdidas dinámicas.
16:00	4190	UER	850	400	3.53	70	58	1550	30	85	55	68	44	Sin pérdidas dinámicas.
17:00	4245	UER	850	400	3.52	70	58	1550	30	85	55	68	44	Sin pérdidas dinámicas.
18:00	4300	UER	850	400	3.52	70	58	1550	30	85	55	68	44	Sin pérdidas dinámicas.
19:00	4355	UER	850	400	3.52	70	58	1600	30	85	55	68	44	Sin pérdidas dinámicas.
20:00	4410	UER	850	400	3.52	70	58	1700	30	85	55	68	44	Sin pérdidas dinámicas.
21:00	4465	UER	850	400	3.52	70	58	1750	30	85	55	68	44	Sin pérdidas dinámicas.
22:00	4520	UER	850	400	3.52	70	59	1800	30	85	55	68	44	Sin pérdidas dinámicas.
23:00	4575	UER	850	400	3.52	70	59	1800	30	85	55	68	44	Sin pérdidas dinámicas.
0:00	4630	UER	850	400	3.52	70	59	1900	30	85	55	68	44	Sin pérdidas dinámicas.



PARÁMETROS DE PERFORACIÓN POZO SB-648														
Fecha:	23-04-15	Operadora:	ADCO	Contratista:	NDC	Ciudad:	ABUDHABI	Company Man:	-					
Campo:	ASAB	Pozo:	SB-648	Taladro:	ND-08	País:	U.A.E	Tool Pusher:	-					
Hoyo (pulg):	12.25	DP (pulg):	5	PV:	9	YP:	23							
Tiempo (horas)	Profundidad (pies)	Formación	Caudal (gpm)	Volumen de Aire (scfm)	AIM Radio (pulgadas)	EGD (pcf)	ECD-AIRE (pcf)	Presión (psi)	WOB (klbs)	RPM	ROP (pies/hr)	DENSIDAD (pcf)	Viscosidad (segundos)	COMENTARIOS
1:00	4685	UER	850	400	3.52	70	59	2000	30	85	55	68	44	Sin pérdidas dinámicas.
2:00	4740	UER	850	400	3.53	70	59	2000	30	85	55	68	44	Sin pérdidas dinámicas.
3:00	4795	UER	850	400	3.52	70	59	2000	30	85	60	68	44	Sin pérdidas dinámicas.
4:00	4855	UER	850	400	3.52	70	59	2000	30	85	60	68	44	Sin pérdidas dinámicas.
5:00	4915	UER	850	400	3.52	70	59	2000	30	85	60	68	44	Sin pérdidas dinámicas.
6:00	4975	UER	850	400	3.52	68	57	2000	30	85	60	66	43	Sin pérdidas dinámicas.
7:00	5035	UER	850	400	3.52	68	57	2000	30	85	60	66	43	Sin pérdidas dinámicas.
8:00	5095	UER	850	400	3.53	68	57	2000	30	85	60	66	43	Sin pérdidas dinámicas.
9:00	5155	UER	850	400	3.52	68	57	2000	0	85	0	66	43	Circula previo a perforar Simsima.
10:00	5155	UER	850	400	3.52	68	57	2000	0	85	0	66	43	
11:00	5155	UER	650	650	7.48	68	48	1400	15	65	40	66	43	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
12:00	5195	SIMSIMA	650	650	7.49	68	48	1400	15	65	40	66	43	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
13:00	5235	SIMSIMA	650	650	7.49	68	49	1400	15	65	40	66	43	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
14:00	5275	SIMSIMA	650	650	7.48	68	49	1400	15	65	40	66	43	Pérdidas dinámicas de 30 BPH.
15:00	5315	SIMSIMA	650	650	7.48	68	49	1450	15	65	40	66	43	Pérdidas dinámicas de 30 BPH.
16:00	5355	SIMSIMA	650	650	7.49	68	49	1450	15	65	40	66	43	Pérdidas dinámicas de 30 BPH.
17:00	5395	SIMSIMA	650	650	7.49	68	49	1450	15	65	40	66	43	Pérdidas dinámicas de 30 BPH.
18:00	5435	SIMSIMA	650	650	7.49	68	49	1450	15	65	40	66	43	Pérdidas dinámicas de 30 BPH.
19:00	5475	SIMSIMA	650	650	7.48	68	49	1550	15	65	40	66	43	Pérdidas dinámicas de 30 BPH.
20:00	5515	SIMSIMA	650	650	7.48	68	49	1600	15	65	40	66	44	Pérdidas dinámicas de 30 BPH.
21:00	5555	SIMSIMA	700	650	6.95	68	50	1600	15	70	40	66	44	Pérdidas dinámicas de 30 BPH.
22:00	5595	SIMSIMA	750	650	6.49	68	51	1600	15	75	40	66	44	Pérdidas dinámicas de 30 BPH.
23:00	5635	SIMSIMA	750	650	6.48	68	51	1600	15	75	40	66	44	Pérdidas dinámicas de 30 BPH.



PARÁMETROS DE PERFORACIÓN POZO SB-648														
														
Fecha:	24-04-15		Operadora:	ADCO		Contratista:	NDC		Ciudad:	ABUDHABI		Company Man:	-	
Campo:	ASAB		Pozo:	SB-648		Taladro:	ND-08		Pais:	U.A.E		Tool Pusher:	-	
Hoyo (pulg):	12.25		DP (pulg):	5		PV:	9		YP:	23				
Tiempo (horas)	Profundidad (pies)	Formación	Caudal (gpm)	Volumen de Aire (scfm)	AM Radio (pulgadas)	ECD (pcf)	Presión (psi)	WOB (klbs)	RPM	ROP (pies/hr)	DENSIDAD (pcf)	Viscosidad (segundos)	COMENTARIOS	
0:00	5675	FIQA	750	650	6,49	68	1650	0	75	0	66	44	Circula en el fondo de Simsima y realiza viaje de calibración hasta el fondo de UER.	
1:00	5675	FIQA	750	650	6,49	68	1700	0	75	0	66	44		
2:00	5675	FIQA	750	650	6,49	68	1800	0	75	0	66	44		
3:00	5675	FIQA	750	650	6,49	68	1900	20	75	55	66	44	Pérdidas dinámicas de 35 BPH.	
4:00	5730	FIQA	850	400	3,52	74	2300	20	85	55	72	44	Pérdidas dinámicas de 35 BPH.	
5:00	5785	FIQA	850	400	3,52	74	2300	30	85	55	72	44	Pérdidas dinámicas de 35 BPH.	
6:00	5840	FIQA	850	400	3,52	74	2300	30	85	55	72	44	Pérdidas dinámicas de 35 BPH.	
7:00	5895	HALUL	850	400	3,52	74	2300	30	85	55	72	38	Pérdidas dinámicas de 35 BPH.	
8:00	5950	LAFFAN	850	400	3,52	74	2300	30	85	55	72	38	Pérdidas dinámicas de 35 BPH.	
9:00	6005	TUWAYIL	850	650	5,73	74	2300	30	85	55	72	38	Pérdidas dinámicas de 15 BPH.	
10:00	6060	SHILAIIF	850	650	5,72	74	2300	30	85	55	72	38	Pérdidas dinámicas de 15 BPH.	
11:00	6115	SHILAIIF	850	650	5,73	74	2300	30	85	55	72	38	Pérdidas dinámicas de 15 BPH.	
12:00	6170	SHILAIIF	850	650	5,72	74	2300	30	85	55	72	44	Pérdidas dinámicas de 15 BPH.	
13:00	6225	SHILAIIF	850	550	4,84	74	2300	30	85	55	72	44	Pérdidas dinámicas de 25 BPH.	
14:00	6280	SHILAIIF	850	550	4,84	74	2300	30	85	60	72	44	Pérdidas dinámicas de 25 BPH.	
15:00	6340	SHILAIIF	850	550	4,85	74	2300	30	85	60	72	44	Pérdidas dinámicas de 25 BPH.	
16:00	6400	SHILAIIF	850	550	4,84	74	2300	30	85	60	72	44	Pérdidas dinámicas de 25 BPH.	
17:00	6460	SHILAIIF	850	550	4,85	74	2300	30	85	60	72	44	Pérdidas dinámicas de 25 BPH.	
18:00	6520	SHILAIIF	850	550	4,85	74	2300	30	85	60	72	44	Pérdidas dinámicas de 25 BPH.	
19:00	6580	SHILAIIF	850	550	4,85	74	2300	30	85	80	72	44	Pérdidas dinámicas de 25 BPH.	
20:00	6660	SHILAIIF	850	550	4,84	74	2300	30	85	0	72	44	Pérdidas dinámicas de 25 BPH.	

