LA INNOVADORA TECNICA DEL CORTE DE VENTANAS

Kléver Guajala Fajardo[1], Silvana Barragán Barragán[2], Ricardo Gallegos Orta[3]

[1]Ingeniero en Petróleo 1999
[2]Ingeniera en Petróleo 1999
[3]Director de Tesis, Ingeniero en Petróleo, Escuela Superior Politécnica del Litoral, revalidación de título 1980. Postgrado EEUU, Universidad de Wyoming, 1979. Profesor de ESPOL desde 1973.

RESUMEN

El objetivo principal de este estudio es la evaluación de la nueva técnica del corte de ventanas en la tubería de revestimiento aplicada en la desviación de pozos petroleros abandonados.

Esta técnica es sin duda la mejor alternativa desarrollada con la más avanzada tecnología para la recuperación de reservas en pozos abandonados, desviación para aislar zonas problemas y su aplicación más usual, la desviación en pozos multilaterales.

Este estudio da la pauta para proyectar la recuperación de reservas como en el caso particular de 18 pozos abandonados de Petroecuador, unos por tubería colapsada y otros por "pescado", cuyas reservas justifican plenamente la inversión en la desviación de los mismos a través de un corte de ventana(1).

Para la evaluación de la técnica se tomó información de dos cortes, uno realizado con tapón de cemento y el otro con empacadura desviadora, sin tapón para asentarla.

El análisis efectuado da como resultado que es mucho más rápido el método de la empacadura, remendándose éste por las ventajas que muestra; pues los costos aumentan considerablemente en función del tiempo.

INTRODUCCION

La tecnología aplicada al corte de ventanas en pozos revestidos es una técnica que utiliza un innovador sistema de tecnología de punta que permite la rehabilitación de pozos abandonados, así como anexar otras zonas a un mismo pozo productor, siendo esta última su aplicación más importante.

Antes del desarrollo de esta técnica, el método utilizado consistía en cortar la sección completa de la tubería lo que generalmente requería más de 8 días, a más de lo dificultoso que resultaba tomar la dirección deseada en la perforación posterior del pozo desviado. Todo esto acarreaba un alto costo operacional (2).

Fue en los Estados Unidos donde se inició el desarrollo de la técnica del corte de ventanas en la década de los 80 y posteriormente en Venezuela. En Ecuador ésta es completamente nueva, recién en 1997 se empieza a utilizar en nuestros campos y en muy pocos casos.

Mayor producción con un menor costo, es el objetivo básico de la aplicación de esta técnica porque reduce sustancialmente el tiempo de utilización de taladro permitiendo la re-entrada a otras zonas de producción desde el mismo pozo.

El aumento en producción puede ser tan alto como en el caso reportado de un pozo en el Mar del Norte donde se utilizó esta técnica y los resultados fueron extraordinarios. La producción se incrementó en un 600% y a un costo de sólo el 30% del que hubiera costado si se hubiera realizado con el método convencional anterior (3).

El viejo adagio petrolero “El mejor lugar para encontrar petróleo es donde éste ya existe” está siendo cada vez más tomado en cuenta por las compañías de explotación de gas y de petróleo en el mundo.

Aplicaciones Generales

En general un corte de ventanas de realiza para:

1. Rehabilitar pozos que han sido abandonados debido a obstrucciones ó “pescado”.

2. Perforar alrededor de la tubería de revestimiento colapsada ó dañada.

3. Corregir la dirección del pozo.

4. Recompletación de un pozo donde las perforaciones están taponadas y las técnicas convencionales son insuficientes para restaurar la producción.

5. La aplicación más importante en la actualidad es para perforar pozos de re-entrada , es decir, perforar pozos multilaterales para incluir otras zonas productoras.

CAPITULO I

CONSIDERACIONES TEORICAS

Nociones generales

Un corte de ventana en la tubería de revestimiento de un pozo es una perforación lateral (un corte) que se realiza con instrumentación de avanzada tecnología por personal altamente especializado.

Esta ranura en la tubería revestidora se la realiza considerando la dirección que tendrá el pozo desviado que se perforará a través de ella (4).

Razones para la utilización de la técnica de corte y desviación en operaciones de perforación y producción

1. Una ventana se realiza en general para rehabilitar pozos que han sido abandonados debido a obstrucciones ó pescado.

2. Para perforar alrededor de tubería de revestimiento colapsada ó dañada. Esto frecuentemente es un problema en áreas de grandes domos salinos o intumescencia de lutitas.

