

CASING DRILLING®

PRESENTE Y FUTURO DE UNA NUEVA TECNOLOGIA

Ing. Luis E. Piasco
Tesco Corporation

Resumen:

Con casi 500.000 metros perforados en los últimos 5 años, el Casing Drilling® poco a poco pasó de ser una nueva tecnología de valor improbado, a ser reconocido como un método práctico para resolver problemas de pozo y reducir los costos de perforación.

Los mayores beneficios obtenidos a partir de su aplicación surgen de la reducción de eventos no programados tales como: pérdidas de circulación, inestabilidad de pozo, malas cementaciones y eventos de control de pozo.

El Casing Drilling® ha demostrado que los costos de perforación en aplicaciones verticales pueden reducirse porque:

- Se reduce el tiempo requerido para perforar y correr el casing en una sección,
- se reducen (o eliminan) los eventos de pérdida de circulación y control de pozo,
- se eliminan las dificultades para sacar sondeo y correr casing una vez que el pozo se ha perforado,
- el número de secciones de casing a correr puede reducirse (en algunos pozos),
- y si se perfora con un equipo construido a los efectos, los beneficios se ven optimizados, se reducen los costos de combustible y se minimizan los tiempos de movilización y costos en general.

Aplicaciones relativamente nuevas están demostrando además, la habilidad del Casing Drilling® para mejorar la producción en reservorios gasíferos de baja presión, minimizando la invasión de lodo dentro del reservorio mientras el pozo está siendo perforado.

En recientes aplicaciones también ha quedado demostrado que las técnicas de perforación “Managed Pressure” pueden aplicarse efectivamente junto a la técnica de Casing Drilling® para reducir los costos de perforación.

Estas ventajas son mucho más significativas que la sola reducción de los costos de perforación dado que pueden incrementar reservas justificando la perforación de pozos que serían antieconómicos perforados de manera convencional.

Todas las ventajas mencionadas son también aplicables a pozos direccionales, los cuales demuestran una expansión notoria en la actividad comercial futura.

En la actualidad, se está trabajando en el diseño de las herramientas y la adecuación de la ingeniería para la implementación del Casing Drilling® aplicado a operaciones de perforación “underbalance”.

Introducción:

En los últimos cinco años se han perforado más de 300 intervalos de pozos con Casing y sistemas de conjunto de fondo recuperable. La actividad se ha enfocado principalmente en la perforación de pozos verticales, con lodos base agua o base aceite convencionales con solo algunas aplicaciones incipientes de PMD (Pressure Managed Drilling) y cerca de una docena de pozos direccionales¹.

La perforación de pozos verticales con el empleo de la tecnología Casing Drilling® tanto en mar como en tierra ha reportado sus beneficios a más de un operador.

Existen diferentes opciones para aplicación del Casing Drilling®. Desde la simple utilización de un trépano enroscado al final de una sarta de casing hasta el empleo de herramientas que permiten recuperar el conjunto de fondo para llevar a cabo maniobras de cambio de trépano sin sacar el casing del pozo^{1,2,3}.

Los costos de perforación de los pozos verticales perforados con Casing se han visto reducidos debido a la eliminación o reducción de eventos no programados y al cambio del diseño del pozo en algunas ocasiones.

Dentro de la reducción de costos señalada podemos mencionar las que son consecuencia de:

1. la reducción o eliminación de las pérdidas de circulación.
2. la reducción o eliminación del tiempo de maniobras y la corrida de casing.
3. la reducción o eliminación del tiempo para controlar un pozo en surgencia.

Asimismo se ha comprobado que todas las ventajas de la perforación con Casing en pozos verticales son perfectamente aprovechables en pozos direccionales¹.

A raíz de esto se ha perfeccionado la técnica de perforación con casing para adaptarla a las necesidades de la perforación direccional cosa que se ha logrado con éxito.

Otras aplicación cada vez más común en perforación convencional que se ha combinado con éxito con ésta tecnología ha sido la PMD, sigla en inglés de perforación con presión controlada. Esta técnica ha derivado de la perforación bajo balance y ha demostrado ser extremadamente útil y beneficiosa si se la aplica combinada con Casing Drilling®.

Experiencias con Casing Drilling®

Marathon (Estado de Wyoming)

Las primeras experiencias comerciales de Casing Drilling® se llevaron a cabo en un campo operado por Marathon en el Estado de Wyoming (USA) en el año 1999. Los pozos perforados en esa zona han sido muy valiosos para el perfeccionamiento de las herramientas y la técnica de perforación con casing. Quedó establecido que la curva de aprendizaje para la aplicación de la tecnología se acotaba a tres o cuatro pozos (Fig.1). Se comprobó que se podían perforar formaciones relativamente duras con el sistema recuperable y que a su vez éste sistema no es todavía confiable para diámetros menores a 4 ½" inclusive. De ésta experiencia surgió que los underreamers convencionales probados en éstos pozos no resistían las exigencias de las operaciones. Otro descubrimiento importante y que desencadenó el diseño de un nuevo acesorio fue

que el desgaste al que el casing se ve sometido al atravesar formaciones altamente abrasivas se presentaba mayormente en las conexiones del casing y no en el cuerpo del mismo.