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

Anexo 3. 1 Reporte de parámetros de perforación pozo SB-653



PARÁMETROS DE PERFORACIÓN POZO SB-653													
Fecha:	07-09-15	Operadora:	ADCO	Contratista:	NDC	Ciudad:	ABU DHABI	Company Man:	-	MOISS		MOISS	
Campo:	ASAB	Pozo:	SB-653	Taladro:	ND-08	País:	U.A.E	Tool Pusher:	-				
Hoyo (pulg):	12.25	DP (pulg):	5	P.V.:	8	YP:	24						
Tiempo (horas)	Profundidad (pies)	Formación	Caudal (gpm)	Volumen de Aire (scfm)	ECD (pcf)	ECD-AIRE (pcf)	Presión (psi)	WOB (kibs)	RPM	ROP (pies/hr)	Densidad (pcf)	Viscosidad (segundos)	COMENTARIO
6:00	1785	DAMMAM	650	0	68	-	900	20	65	55	66	40	Perforación sin aire, sin pérdidas dinámicas.
7:00	1840	DAMMAM	650	0	68	-	900	20	65	55	66	40	Perforación sin aire, sin pérdidas dinámicas.
8:00	1895	DAMMAM	650	0	68	-	900	20	65	55	66	40	Perforación sin aire, sin pérdidas dinámicas.
9:00	1950	DAMMAM	650	0	68	-	900	20	65	55	66	40	Perforación sin aire, sin pérdidas dinámicas.
10:00	2005	DAMMAM	650	0	68	-	900	20	65	55	66	40	Perforación sin aire, sin pérdidas dinámicas.
11:00	2060	DAMMAM	650	0	68	-	1000	20	65	55	66	40	Perforación sin aire, sin pérdidas dinámicas.
12:00	2115	DAMMAM	650	0	68	-	1100	20	65	55	66	40	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 15 BPH.
13:00	2170	DAMMAM	700	0	68	-	1200	20	70	55	66	40	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 15 BPH.
14:00	2225	DAMMAM	750	0	68	-	1300	20	75	55	66	40	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 15 BPH.
15:00	2280	DAMMAM	800	0	68	-	1400	25	80	55	66	40	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 15 BPH.
16:00	2335	DAMMAM	850	0	68	-	1450	25	85	55	66	40	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 15 BPH.
17:00	2390	DAMMAM	850	0	68	-	1450	25	85	55	66	40	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 15 BPH.
18:00	2445	DAMMAM	850	0	68	-	1450	25	85	55	66	40	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 20 BPH.
19:00	2500	DAMMAM	850	0	68	-	1450	25	85	55	66	40	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 20 BPH.
20:00	2555	DAMMAM	850	0	68	-	1450	35	85	55	66	40	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 20 BPH.
21:00	2610	DAMMAM	850	0	68	-	1500	35	85	55	66	40	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 20 BPH.
22:00	2665	DAMMAM	850	0	68	-	1500	35	85	55	66	40	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 20 BPH.
23:00	2720	DAMMAM	850	0	68	-	1500	35	85	55	66	40	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 20 BPH.
0:00	2775	DAMMAM	850	0	68	-	1500	35	85	55	66	40	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 20 BPH.

Fecha:		08-09-15		ADCO		Contratista:		NDC		Ciudad:		ABUDHABI		Company Man:															
Campo:		ASAB		SB-653		Taladro:		ND-08		País:		U.A.E		Tool Pusher:															
Hoyo (pulg):		12.25		5		PV:		8		YP:		24																	
Tiempo (horas)		Profundidad (pies)		Formación		Caudal (gpm)		Volumen de Aire (scfm)		A/M Radio (pulgadas)		ECD (pcf)		ECD-AIRE (pcf)		Presión (psi)		WOB (klbs)		RPM		ROP (pies/hr)		Densidad (pcf)		Viscosidad (segundos)		COMENTARIO	
1:00	2830	DAMMAM	850	0	-	68	-	1600	35	85	55	66	40	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 25 BPH.															
2:00	2885	RUS	850	0	-	68	-	1600	35	85	55	66	40	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 25 BPH.															
3:00	2940	RUS	850	0	-	68	-	1650	35	85	60	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 25 BPH.															
4:00	3000	RUS	850	0	-	68	-	1650	35	85	60	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 25 BPH.															
5:00	3060	RUS	850	0	-	68	-	1700	35	85	60	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 25 BPH.															
6:00	3120	RUS	850	0	-	68	-	1700	35	85	60	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 25 BPH.															
7:00	3180	RUS	850	0	-	68	-	1700	35	85	60	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 25 BPH.															
8:00	3240	RUS	850	0	-	68	-	1700	35	85	60	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 25 BPH.															
9:00	3300	RUS	850	0	-	68	-	1700	35	85	60	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 25 BPH.															
10:00	3360	RUS	850	0	-	68	-	1700	0	85	0	66	41	Circula previo a perforar UER. Carga sistema con aire.															
11:00	3360	RUS	850	0	-	68	-	1700	0	85	0	66	41																
12:00	3360	RUS	850	300	2.64	69	58	1700	0	85	0	67	44																
13:00	3360	RUS	650	300	3.46	69	56	1100	15	65	45	67	44	INICIA PERFORACIÓN AIREADA															
14:00	3405	UER	650	300	3.45	69	56	1100	15	65	45	67	44	Sin pérdidas dinámicas															
15:00	3450	UER	650	300	3.45	69	56	1100	15	65	45	67	43	Sin pérdidas dinámicas															
16:00	3495	UER	650	300	3.46	69	56	1300	20	65	45	67	42	Sin pérdidas dinámicas															
17:00	3540	UER	650	300	3.46	69	56	1400	20	65	45	67	41	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.															
18:00	3585	UER	650	300	3.45	69	56	1400	20	65	45	67	49	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.															
19:00	3630	UER	650	300	3.45	69	56	1500	30	65	55	67	48	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.															
20:00	3685	UER	650	300	3.45	69	56	1500	30	65	55	67	50	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.															
21:00	3740	UER	700	300	3.21	69	57	1500	30	70	55	67	50	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.															
22:00	3795	UER	750	300	3.00	69	58	1600	30	75	55	67	49	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.															
23:00	3850	UER	800	300	2.81	69	59	1700	30	80	55	67	49	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.															
0:00	3905	UER	850	300	2.64	69	59	1760	30	85	55	67	47	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.															