3. Permite la recompletación de un pozo buzamiento arriba.

4. Por restricciones en la tubería de revestimiento.

5. Pero la aplicación más importante en la actualidad es para perforar pozos de re-entrada, es decir, incluir pozos multilaterales. Esto nos permite optimizar la producción ya que podríamos así recuperar las reservas capturadas por un pozo ya existente a un bajo costo.

   Básicamente la empacadura y ensamblaje desviador pueden ser usados en cualquier momento si es necesario una desviación a través de la tubería sin tener en cuenta su tamaño y peso (5).

Ventajas del corte de ventanas vs. molienda de una sección de la tubería de revestimiento

- Tiempo promedio para un corte de ventana: 2 a 4 días.

- Tiempo promedio para una molida de sección de la tubería de revestimiento : 8 a 10 días.

El tiempo es consumido en los cambios de los cortadores en la sección moledora. Varios viajes extra pueden ser requeridos para cambiar los cortadores. Una vez que la sección ha sido cortada es necesario tiempo adicional para preparar el pozo para la desviación.

Debido al tiempo extra, problemas y costos de operación; se ha encontrado que cortando sólo una pequeña sección de la tubería de revestimiento, es decir, una ventana requiere menos tiempo, equipos y es exacto, reduciendo el costo total de las operaciones de perforación (6).

Descripción de los sistemas de corte de ventanas

Sistema " Window Master"

La tecnología desarrollada para el corte de ventanas actualmente nos ofrece un sistema innovador de tecnología de punta que reduce sustancialmente el tiempo de utilización de taladro, es el sistema "Window Master". A diferencia de sistemas convencionales, "Window Master" puede iniciar, cortar y rimar la ventana sin requerir de un cambio en el conjunto de herramientas en el pozo; por ejemplo "Corte de Arranque", eliminando por lo menos dos corridas completas.

Esto hace a "Window Master" el único sistema verdaderamente de "UNA SOLA CORRIDA" disponible.

Características y beneficios

- Corte de ventanas en "Una Corrida".
- Se requiere de menor tiempo de utilización del taladro.
- Una variedad de dispositivos se encuentran disponibles.
- Sistema de desviador recuperable.

- Característica de “Anti – giro” para un corte controlado.

- La disposición del cortador de Ventana/Muñón evita el corte del desviador.

- Tecnología “Metal Muncher”.

- Conjunto de herramientas diseñado por computador para un mejor comportamiento de fatiga.

- El ángulo de desviación excéntrico entre la rampa del desviador y la tubería de revestimiento facilita el reingreso con conjunto de herramientas de pozo poco flexibles.

- El desviador con orificio de conexión para conexiones macho (pin) facilita el corte sin dañar el desviador.

- Una variedad de herramientas de pesca para recuperar el desviador (7). (Ver Fig. 1).

Sistema “Hydro Master”

Es el último sistema de corte de ventanas de una sóla corrida.

Usando el sistema "Hydromaster", la empacadura desviadora, cortadoras, MWD, son corridos juntos en el pozo. El desviador es orientado por bombeo a través de la tubería de perforación para activar el MWD sin la preocupación de pre-asentar la empacadura con el desviador en una dirección incorrecta.

El anular es ligeramente presurizado para asentar la empacadura y la ventana es cortada. Todo en una sóla corrida con tubería de perforación (8). (Ver Fig. 2).

Sistema de empacadura y anclaje “Torque Master”

El crecimiento de la demanda y el desarrollo de la industria ha llevado a mejorar la tecnología del desviador empacadura / anclaje “DW1” resultando en la nueva serie de sistemas de desviación empacadura y anclaje "Torque Master". La empacadura "Torque Master" resiste fuerzas torsionales superiores a 20000 lb-pie en ambas direcciones. El sistema estándar es probado y clasificado para una presión diferencial de 7500 psi y opera a temperaturas desde 70 a 300º F (21º a 149 ^{o} C).

El perfil de orientación también es mejorado para proveer una orientación precisa. Con el método de orientación universal de fondo (UBHO) el pozo toma la orientación con la rotación de la tubería de perforación.

El sistema "Torque Master" cuenta con un “bypass” para el fluido y un sistema sellante asegura que el ligero peso del fluído no migre hacia arriba bajo la empacadura y contamine el fluído de perforación (9). (Ver Fig. 3).