PARÁMETROS DE PERFORACIÓN POZO SB-653

PARÁMETROS DE PERFORACIÓN POZO SB-653													
Fecha:	09-09-15	Operadora:	ADCO	Contratista:	NDC	Ciudad:	ABUDHABI	Company Man:	-	MOISS			
Campo:	ASAB	Pozo:	SB-653	Taladro:	ND-08	País:	U.A.E	Tool Pusher:	-	MOISS			
Hoyo (pulg):	12.25	DP (pulg):	5	PV:	8	YP:	24						
Tiempo (horas)	Profundidad (pies)	Formación	Caudal (gpm)	Volumen de Aire (scfm)	A/M Radio (pulgadas)	ECD (pcf)	WOB (kibs)	Presión (psi)	RPM	ROP (pies/hr)	Densidad (pcf)	Viscosidad (segundos)	COMENTARIO
1:00	3960	UER	850	300	2,64	69	30	1800	85	55	67	49	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
2:00	4015	UER	850	300	2,64	69	30	1800	85	55	67	47	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
3:00	4070	UER	850	300	2,64	69	30	1800	85	55	67	47	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
4:00	4125	UER	850	300	2,64	69	30	1800	85	55	67	47	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
5:00	4180	UER	850	300	2,65	70	30	1900	85	55	68	47	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
6:00	4235	UER	850	300	2,65	70	30	1900	85	55	68	47	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
7:00	4290	UER	850	300	2,64	70	30	1950	85	55	68	47	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
8:00	4345	UER	850	300	2,64	70	30	1950	85	55	68	47	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
9:00	4400	UER	850	300	2,65	70	30	2000	85	55	68	47	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
10:00	4455	UER	850	300	2,64	72	30	2000	85	55	70	47	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
11:00	4510	UER	850	300	2,65	71	30	2000	85	55	69	47	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
12:00	4565	UER	850	300	2,65	71	30	2000	85	55	69	48	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
13:00	4620	UER	850	300	2,65	71	30	2000	85	55	69	48	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
14:00	4675	UER	850	300	2,65	71	30	2000	85	55	69	48	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
15:00	4730	UER	850	300	2,64	70	30	2000	85	60	68	48	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
16:00	4790	UER	850	300	2,64	69	30	2000	85	60	67	45	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
17:00	4850	UER	850	300	2,65	69	30	2000	85	60	67	47	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
18:00	4910	UER	850	300	2,65	69	30	2000	85	60	67	47	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
19:00	4970	UER	850	300	2,64	70	30	2000	85	60	68	47	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
20:00	5030	UER	850	300	2,64	69	30	2000	85	60	67	47	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
21:00	5090	UER	850	300	2,64	69	30	2100	85	0	67	47	Circula en el fondo de UER previo a perforar Simsima.
22:00	5090	UER	850	300	2,64	69	30	2100	85	0	67	47	
23:00	5090	UER	650	600	6,91	68	49	1500	65	45	66	47	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
0:00	5135	SIMSIMA	650	600	6,91	68	50	1500	65	45	66	47	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.

PARÁMETROS DE PERFORACIÓN POZO SB-653														
Fecha:	10-09-15	Operadora:	ADCO	Contratista:	ND-08	Ciudad:	ABUDHABI	Company Man:	-					
Campo:	ASAB	Pozo:	SB-653	Taladro:	ND-08	País:	U.A.E	Tool Pusher:	-					
Hoyo (pulg):	12.25	DP (pulg):	5	PV:	8	YP:	24							
Tiempo (horas)	Profundidad (pies)	Formación	Caudal (gpm)	Volumen de Aire (scfm)	A/M Radio (pulgadas)	ECD (pcf)	ECD-AIRE (pcf)	Presión (psi)	WOB (klbs)	RPM	ROP (pies/hr)	Densidad (pcf)	Viscosidad (segundos)	COMENTARIO
1:00	5180	SIMSIMA	650	600	6.91	68	50	1500	20	65	45	66	47	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
2:00	5225	SIMSIMA	650	600	6.91	68	50	1500	20	65	45	66	47	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
3:00	5270	SIMSIMA	650	600	6.91	68	50	1500	20	65	45	66	47	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
4:00	5315	SIMSIMA	650	600	6.91	68	50	1500	20	65	45	66	47	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
5:00	5360	SIMSIMA	650	600	6.90	68	50	1500	20	65	45	66	47	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
6:00	5405	SIMSIMA	650	600	6.91	68	50	1500	20	65	45	66	47	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
7:00	5450	SIMSIMA	650	600	6.91	68	50	1600	20	65	45	66	47	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
8:00	5495	SIMSIMA	700	600	6.41	68	51	1700	20	70	45	66	47	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
9:00	5540	SIMSIMA	750	600	5.99	68	52	1800	20	75	45	66	47	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
10:00	5585	SIMSIMA	750	600	5.99	68	52	1800	20	75	45	66	46	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
11:00	5630	FIQA	750	600	5.99	68	52	1800	0	75	0	66	46	Pérdidas dinámicas de 20 BPH.
12:00	5630	FIQA	750	600	5.99	68	52	1800	0	75	0	66	46	Circula en el fondo de Simsima y realiza viaje de calibración hasta el fondo de UER.
13:00	5630	FIQA	750	600	5.99	68	52	1900	0	75	0	66	46	
14:00	5630	FIQA	750	600	5.99	68	52	1900	0	75	0	66	46	
15:00	5630	FIQA	850	450	3.97	73	62	2200	30	85	55	71	46	Pérdidas dinámicas de 15 BPH.
16:00	5685	FIQA	850	450	3.97	73	62	2200	30	85	55	71	46	Pérdidas dinámicas de 15 BPH.
17:00	5740	FIQA	850	450	3.97	73	62	2200	30	85	55	71	46	Pérdidas dinámicas de 15 BPH.
18:00	5795	FIQA	850	450	3.96	73	62	2200	30	85	55	71	46	Pérdidas dinámicas de 15 BPH.
19:00	5850	FIQA	850	450	3.96	73	62	2200	30	85	55	71	48	Pérdidas dinámicas de 15 BPH.
20:00	5905	HALUL	850	450	3.96	73	62	2200	30	85	55	71	48	Pérdidas dinámicas de 15 BPH.
21:00	5960	LAFFAN	850	450	3.97	73	62	2300	30	85	55	71	46	Pérdidas dinámicas de 15 BPH.
22:00	6015	TUWAYIL	850	450	3.96	73	62	2300	30	85	55	71	46	Pérdidas dinámicas de 15 BPH.
23:00	6070	SHLAIF	850	450	3.97	73	62	2300	30	85	55	71	46	Pérdidas dinámicas de 15 BPH.
0:00	6125	SHLAIF	850	450	3.96	73	62	2300	30	85	55	71	46	Pérdidas dinámicas de 15 BPH.

PARÁMETROS DE PERFORACIÓN POZO SB-653														
 														
Fecha:	11-09-15		Operadora:	ADCO		Ciudad:	ABUDHABI		Company Man:	-				
Campo:	ASAB		Pozo:	SB-653		Taladro:	U.A.E		Tool Pusher:	-				
Hoyo (pulg):	12.25		DP (pulg):	5		PV:	8		YP:	24				
Tiempo (horas)	Profundidad (pies)	Formación	Caudal (gpm)	Volumen de Aire (scfm)	A/M Radio (pulgadas)	ECD (pcf)	ECD-AIRE (pcf)	Presión (psi)	WOB (klbs)	RPM	ROP (pies/hr)	Densidad (pcf)	Viscosidad (segundos)	COMENTARIO
1:00	6180	SHILAIF	850	450	3.96	73	62	2400	30	85	55	71	46	Pérdidas dinámicas de 15 BPH.
2:00	6235	SHILAIF	850	450	3.96	73	62	2400	30	85	55	71	46	Pérdidas dinámicas de 15 BPH.
3:00	6290	SHILAIF	850	450	3.96	73	62	2400	30	85	55	71	46	Pérdidas dinámicas de 15 BPH.
4:00	6345	SHILAIF	850	450	3.96	73	62	2400	30	85	55	71	46	Pérdidas dinámicas de 15 BPH.
5:00	6400	SHILAIF	850	450	3.96	73	62	2400	30	85	55	71	46	Pérdidas dinámicas de 15 BPH.
6:00	6455	SHILAIF	850	450	3.97	73	62	2400	30	85	60	71	46	Pérdidas dinámicas de 15 BPH.
7:00	6515	SHILAIF	850	450	3.97	73	63	2400	30	85	60	71	46	Pérdidas dinámicas de 15 BPH.
8:00	6575	SHILAIF	850	450	3.96	73	63	2400	30	85	60	71	46	Pérdidas dinámicas de 15 BPH.
9:00	6635	SHILAIF	850	450	3.96	73	63	2400	30	85	60	71	46	Pérdidas dinámicas de 15 BPH.
10:00	6695	SHILAIF	850	450	3.96	73	63	2400	30	85	60	71	46	Pérdidas dinámicas de 15 BPH.

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

Anexo 3. 2 Reporte de parámetros de perforación pozo SB-546


PARÁMETROS DE PERFORACIÓN POZO SB-546														
MOISS														
Fecha:	04-10-15		Operad:	ADCO		Contratista:	NDC		Ciudad:	ABUDHABI		Company Man:	-	
Campo:	ASAB		Pozo:	SB-546		Taladro:	ND-08		Pais:	U.A.E		Tool Pusher:	-	
Hoyo (pulg):	12.25	DP (pulg):	5		PV:	8		YP:	24					
Tiempo (horas)	Profundidad (pies)	Formación	Caudal (gpm)	Volumen de Aire (scfm)	A/M Radio (pulgadas)	ECD (pcf)	ECD-AIRE (pcf)	Presión (psi)	WOB (klbs)	RPM	ROP (pies/hr)	Densidad (pcf)	Viscosidad (segundos)	COMENTARIO
4:00	1690	DAMMAM	650	0	-	68	-	1100	20	65	45	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 15 BPH.
5:00	1735	DAMMAM	650	0	-	68	-	1100	20	65	45	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 15 BPH.
6:00	1780	DAMMAM	650	0	-	68	-	1100	20	65	45	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 15 BPH.
7:00	1825	DAMMAM	650	0	-	68	-	1100	20	65	45	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 15 BPH.
8:00	1870	DAMMAM	650	0	-	68	-	1150	20	65	45	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 15 BPH.
9:00	1915	DAMMAM	650	0	-	68	-	1200	20	65	45	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 15 BPH.
10:00	1960	DAMMAM	650	0	-	68	-	1250	20	65	45	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 15 BPH.
11:00	2005	DAMMAM	650	0	-	68	-	1250	20	65	45	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 15 BPH.
12:00	2050	DAMMAM	700	0	-	68	-	1300	20	70	55	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 20 BPH.
13:00	2105	DAMMAM	750	0	-	68	-	1350	25	75	55	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 20 BPH.
14:00	2160	DAMMAM	800	0	-	68	-	1600	25	80	55	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 20 BPH.
15:00	2215	DAMMAM	850	0	-	68	-	1700	25	85	55	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 20 BPH.
16:00	2270	DAMMAM	850	0	-	68	-	1700	25	85	55	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 20 BPH.
17:00	2325	DAMMAM	850	0	-	68	-	1700	25	85	55	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 20 BPH.
18:00	2380	DAMMAM	850	0	-	68	-	1800	30	85	55	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 25 BPH.
19:00	2435	DAMMAM	850	0	-	68	-	1800	30	85	55	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 25 BPH.
20:00	2490	DAMMAM	850	0	-	68	-	1800	30	85	55	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 25 BPH.
21:00	2545	DAMMAM	850	0	-	68	-	1800	30	85	55	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 25 BPH.
22:00	2600	DAMMAM	850	0	-	68	-	1800	30	85	55	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 25 BPH.
23:00	2655	DAMMAM	850	0	-	68	-	1850	30	85	55	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 25 BPH.
0:00	2710	DAMMAM	850	0	-	68	-	1850	30	85	55	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 25 BPH.