Características y beneficios

- Su diseño corto y compacto minimiza la deflexión del desviador.

- Orientación ajustable con exactitud de 1.5º.

- Diseñado para resistir torques sobre las 20000 lb-pie.

- Diseño de cuñas torcidas para resistir carga axial y torque.

- La llave de orientación no sufre presurización.

- La empacadura puede funcionar como tapón puente.

- La llave de orientación de la empacadura y la zapata del ancla tienen un área máxima de contacto.

- Como obturador resiste presiones de 7500 psi.

- Diseñado para temperaturas entre 70 y 300º F (21º y 149ºC).

- Conexión estándar ancla-tubería de revestimiento (10).

Estructura del corte "Metal Muncher"

"Metal Muncher" es una tecnología especialmente ingeniada para cortar el metal en lugar de pulverizarlo, es efectiva incluso en aceros con alto contenido de cromo. Los cortadores de "Metal Muncher" producen pequeños y uniformes cortes facilitando la circulación de los desperdicios cortados a superficie. Este estilo de corte también reduce el peso requerido para cortar fuera del "casing" .

Los requerimientos de torque en el corte y la sarta de perforación también son reducidos, mientras la rata de penetración (ROP) aumenta, haciendo posible cortar efectivamente en pozos que presentan geometría irregular (11).

Consideraciones del fluido de corte

Los requerimientos del fluido varían considerablemente entre cortes de ventana, cortes de sección y aplicaciones en el corte piloto.

En general, un óptimo fluido de corte debe poseer las siguientes características:

- Alto “yield point” para acarrear los desperdicios del corte a superficie.
- Mantener en suspensión los residuos durante el periodo de no flujo.
- Baja resistencia al flujo para mejorar la eficiencia hidráulica.
- Propiedad de enfriamiento y lubricación de la cortadora.
- Baja viscosidad en la sarta del cortador para asegurar la limpieza en el sitio.
- Mínimos efectos adversos en las formaciones productoras (12).

CAPITULO II

INSTRUCCIONES OPERACIONALES

Inspecciones

Antes de comenzar algún trabajo consultar con el "company man" ó "tool pusher" acerca de las condiciones del pozo:

a) Desviación del pozo y dirección.

b) Tamaño y conexiones de la tubería de revestimiento y tubería de perforación.

c) Información de registros alrededor del área de la ventana y perfil de la adhesión de cemento (CBL) si está disponible.

d) Formación:

1. Inspeccionar todas las herramientas:

    a) Herramienta de asentamiento y/ó adaptador.
    b) Ensartadores de desviador y soporte.
    c) Empacadura, triturador e instrumentos de orientación.

2. Previo al asentamiento de la empacadura, correr raspador de tubería de revestimiento y anillo calibrador para asegurar correctamente que entra en la tubería de revestimiento.

3. Con todas las herramientas inspeccionadas y el método de asentamiento de la empacadura seleccionado, comenzar la operación.

Antes de introducir cualquier equipo de corte de ventana en el pozo, se recomienda efectuar una corrida de una combinación de cortadora de ventana/raspador de tubería de tamaño completo. Un raspador de tubería con una fresadora de tipo sandía de tamaño completo también puede ser utilizado. También se recomienda correr un juego de registros CBL y CL.

Recomendaciones técnicas para el corte

1. El corte inicial debe efectuarse con un peso bajo y r.p.m. reducidos para asegurar el comportamiento direccional correcto y para garantizar un buen corte en la tubería de revestimiento.

2. Se deberá evitar un mayor peso sobre el mandril durante toda la operación de corte. Esto por cierto incrementaría la rata de penetración pero desafortunadamente perderíamos el control del comportamiento lateral del cortador. El cortador podría desviarse hacia la izquierda (en situaciones de buena liga de cemento y formaciones duras). Podría también remorderse sobre la cara del desviador y cortar serias ranuras en la rampa del desviador.

3. Debido a la alta calidad de ventanas logradas con bajo peso, recomendamos no exceder las recomendaciones de peso.

4. Si el cortador de ventanas tiende a disminuir su penetración a mitad de la rampa de desviación, añada más peso para “encorvar” el conjunto y ponerlo fuera de centro. Este es el punto donde se debe cortar la mayor

cantidad de metal con muy poca velocidad de corte en el centro de la cortadora de ventanas. No exceda el peso máximo recomendado. Si la rata de penetración no se incrementa con el peso máximo permitido, varíe las r.p.m., por ejemplo: efectúe incrementos de 10 r.p.m. hasta 180 r.p.m. Luego de que la rata de penetración se incremente nuevamente, disminuya ya sea el peso ó disminuya las r.p.m. hasta la velocidad original.