Fecha:	05-10-15	Operador:	ADCO	Contratista:	NDC	Ciudad:	ABUDHABI	Company Man:						
Campo:	ASAB	Pozo:	SB-546	Teladro:	ND-08	País:	UAE	Tool Pusher:						
Hoyo (pulg):	12.25	DP (pulg):	5	PV:	8	YP:	24							
Tiempo (horas)	Profundidad (pies)	Formación	Caudal (gpm)	Volumen de Aire (scfm)	A/M Radio (pulgadas)	ECD (pcf)	ECD-AIRE (pcf)	Presión (psi)	WOB (kibs)	RPM	ROP (pies/hr)	Densidad (pcf)	Viscosidad (segundos)	COMENTARIO
1:00	2765	DAMMAM	850	0	-	68	-	1850	30	85	60	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 25 BPH.
2:00	2825	RUS	850	0	-	68	-	1850	30	85	60	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 30 BPH.
3:00	2885	RUS	850	0	-	68	-	1900	30	85	60	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 30 BPH.
4:00	2945	RUS	850	0	-	68	-	1950	30	85	60	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 30 BPH.
5:00	3005	RUS	850	0	-	68	-	1950	30	85	60	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 30 BPH.
6:00	3065	RUS	850	0	-	68	-	1950	30	85	60	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 30 BPH.
7:00	3125	RUS	850	0	-	68	-	1950	35	85	60	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 30 BPH.
8:00	3185	RUS	850	0	-	68	-	1950	35	85	60	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 30 BPH.
9:00	3245	RUS	850	0	-	68	-	2000	35	85	60	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 30 BPH.
10:00	3305	RUS	850	0	-	68	-	2000	0	85	0	66	41	Circula previo a perforar UER. Carga el sistema con aire.
11:00	3305	RUS	850	0	-	68	-	2000	0	85	0	66	40	
13:00	3305	RUS	650	300	3.46	68	55	1300	15	65	45	66	40	INICIA PERFORACIÓN AIREADA.
14:00	3350	RUS	650	300	3.46	68	55	1300	15	65	45	66	40	Sin pérdidas dinámicas.
15:00	3395	UER	650	300	3.46	68	55	1300	15	65	45	66	40	Sin pérdidas dinámicas.
16:00	3440	UER	650	300	3.46	69	56	1300	15	65	45	67	40	Sin pérdidas dinámicas.
17:00	3485	UER	650	300	3.45	69	56	1300	15	65	45	67	40	Sin pérdidas dinámicas.
18:00	3530	UER	650	300	3.46	69	56	1300	15	65	45	67	40	Sin pérdidas dinámicas.
19:00	3575	UER	650	300	3.45	69	56	1400	15	65	45	67	40	Sin pérdidas dinámicas.
20:00	3620	UER	650	300	3.45	69	56	1500	15	65	45	67	40	Sin pérdidas dinámicas.
21:00	3665	UER	700	300	3.21	68	56	1600	20	70	55	66	40	Sin pérdidas dinámicas.
22:00	3720	UER	750	300	2.99	68	57	1700	20	75	55	66	40	Sin pérdidas dinámicas.
23:00	3775	UER	800	300	2.81	69	58	1800	20	80	55	67	40	Sin pérdidas dinámicas.
0:00	3830	UER	850	300	2.64	69	59	2000	20	85	55	67	40	Sin pérdidas dinámicas.





PARÁMETROS DE PERFORACIÓN POZO SB-546



PARÁMETROS DE PERFORACIÓN POZO SB-546														
														
Fecha:	06-10-15													
Campo:	ASAB													
Hoyo (pulg):	12.25													
Operado:	ADCO													
Pozo:	SB-546													
Operación	Profundidad (pies)	DP (pulg):	Caudal (gpm)	Volumen de Aire (scfm)	A/M Radio (pulgadas)	ECD (pcf)	ECD-AIRE (pcf)	Presión (psi)	WOB (kibs)	RPM	ROP (pies/hr)	Densidad (pcf)	Viscosidad (segundos)	Comentario
Formación	Formación	Formación	Formación	Formación	Formación	Formación	Formación	Formación	Formación	Formación	Formación	Formación	Formación	Formación
1:00	3885	UER	850	300	2.64	70	60	2100	30	85	55	68	40	Sin pérdidas dinámicas.
2:00	3940	UER	850	300	2.65	70	60	2200	30	85	55	68	40	Sin pérdidas dinámicas.
3:00	3995	UER	850	300	2.64	70	60	2200	30	85	55	68	42	Sin pérdidas dinámicas.
4:00	4050	UER	850	300	2.65	70	60	2200	30	85	55	68	42	Sin pérdidas dinámicas.
5:00	4105	UER	850	300	2.64	70	60	2200	35	85	55	68	42	Sin pérdidas dinámicas.
6:00	4160	UER	850	300	2.65	70	60	2300	35	85	55	68	42	Sin pérdidas dinámicas.
7:00	4215	UER	850	300	2.65	70	61	2300	35	85	55	68	42	Sin pérdidas dinámicas.
8:00	4270	UER	850	300	2.64	70	61	2400	35	85	55	68	43	Sin pérdidas dinámicas.
9:00	4325	UER	850	300	2.64	70	61	2400	30	85	55	68	43	Sin pérdidas dinámicas.
10:00	4380	UER	850	300	2.65	70	61	2400	30	85	55	68	43	Sin pérdidas dinámicas.
11:00	4435	UER	850	300	2.64	70	61	2400	30	85	55	68	43	Sin pérdidas dinámicas.
12:00	4490	UER	850	300	2.65	70	61	2400	30	85	55	68	43	Sin pérdidas dinámicas.
13:00	4545	UER	850	300	2.64	70	61	2400	30	85	55	68	43	Sin pérdidas dinámicas.
14:00	4600	UER	850	300	2.64	70	61	2400	30	85	60	68	43	Sin pérdidas dinámicas.
15:00	4660	UER	850	300	2.64	70	61	2400	30	85	60	68	44	Sin pérdidas dinámicas.
16:00	4720	UER	850	300	2.64	70	61	2400	30	85	60	68	43	Sin pérdidas dinámicas.
17:00	4780	UER	850	300	2.64	70	61	2400	30	85	60	68	43	Sin pérdidas dinámicas.
18:00	4840	UER	850	300	2.64	70	61	2400	30	85	60	68	43	Sin pérdidas dinámicas.
19:00	4900	UER	850	300	2.65	70	61	2400	30	85	60	68	43	Sin pérdidas dinámicas.
20:00	4960	UER	850	300	2.65	70	61	2400	30	85	60	68	43	Sin pérdidas dinámicas.
21:00	5020	UER	850	300	2.65	70	61	2400	30	85	60	68	43	Sin pérdidas dinámicas.
22:00	5080	UER	850	300	2.64	70	61	2400	30	85	60	68	43	Sin pérdidas dinámicas.
23:00	5140	UER	850	300	2.65	70	61	2400	0	85	0	68	43	Sin pérdidas dinámicas.
0:00	5140	UER	850	300	2.65	70	61	2400	0	85	0	68	43	Circula previo a perforar Simsima.



PARÁMETROS DE PERFORACIÓN POZO SB-546																		
MOISS																		
Fecha:	07-10-15		Operado		ADCO		NDC		Ciudad:		ABUDHABI		Company Man:		-			
Campo:	ASAB		Pozo:		SB-546		Taladro:		ND-08		País:		U.A.E		Tool Pusher:		-	
Hoyo (pulg):	12.25		DP (pulg):		5		PV:		8		YP:		24					
Tiempo (horas)	Profundidad (pies)	Formación	Caudal (gpm)	Volumen de Aire (scfm)	AM Radio (pulgadas)	ECD (pcf)	ECD-AIRE (pcf)	Presión (psi)	WOB (kibs)	RPM	ROP (pies/hr)	Densidad (pcf)	Viscosidad (segundos)	COMENTARIO				
1:00	5140	UER	650	300	3.46	68	58	1700	15	65	45	66	43	Sin pérdidas dinámicas.				
2:00	5185	SIMSIMA	650	600	6.92	68	50	1700	15	65	45	66	43	Sin pérdidas dinámicas.				
3:00	5230	SIMSIMA	650	600	6.91	68	50	1700	15	65	45	66	42	Sin pérdidas dinámicas.				
4:00	5275	SIMSIMA	650	600	6.91	68	50	1700	15	65	45	66	42	Sin pérdidas dinámicas.				
5:00	5320	SIMSIMA	650	600	6.91	68	50	1700	15	65	45	66	42	Sin pérdidas dinámicas.				
6:00	5365	SIMSIMA	650	600	6.91	68	50	1700	15	65	45	66	42	Sin pérdidas dinámicas.				
7:00	5410	SIMSIMA	650	600	6.90	68	50	1850	25	65	45	66	42	Sin pérdidas dinámicas.				
8:00	5455	SIMSIMA	650	600	6.91	68	50	1850	25	65	45	66	42	Sin pérdidas dinámicas.				
9:00	5500	SIMSIMA	650	600	6.91	68	50	1850	25	65	45	66	42	Sin pérdidas dinámicas.				
10:00	5545	SIMSIMA	700	600	6.41	68	51	1900	25	70	45	66	42	Sin pérdidas dinámicas.				
11:00	5590	SIMSIMA	750	600	5.99	68	52	1900	25	75	45	66	43	Sin pérdidas dinámicas.				
12:00	5635	FIQA	750	600	5.99	68	52	1900	0	75	0	66	43	Circula en el fondo de Simsima y realiza viaje de calibración hasta el fondo de UER.				
13:00	5635	FIQA	750	600	5.99	68	52	2000	0	75	0	66	43					
14:00	5635	FIQA	750	600	5.99	68	52	2150	0	75	0	66	43					
15:00	5635	FIQA	750	600	5.99	68	52	2200	0	75	0	66	43					
16:00	5635	FIQA	850	450	3.97	68	57	2400	0	85	55	66	43					
17:00	5690	FIQA	850	450	3.96	73	62	2400	0	85	55	71	43					
18:00	5745	FIQA	850	450	3.97	73	62	2400	0	85	55	71	43					
19:00	5800	FIQA	850	450	3.96	73	62	2500	20	85	55	71	49					
20:00	5855	FIQA	850	450	3.96	74	63	2500	25	85	55	72	49					
21:00	5910	FIQA	850	450	3.96	74	63	2500	30	85	55	72	50					
22:00	5965	FIQA	850	300	2.65	74	66	2500	30	85	55	72	45					
23:00	6020	FIQA	850	300	2.64	73	65	2500	30	85	55	71	49					
0:00	6075	FIQA	850	300	2.64	73	65	2500	35	85	55	71	49					

PARÁMETROS DE PERFORACIÓN POZO SB-546														
 														
Fecha:	08-10-15		Operado	ADCO		Contratista:	NDC		Ciudad:	ABUDHABI		Company Man:	-	
Campo:	ASAB		Pozo:	SB-546		Taladro:	ND-08		País:	U.A.E		Tool Pusher:	-	
Hoyo (pulg):	12.25		DP (pulg):			PV:	8		YP:	24				
Tiempo (horas)	Profundidad (pies)	Formación	Caudal (gpm)	Volumen de Aire (scfm)	AIM Radio (pulgadas)	ECD (pcf)	Presión (psi)	WOB (klbs)	RPM	ROP (pies/hr)	Densidad (pcf)	Viscosidad (segundos)	COMENTARIO	
1:00	6130	HALUL	850	300	2.65	73	2500	30	85	55	71	48	Sin pérdidas dinámicas.	
2:00	6185	LAFFAN	850	300	2.64	73	2500	30	85	55	71	48	Sin pérdidas dinámicas.	
3:00	6240	TUWAYIL	850	300	2.65	73	2500	30	85	55	71	48	Sin pérdidas dinámicas.	
4:00	6295	TUWAYIL	850	300	2.65	73	2500	30	85	55	71	48	Sin pérdidas dinámicas.	
5:00	6350	SHILAI	850	300	2.65	73	2600	30	85	55	71	48	Sin pérdidas dinámicas.	
6:00	6405	SHILAI	850	300	2.64	73	2600	30	85	55	71	48	Sin pérdidas dinámicas.	
7:00	6460	SHILAI	850	300	2.64	73	2600	30	85	55	71	48	Sin pérdidas dinámicas.	
8:00	6515	SHILAI	850	300	2.65	73	2600	30	85	60	71	48	Sin pérdidas dinámicas.	
9:00	6575	SHILAI	850	300	2.64	73	2600	30	85	60	71	48	Sin pérdidas dinámicas.	
10:00	6635	SHILAI	850	300	2.64	73	2600	30	85	60	71	48	Sin pérdidas dinámicas.	
11:00	6695	SHILAI	850	300	2.65	73	2600	30	85	60	71	48	Sin pérdidas dinámicas.	
12:00	6755	SHILAI	850	300	2.64	73	2600	30	85	60	71	48	Sin pérdidas dinámicas.	
13:00	6815	SHILAI	850	300	2.64	73	2600	30	85	60	71	48	Sin pérdidas dinámicas.	
14:00	6875	SHILAI	850	300	2.64	73	2600	30	85	60	71	48	Sin pérdidas dinámicas.	

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO

Anexo 3. 3 Reporte de parámetros de perforación pozo SB-643

PARÁMETROS DE PERFORACIÓN POZO SB-643														
Fecha:	13-11-15		Operadora:	ADCO		Contratista	NDC		Ciudad:	ABUDHABI		Company Man:	-	
Campo:	ASAB		Pozo:	SB-643		Taladro:	ND-08		País:	U.A.E		Tool Pusher:	-	
Hoyo (pulg):	12.25		DP (pulg):	5		PV:	8		YP:	24		Viscosidad (segundos)	-	
Tiempo (horas)	Profundidad (pies)	Formación	Caudal (gpm)	Volumen de Aire (scfm)	A/M Radio (pulgadas)	ECD (pcf)	ECD-AIRE (pcf)	Presión (psi)	WOB (kibs)	RPM	ROP (pies/hr)	Densidad (pcf)	COMENTARIO	
5:00	1822	DAMMAM	650	0	-	68	-	900	20	65	55	66	41	Perforación sin aire, sin pérdidas dinámicas.
6:00	1877	DAMMAM	650	0	-	68	-	950	20	65	55	66	41	Perforación sin aire, sin pérdidas dinámicas.
7:00	1932	DAMMAM	650	0	-	68	-	950	20	65	55	66	41	Perforación sin aire, sin pérdidas dinámicas.
8:00	1987	DAMMAM	650	0	-	68	-	950	20	65	55	66	41	Perforación sin aire, sin pérdidas dinámicas.
9:00	2042	DAMMAM	650	0	-	68	-	950	20	65	55	66	41	Perforación sin aire, sin pérdidas dinámicas.
10:00	2097	DAMMAM	650	0	-	68	-	1000	20	65	55	66	41	Perforación sin aire, sin pérdidas dinámicas.
11:00	2152	DAMMAM	650	0	-	68	-	1000	20	65	55	66	41	Perforación sin aire, sin pérdidas dinámicas.
12:00	2207	DAMMAM	700	0	-	68	-	1100	25	70	55	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 15 BPH.
13:00	2262	DAMMAM	750	0	-	68	-	1200	25	75	55	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 15 BPH.
14:00	2317	DAMMAM	750	0	-	68	-	1200	25	75	55	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 15 BPH.
15:00	2372	DAMMAM	750	0	-	68	-	1200	25	75	55	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 15 BPH.
16:00	2427	DAMMAM	800	0	-	68	-	1300	25	80	55	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 15 BPH.
17:00	2482	DAMMAM	850	0	-	68	-	1450	25	85	55	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 20 BPH.
18:00	2537	DAMMAM	850	0	-	68	-	1450	25	85	55	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 20 BPH.
19:00	2592	DAMMAM	850	0	-	68	-	1450	35	85	55	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 20 BPH.
20:00	2647	DAMMAM	850	0	-	68	-	1550	35	85	55	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 20 BPH.
21:00	2702	DAMMAM	850	0	-	68	-	1550	35	85	55	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 20 BPH.
22:00	2757	DAMMAM	850	0	-	68	-	1550	35	85	55	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 20 BPH.
23:00	2812	DAMMAM	850	0	-	68	-	1550	35	85	55	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 20 BPH.
0:00	2867	RUS	850	0	-	68	-	1550	35	85	55	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 20 BPH.