5. Tenga mucho cuidado en los últimos 3 a 4 pies de la ventana. Estamos actuando bajo la presunción que la cortadora de ventanas "saltará" de la faz del desviador cuando el apoyo provisto por el cemento ó la formación sea insuficiente.

   Mantenga la rata de penetración por debajo de 2 pies/hora y es muy probable que el "salto" de la cortadora desde la cara del desviador pueda ser evitado.

6. Luego de cortar el resto de la tubería, intente perforar por lo menos un hoyo de igual largo que el conjunto de corte de ventanas, esto es el largo total desde la cara del cortador de ventana hasta la fresa de tipo sandía superior. Esto le permitirá rimar la fresa de tipo sandía de tamaño completo a través de la ventana hasta el fondo de la ventana.

7. Recoja la sarta y rime hacia atrás hasta la posición inicial. Marque los puntos apretados y rime hasta que el torque de corte haya desaparecido.

8. Recoja la sarta hasta la posición inicial, atraviese la ventana sin rotación. Con las bombas apagadas si las condiciones del pozo lo permiten. Si el

indicador de peso aumenta de lectura rime a través del punto apretado. Recoja la sarta y vuelva a atravesar la ventana hasta que la resistencia a través de la ventana sea mínima. Se ha experimentado en el laboratorio y en el campo que la calidad de la ventana es mejor cuando la ventana es rectificada una sóla vez ó un máximo de dos veces.

9. Circule hasta limpiar el pozo y retire la sarta del pozo.

10. Verifique el diámetro externo de la fresa de tipo sandía superior. Si el diámetro de la fresa se encuentra 1/8’’ bajo el diámetro requerido y planificado para el ingreso de conjuntos de perforación, se deberá efectuar una nueva corrida. Corra una fresa de tipo sandía nueva de tamaño completo conjuntamente con el cortador de ventanas de tamaño completo. Rectifique la ventana hasta el tamaño deseado.

11. Permanezca en el sitio de perforación hasta que se haya atravesado la ventana con el conjunto de perforación direccional.

Recuperación del desviador

Existen diversos métodos para recuperar el desviador y cada uno tiene sus ventajas y desventajas. Dependiendo del trabajo a realizar, el supervisor decidirá cual herramienta es la más adecuada para pescar el desviador.

Para garantizar una recuperabilidad del 100% la lista de equipos para la recuperación del desviador deberá ser completa. Esto significa tener una herramienta de pesca como herramienta de respaldo y herramientas de corte para triturar el desviador siempre deberán hallarse disponibles en el sitio de perforación.

CAPITULO III

APLICACIÓN DE UN CORTE DE VENTANA EN POZOS DEL ORIENTE ECUATORIANO Y EVALUACION DE LOS RESULTADOS

Como ejemplos de aplicación de la técnica de cortes de ventana, citaremos dos casos: el primero fue realizado por la compañía de servicios Anadrill /Schlumberger para la compañía YPF en el campo Amo en agosto de 1998 (13).

El segundo caso corresponde a un trabajo ejecutado por Baker Oil Tools en el campo Gacela de la compañía ORYX. Este fue realizado en junio de 1997 (14).

Pozo Amo B-9

El pozo Amo B-9 es el sexto pozo horizontal perforado por YPF en el oriente ecuatoriano, el cuarto en el campo Amo. El pozo fue iniciado el 22 de junio de l998, alcanzando una profundidad de 9432 pies, para asentar la tubería de revestimiento el 17 de julio. Al continuar con el trabajo de desviación a esta profundidad, ocurre un accidente atascándose la tubería y el conjunto de herramientas que se indica en el reporte, se intenta pescar, pero nuevamente se atasca y la tubería se rompe; se decide entonces hacer un *corte de ventana* para desviar el pozo a +/- 6640 pies.

El desvío comenzó el 04 de agosto y se alcanzó una profundidad de 10150 pies el 23 de agosto.

La zapata de la tubería de revestimiento de 9 5/8” fue asentada a 9320 pies (6853 pies, PV) con un ángulo de 85.4º. A partir de este punto se perforó horizontalmente 830 pies con una broca de 8 ½ “, donde fue colocado un “Liner” de producción pre-perforado de 7” (con orificios de 1/8”).

El Corte de Ventana

Para realizar este trabajo se contrató los servicios de la compañía Anadrill de Schlumberger.

En este caso se utilizó la técnica de colocación de un tapón de cemento, sobre el cual se orienta el desviador.

El siguiente fue el procedimiento seguido:

1. se bajó al pozo con broca y raspador por debajo de la profundidad de asentamiento del retenedor de cemento .

2. Se corrió un anillo calibrador (conejo) y canasta para desperdicios por debajo de la profundidad de asentamiento del retenedor de cemento.

3. Se asentó el tope del retenedor de cemento a 6624 pies y se procedió a la colocación de un tapón balanceado de cemento. Se esperó el tiempo de fraguado.

4. Se ensambló la sarta de corrida de fondo consistente de anclaje de corrida de fondo, desviador, cortadora de ventanas, sandía fresadora, junta flex, flotador, una junta de tubería de perforación de gran peso

(HWDP); se alineó la cara de la herramienta MWD con la cara del desviador y se bajó al pozo.

5. Se bajó hasta el tope del tapón de cemento (6624 pies); se bombeó a través del MWD y se obtuvo la orientación de la cara del desviador.

6. Usando la rotación de la tubería de perforación se posicionó la cara del desviador en la dirección deseada (143º).

7. Aplicando 12000 lb se asentó el anclaje sobre el tapón de cemento. Luego se procedió al corte de la ventana, mientras se circulaba para sacar los desperdicios producidos en el corte. La ventana se cortó completamente con un bajo torque y peso.

8. Se retiró la sarta del pozo.

9. Se ensambló la sarta de perforación direccional y se bajó al pozo para continuar perforando a través de la ventana cortada.

RESULTADO

Fue realizada una prueba con bomba Jet obteniendo un índice de productividad de 16.8 BFPD/psi (4776 BFPD). Se estimó que con la instalación de una bomba electrosumergible el volumen de producción podría alcanzar los 22000 BFPD con un 20% de corte de agua. La producción final alcanzada fue de 16000 BFPD.

- En los gráficos siguientes se muestra el pozo en sus diferentes fases, asimismo se incluyen dos tablas, la I y II donde se dá más detalles de las operaciones en el pozo.

Pozo Gacela 2

EL Gacela 2 es un pozo vertical perforado hace 5 años por la compañía Oryx.

Con el afán de aumentar la producción se planificó en abril de l997 anexar al pozo otra zona productora, para lo cual era necesario una perforación horizontal.

Para esta perforación se necesitó realizar un *corte de ventana* a +/-8300 pies de profundidad.

El corte fue ejecutado el 09 de junio de 1997 por la compañía de servicios Baker Oil Tools, con el taladro 227 de Intairdrill y el apoyo de Gyro Data en la orientación. El tiempo necesario para el corte fue de sólo 6 ½ horas. En este caso no se utilizó tapón de cemento ni un tapón CIBP sino una empacadura desviadora sobre la que se asienta el desviador orientado. Para el corte se utilizó el sistema mejorado "Window Master".

Procedimiento seguido para el Corte de Ventana

1. Se bajó al pozo con broca y raspador por debajo de la profundidad de asentamiento de la empacadura.

2. Se bajó al pozo con anillo calibrador (conejo) y canasta para desperdicios por debajo de la profundidad de asentamiento de la empacadura.

3. Se ensambló la empacadura “DW-1” y la herramienta de asentamiento modelo “E-4” con el “wireline” y se bajó al pozo lentamente. Se asentó la empacadura a 8300 pies de profundidad.

4. Se acopló la herramienta “Gyro Inteq” al “wireline”, se bajó al pozo y se tomó 7 lecturas para verificar la orientación de la llave guía de la empacadura.

5. En superficie se orientó el anclaje “ W-2” con el desviador.

6. Se ensambló el “Window Master” a la sarta de fondo consistente del anclaje “W-2”, el desviador, cortador de ventana, sandía fresadora, junta flex, sarta de corte, flotador, una junta de tubería de perforación de gran peso (HWDP), “drill collars”, un martillo, botellas de perforación y se bajó al pozo.

7. Se acopló el pestillo del ancla “W-2” a la empacadura con un peso de 5500 lb.

8. Aplicando 26000 lb se inició el corte de la ventana frente al desviador, circulando en todo momento para extraer los desperdicios que resultaron del corte.