Fecha:		14-11-15		Operadora:		ADCO		Contratista:		NDC		Ciudad:		ABUDHABI		Company Man:	
Campo:		ASAB		Pozo:		SB-643		Talladro:		ND-08		País:		U.A.E		Tool Pusher:	
Hoy: (pulg):		12,25		Caudal (gpm):		5		PV:		8		YP:		24			
Profundidad (pies)		DP (pulg):		Formación		Volumen de Aire (scfm)		ECD (pcf)		Presión (psi)		RPM		ROP (pies/hr)		Densidad (pcf)	
Tiempo (horas)		Formación		A/M Radio (puigadas)		ECD (pcf)		WOB (kibs)		Viscosidad (segundos)		COMENTARIO					
1:00	2922	RUS		0	68	68	1600	35	85	55	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 25 BPH.				
2:00	2977	RUS		0	68	68	1600	35	85	60	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 25 BPH.				
3:00	3037	RUS		0	68	68	1650	35	85	60	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 25 BPH.				
4:00	3097	RUS		0	68	68	1650	35	85	60	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 25 BPH.				
5:00	3157	RUS		0	68	68	1650	35	85	60	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 25 BPH.				
6:00	3217	RUS		0	68	68	1650	35	85	60	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 25 BPH.				
7:00	3277	RUS		0	68	68	1700	35	85	60	66	41	Perforación sin aire, pérdidas dinámicas de 25 BPH.				
8:00	3337	RUS		0	68	68	1700	35	85	0	66	45	Circula previo a perforar UER, con pérdidas dinámicas de 25 BPH. Carga el sistema con aire				
9:00	3337	RUS		0	68	68	1700	0	85	0	66	45					
10:00	3337	RUS		0	68	68	1700	0	85	0	66	45					
11:00	3337	RUS		300	69	56	1200	15	65	45	67	45	INICIA PERFORACIÓN AIREADA				
12:00	3382	UER		300	69	56	1200	15	65	45	67	45	Sin pérdidas dinámicas.				
13:00	3427	UER		300	69	56	1200	20	65	45	67	45	Sin pérdidas dinámicas.				
14:00	3472	UER		300	69	56	1200	20	65	45	67	45	Sin pérdidas dinámicas.				
15:00	3517	UER		300	69	56	1200	20	65	45	67	45	Sin pérdidas dinámicas.				
16:00	3562	UER		300	69	56	1300	25	65	45	67	45	Sin pérdidas dinámicas.				
17:00	3607	UER		300	69	56	1300	25	65	45	67	45	Sin pérdidas dinámicas.				
18:00	3652	UER		300	69	56	1300	30	65	45	67	45	Sin pérdidas dinámicas.				
19:00	3697	UER		300	69	57	1400	30	70	55	67	45	Sin pérdidas dinámicas.				
20:00	3752	UER		300	69	58	1400	30	75	55	67	45	Sin pérdidas dinámicas.				
21:00	3807	UER		300	69	59	1550	30	80	55	67	45	Pérdidas dinámicas de 25 BPH.				
22:00	3862	UER		300	69	59	1700	35	85	55	67	45	Pérdidas dinámicas de 25 BPH.				
23:00	3917	UER		300	69	59	1800	35	85	55	67	45	Pérdidas dinámicas de 25 BPH.				
0:00	3972	UER		350	69	58	1900	35	85	55	67	45	Sin pérdidas dinámicas.				



PARÁMETROS DE PERFORACIÓN POZO SB-643



PARÁMETROS DE PERFORACIÓN POZO SB-643														
MOISS														
Fecha:	15-11-15		Operadora:	ADCO		Contratista:	NDC		Ciudad:	ABUJHABI		Company Man:	-	
Campo:	ASAB		Pozo:	SB-643		Taladro:	ND-08		País:	U.A.E		Tool Pusher:	-	
Hoyo (pulg):	12.25		DP (pulg):	5		PV:	8		YP:	24		Viscosidad (segundos)		
Tiempo (horas)	Profundidad (pies)	Formación	Caudal (gpm)	Volumen de Aire (scfm)	A/M Radio (pulgadas)	ECD (pcf)	ECD (pcf)	Presión (psi)	WOB (kibs)	RPM	ROP (pies/hr)	Densidad (pcf)	COMENTARIO	
1:00	4027	UER	850	350	3.08	69	69	1900	35	85	55	67	Sin pérdidas dinámicas.	
2:00	4082	UER	850	350	3.08	69	69	1900	35	85	55	67	Sin pérdidas dinámicas.	
3:00	4137	UER	850	350	3.08	69	69	2000	35	85	55	67	Sin pérdidas dinámicas.	
4:00	4192	UER	850	350	3.08	69	69	2000	35	85	55	67	Sin pérdidas dinámicas.	
5:00	4247	UER	850	350	3.08	69	69	2000	35	85	55	67	Sin pérdidas dinámicas.	
6:00	4302	UER	850	350	3.08	69	69	2000	35	85	55	67	Sin pérdidas dinámicas.	
7:00	4357	UER	850	350	3.08	69	69	2000	35	85	55	67	Sin pérdidas dinámicas.	
8:00	4412	UER	850	350	3.08	69	69	2000	35	85	55	67	Sin pérdidas dinámicas.	
9:00	4467	UER	850	350	3.08	70	70	2000	35	85	55	68	Sin pérdidas dinámicas.	
10:00	4522	UER	850	350	3.09	70	70	2000	35	85	55	68	Sin pérdidas dinámicas.	
11:00	4577	UER	850	350	3.08	70	70	2000	35	85	55	68	Sin pérdidas dinámicas.	
12:00	4632	UER	850	350	3.08	70	70	2000	35	85	60	68	Sin pérdidas dinámicas.	
13:00	4692	UER	850	350	3.08	70	70	2000	35	85	60	68	Sin pérdidas dinámicas.	
14:00	4752	UER	850	350	3.08	70	70	2000	35	85	60	68	Sin pérdidas dinámicas.	
15:00	4812	UER	850	350	3.09	70	70	2000	35	85	60	68	Sin pérdidas dinámicas.	
16:00	4872	UER	850	350	3.08	70	70	2000	35	85	60	68	Sin pérdidas dinámicas.	
17:00	4932	UER	850	350	3.08	70	70	2000	35	85	60	68	Sin pérdidas dinámicas.	
18:00	4992	UER	850	350	3.09	70	70	2000	35	85	60	68	Sin pérdidas dinámicas.	
19:00	5052	UER	850	350	3.08	70	70	2000	35	85	60	68	Sin pérdidas dinámicas.	
20:00	5112	UER	850	350	3.09	70	70	2000	0	85	0	68	Circula en el fondo de UER previo a perforar Simsima.	
20:00	5112	UER	650	600	6.90	70	70	1500	20	65	45	68	Sin pérdidas dinámicas.	
21:00	5157	UER	650	600	6.91	70	70	1500	20	65	45	68	Sin pérdidas dinámicas.	
22:00	5202	SIMSIMA	650	600	6.91	70	70	1500	20	65	45	68	Sin pérdidas dinámicas.	
23:00	5247	SIMSIMA	650	600	6.91	70	70	1500	20	65	45	68	Sin pérdidas dinámicas.	
0:00	5292	SIMSIMA	650	600	6.91	70	70	1500	20	65	45	68	Sin pérdidas dinámicas.	