9. Con torque ligero se continúa cortando la ventana lo suficiente para que entre y salga sin dificultad la sarta.

10. Se retiró la sarta del pozo dejando concluido el corte de la ventana.

11. Se ensambló la sarta de perforación y se bajó al pozo para continuar perforando horizontalmente.

RESULTADO

El resultado fue exitoso, la producción aumentó en un 43 % (de 11200 BFPD a 16000 BFPD).

- El gráfico a continuación muestra la completación colocada en el pozo desviado, y se incluye una tabla que muestra el cronograma del corte de ventana (Tabla III).

TABLA COMPARATIVA

METODO UTILIZADO	SIST. WINDOWMASTER	TAPON DE CEMENTO
Pozo	Gacela 2	Amo B-9
Formación	Esquisto	Arena dura
Temperatura	205º F	180º F
Profundidad	8500 pies	6650 pies
Cementación en KOP	buena	buena
Edad del casing	5 años	nuevo
Medida y tipo de casing	9 5/8" 47# N-80	9 5/8" 47# N-80
Medida y tipo de broca	8 ½ " "Metal Muncher"	8 ½" PDC
ROP (promedio)	4 a 5 pies/hora	4 a 5 pies/hora
Veloc. promedio de corte del casing	120 RPM	120 RPM
Tiempo requerido para cortar el casing (ventana)	6 ½ horas	8 horas
Nº de corridas efectuadas	2	4
Tiempo total de la operación	32 horas	3 días
Costo de la operación	$ 80.000 x Equipo *	$ 40.000 x Equipo *

* (+) $ 1000 diarios del técnico

(+) $ 600 por hora de taladro

Evaluación

La profundidad a la que se realizó el corte de ventana utilizando tapón de cemento fue de 6650 pies; es decir, 1850 pies menos que en el Gacela 2. A pesar de esto, se tardó 3 días en dejar concluido el corte, mientras que en el caso del sistema “WindowMaster” se necesitó sólo de 32 horas (resultado de realizar éste en 2 corridas y el otro en 4).

Si las profundidades fueran similares, la diferencia en tiempo sería considerablemente mayor.

Esto muestra la desventaja en el uso del tapón de cemento porque aunque el costo del equipo sea menor en $ 40.000, se equiparan finalmente al considerar el costo en función del tiempo ($ 600 por hora de taladro más $1000 diario del técnico).

Si a más de esto se considera que se dejó de producir 1.5 días, habiendo sido la producción inicial de 16.000 BFPD, se concluye que el sistema “WindowMaster” es el más ventajoso y recomendable.

Por otro lado la exactitud de la dirección del corte que se obtiene con “WindowMaster” es un parámetro de suma importancia en el trabajo de desviación, que debe considerarse.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- El sistema de Corte de Ventanas funciona como un método práctico recomendable para ser empleado en cualquier caso donde se requiera un trabajo de desviación.

- Prácticamente no hay limitaciones para utilizar esta técnica.

- Este método nos brinda un considerable ahorro de tiempo en comparación con métodos convencionales utilizados anteriormente.

RECOMENDACIONES

- Al realizar un corte de ventana en un pozo revestido debe asegurarse que la cementación en el punto seleccionado sea de buena calidad. De no ser así se seleccionará un punto más arriba.

- Si al seleccionar el nuevo punto para el corte de ventana, la cementación no es la adecuada para proceder; como último recurso se deberá realizar un “squeeze”.

– Se recomienda utilizar el sistema “Window Master” por el considerable ahorro de tiempo que proporciona.

– No se debe olvidar que “el mejor lugar para encontrar petróleo es donde éste ya existe”.

REFERENCIAS

0. K. Guajala & S. Barragán, “Evaluación de la tecnología aplicada al corte de ventanas en tuberías de revestimiento y sus resultados en la optimización de la producción de petróleo” (Tesis, Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1999).
1. Petroproducción. Departamento de Ingeniería de Petróleos, (1998).
2. Window Cutting Manual (U.S.A., Baker Hughes & Co., 1995).
3. Advanced Casing Exit Technology (U.S.A.,Baker Hughes & Co., Annual edition 1997), pp. 21.
4. Interim Technical Unit (Baker Oil Tools, Technical Manual, april 1998).
5. Interim Technical Unit, Op. Cit., pp. 1.
6. Window Cutting Manual, Op. Cit., pp. 27.
7. Interim Technical Unit, Op. Cit., pp. 3 – 5.
8. Advanced Casing Exit Technology, Op. Cit., pp. 9.
9. Advanced Casing Exit Technology, Op. Cit., pp. 10.
10. Fishing Services Manual, Baker Oil Tools (1996), pp. 34.
11. Advanced Casing Exit Technology, Op. Cit., pp. 4.
12. Advanced Casing Exit Technology, Op. Cit., pp. 5.
13. YPF (Informe técnico, agosto 1998).
14. Baker Oil Tools (Informe técnico, junio 1997).