PARÁMETROS DE PERFORACIÓN POZO SB-643															
Fecha:	16-11-15		Operadora:	ADCO		Contratista:	NDC		Ciudad:	ABUDHABI		Company Man:	-		
Campo:	ASAB		Pozo:	SB-643		Taladro:	ND-08		País:	U.A.E		Tool Pusher:	-		
Hoy (pulg):	12,25	DP (pulg):	5	Volumen de Aire (scfm)		ECD (pcf)		Presión (psi)		WOB (kibs)		ROP (pies/hr)		Densidad (pcf)	
Tiempo (horas)	Profundidad (pies)	Formación	Caudal (gpm)	A/M Radio (pulgadas)	ECD (pcf)	ECD-AIRE (pcf)	Presión (psi)	WOB (kibs)	RPM	ROP (pies/hr)	Viscosidad (segundos)	COMENTARIO			
1:00	5337	SIMSIMA	650	6,91	70	52	1500	20	65	45	68	45	Sin pérdidas dinámicas.		
2:00	5382	SIMSIMA	650	6,91	70	52	1600	20	65	45	68	45	Sin pérdidas dinámicas.		
3:00	5427	SIMSIMA	650	6,91	70	52	1600	20	65	45	68	45	Sin pérdidas dinámicas.		
4:00	5472	SIMSIMA	650	6,91	70	52	1700	20	65	45	68	45	Sin pérdidas dinámicas.		
5:00	5517	SIMSIMA	650	6,91	70	52	1700	25	65	45	68	45	Sin pérdidas dinámicas.		
6:00	5562	SIMSIMA	650	6,91	70	52	1800	25	65	45	68	45	Sin pérdidas dinámicas.		
7:00	5607	SIMSIMA	700	6,41	70	53	1800	25	70	45	68	45	Sin pérdidas dinámicas.		
8:00	5652	FIOA	750	4,99	70	57	1800	25	75	45	68	45	Sin pérdidas dinámicas.		
9:00	5697	FIOA	750	4,99	70	57	1800	30	75	0	68	45	Sin pérdidas dinámicas.		
10:00	5697	FIOA	750	4,99	70	57	1800	0	75	0	68	45	Sin pérdidas dinámicas.		
11:00	5697	FIOA	750	4,99	70	57	1800	0	75	0	68	45	Sin pérdidas dinámicas.		
12:00	5697	FIOA	750	4,99	70	57	1800	30	75	55	68	45	Sin pérdidas dinámicas.		
13:00	5752	FIOA	800	4,68	70	57	1800	30	80	55	68	44	Sin pérdidas dinámicas.		
14:00	5807	FIOA	850	4,40	73	61	2100	30	85	55	71	44	Sin pérdidas dinámicas.		
15:00	5862	HALUL	850	4,40	73	61	2200	30	85	55	71	44	Sin pérdidas dinámicas.		
16:00	5917	LAFFAN	850	4,41	74	62	2200	30	85	55	72	44	Sin pérdidas dinámicas.		
17:00	5972	TUWAYIL	850	4,41	74	62	2200	30	85	55	72	44	Sin pérdidas dinámicas.		
18:00	6027	SHILAIIF	850	4,41	74	62	2200	30	85	55	72	44	Sin pérdidas dinámicas.		
19:00	6082	SHILAIIF	850	4,40	74	62	2200	30	85	55	72	44	Sin pérdidas dinámicas.		
20:00	6137	SHILAIIF	850	4,40	74	62	2200	30	85	55	72	44	Sin pérdidas dinámicas.		
21:00	6192	SHILAIIF	850	4,40	74	62	2200	30	85	55	72	44	Sin pérdidas dinámicas.		
22:00	6247	SHILAIIF	850	4,40	74	62	2200	30	85	55	72	44	Sin pérdidas dinámicas.		
23:00	6302	SHILAIIF	850	4,40	74	62	2200	30	85	55	72	44	Sin pérdidas dinámicas.		
0:00	6357	SHILAIIF	850	4,40	74	62	2200	30	85	55	72	44	Sin pérdidas dinámicas.		

Circula en el fondo de Simsima y realiza viaje de calibración hasta el fondo de UER.

PARÁMETROS DE PERFORACIÓN POZO SB-643														
Fecha:	17-11-15	Operadora:	ADCO	Contratista:	NDC	Ciudad:	ABUDHABI	Company Man:	-	MOISS				
Campo:	ASAB	Pozo:	SB-643	Taladro:	ND-08	País:	U.A.E	Tool Pusher:	-	MOISS				
Hoyo (pulg):	12.25	DP (pulg):	5	PV:	8	YP:	24							
Tiempo (horas)	Profundidad (pies)	Formación	Caudal (gpm)	Volumen de Aire (scfm)	A/M Radio (pulgadas)	ECD (pcf)	EGD-AIRE (pcf)	Presión (psi)	WOB (kibs)	RPM	ROP (pies/hr)	Densidad (pcf)	Viscosidad (segundos)	COMENTARIO
1:00	6412	SHILAIIF	850	500	4.40	74	62	2200	30	85	55	72	44	Sin pérdidas dinámicas.
2:00	6467	SHILAIIF	850	300	2.65	74	66	2300	30	85	55	72	44	Sin pérdidas dinámicas.
3:00	6522	SHILAIIF	850	300	2.65	74	66	2300	30	85	55	72	44	Sin pérdidas dinámicas.
4:00	6577	SHILAIIF	850	300	2.65	74	66	2300	30	85	55	72	44	Sin pérdidas dinámicas.
5:00	6632	SHILAIIF	850	300	2.65	74	66	2400	30	85	55	72	44	Sin pérdidas dinámicas.
6:00	6687	SHILAIIF	850	300	2.65	74	66	2400	30	85	60	72	44	Sin pérdidas dinámicas.
7:00	6747	SHILAIIF	850	300	2.65	74	66	2500	30	85	60	72	44	Sin pérdidas dinámicas.

Elaborado por: Valeria Guerra

Fuente: ADCO