TABLA I

DISTRIBUCION DEL TIEMPO DE TRABAJO
POZO AMO B – 9

CODE / OPERATION	TOTAL WELL (Hrs)	(%)
1. R/U & Tear down	0.0	0.0
2. Drill actual	351.0	20.5
3. Reaming	256.0	14.9
4. Coring	0.0	0.0
5. Cond, mud & circulate	51.5	3.6
6. Trips	244.0	14.2
7. Lubricate rig	15.5	0.9
8. Repair rig	39.0	2.3
9. Cut off drilling line	3.5	0.2
10. Deviation survey	16.5	1.0
11. Wireline logs	0.0	0.0
12. Run casing & cement	74.5	4.3
13. Wait on cement	0.0	0.0
14. Nipple up B.O.P.	5.5	0.3
15. Test B.O.P.	1.5	0.1
16. Drill stem test	0.0	0.0
17. Plug back	4.0	0.2
18. Squeeze cement	0.0	0.0
19. Fishing	81.0	4.7
20. Directional work	167.5	9.8
21. Completion	163.5	9.5
22. Miscellaneous	228.5	13.3
Total	**1713.0**	**100.0**

TABLA II

YPF – AMO B – 9
SUMARIO DEL POZO

DATE (1998)	DAY	DEPTH Ft	FOOTAGE/AVERAGE Ft/day	ROP/AVERAGE ft / hr
JUNE 22	1	128	128	5.3
23	2	1766	1638	68.3
24	3	2194	428	17.8
25	4	3402	1208	50.3
26	5	3808	406	16.9
27	6	5165	1357	56.5
28	7	5638	473	19.7
29	8	6050	412	17.2
30	9	6050	0	0.0
JULY 01	10	6050	0	0.0
02	11	6050	0	0.0
03	12	6710	660	27.5
04	13	7295	585	24.4
05	14	7760	465	19.4
06	15	8284	524	21.8
07	16	8307	23	1.0
08	17	8373	66	2.8
09	18	8890	517	21.5
10	19	9010	120	5.0
11	20	9010	0	0.0
12	21	9061	51	2.1
13	22	9197	136	5.7
14	23	9419	222	9.3
15	24	9430	11	0.5
AUGUST 02	42	6270	0	0.0
03	43	6624	354	14.8
04	44	6657	33	1.4
05	45	6725	68	2.8
06	46	6975	250	10.4
07	47	7304	329	13.7
08	48	7730	426	17.8
09	49	8125	395	16.5
10	50	8212	87	3.6
11	51	8569	3 57	14.9
12	52	8823	254	6.10
13	53	8831	8	0.3
14	54	8982	151	6.3
15	55	9064	82	3.4
16	56	9079	15	0.6
17	57	9244	165	6.9
18	58	9320	76	3.2
19	59	9320	0	0.0
20	60	9320	0	0.0
21	61	9335	15	0.6
22	62	10005	670	27.9
23	63	10150	145	6.0
24	64	10150	0	0.0

TABLA III

REPORTE DEL CORTE DE VENTANA
POZO GACELA 2

TIME	WOM	TORQUE	RPM	FLOW RATE	FINAL DEPTH	TOTAL DEPTH
1st Hour 20'	1- 3000 lbs	150	55	8 ½ BBL/min	3'	3'
2nd Hour	3- 4000 lbs	175	90	8 ½ BBL/min	5'	8'
3th Hour	4- 5000 lbs	150	90	8 ½ BBL/min	2.5'	10.5'
4th Hour	4- 5000 lbs	150	90	8 ½ BBL/min	4'	14.5'
5th Hour	4- 5000 lbs	140	90	8 ½ BBL/min	10'	24.5'
6th Hour 30'	5- 6000 lbs	140	90	8 ½ BBL/min	11.5'	36'
Total milling Time: 6 ½ Hours						
Total Depth: 36 ft			Average: 5.5 ft/ Hr			