Todas las experiencias que aquí se relatan han servido para la continua mejora de las herramientas y procedimientos a utilizarse en la aplicación del Casing Drilling®.

Chevron Texaco (Golfo de Mexico)

Ya por el año 2000, se perforan las primeras secciones superficiales Offshore en el Golfo de México donde se reporta considerable ahorro de dinero al operador (Chevron Texaco) al perforar con Casing Drilling® las secciones superficiales de tres pozos a partir de un único caño conductor. El desafío en éste caso traía aparejado el control direccional para evitar la colisión entre los tres pozos. Nuevamente los underreamer convencionales no resultaron ser confiables y dificultaron en cierta forma las operaciones. No obstante y pese a no utilizar el equipamiento de superficie diseñado a los efectos de la perforación con casing, se cumplieron los objetivos y se siguió adelante con la mejora de las herramientas y procesos.

Entre los aprendizajes se destacan, el buen control direccional obtenido durante la perforación con Casing Drilling®, la comparabilidad de las ROP respecto de la perforación convencional en pozos superficiales y que la recuperación del conjunto de fondo con sondeo era factible y aún podía mejorarse. Cabe destacar que a éstas alturas todavía no se había diseñado el Casing Drive System® (Foto 2) por lo que se utilizaba una reducción y el vástago para rotar la columna de casing.

BP (Estado de Wyoming)

También por el año 2000 surgió un nuevo proyecto de Casing Drilling® en Wyoming pero ésta vez para BP. En ésta oportunidad se perforaron 15 pozos donde se aplicaron las mejoras debidas al aprendizaje en los proyectos anteriores y donde se reafirmaron los conocimientos obtenidos hasta ése momento.

El diseño de pozo convencional en ésta área comprende un casing de superficie de 8 5/8" y un casing de producción de 4 1/2" o 3 1/2". Ambas secciones se perforaron con Casing Drilling® y aquí se llevaron a cabo las primeras operaciones de perforación con presión controlada.

Las características de los pozos son las siguientes: alta tasa de penetración en la sección superficial utilizando trépanos de PDC y agua como fluido de perforación. En la sección de producción, alta abrasividad y eventos de control de pozo junto con severas pérdidas de circulación. No se requiere perfilaje en la sección de producción y el costo operativo es realmente bajo.

Los pozos se perforaron con éxito y entre las lecciones aprendidas y/o reafirmadas en éste proyecto se destacan: la observación de fatiga en las conexiones. De aquí se establece que las uniones del tipo Buttress son las mejores para la aplicación del Casing Drilling® y además se diseñan los anillos de Torque (Torque Rings®). Las herramientas recuperables de 4 1/2" se abandonan por completo debido a sus pobres performances. Se comenzó a perforar con conjunto empaquetado en diámetros pequeños. Se aprendió a identificar el "whirl" durante la perforación con casing. No se tuvieron indicios de pérdidas de circulación en ninguno de los pozos. Aquí se comenzó a intuir el efecto de "plastering" o revoque mecánico.

Conoco Philips (Sur de Texas)

Por el año 2001, Conoco Philips comienza un proyecto piloto de 5 pozos en el Sur de Texas en un campo donde los costos de perforación no lo hacen rentable debido a la complejidad del mismo. Entre los problemas más comunes a encontrar se destacan las pérdidas de circulación de muy severas a totales y la alternancia de formaciones depletadas con arenas productivas^{4,5} (Fig. 2). Sin dudas éste proyecto es el que le ha dado el impulso final al desarrollo e implementación comercial del Casing Drilling®. Con más de 90 pozos perforados con Casing Drilling® desde el año 2001, de ésta operación han surgido las enseñanzas, equipos y herramientas con que se cuenta en la actualidad para perforar utilizando ésta nueva tecnología.

El perfil de un pozo típico de éste campo presenta las siguientes características: Casing de superficie de 9-5/8" con zapato asentado entre 170 y 460 metros dependiendo de los niveles freáticos. Cabe destacar que la operación de perforación de ésta sección es bastante eficiente. Es una sección relativamente fácil de perforar donde no se presentan muchos problemas. El beneficio en la aplicación del Casing Drilling en ésta sección se ve reflejado en un proceso de perforación-entubación más eficiente sobre todo cuando las cañerías guías se asientan a mayores profundidades.

La perforación de la sección intermedia es un tanto más complicada. Si bien las formaciones no son duras y las ROP (tasa de penetración) son bastante elevadas, a partir de los 1000 metros y hasta los 1800 metros se pueden encontrar zonas pasibles de pérdidas totales de circulación. Dentro de ésta sección de pozo es necesario mantener un peso de lodo de hasta 1320 gr/cc para controlar la surgencia de gas que normalmente se manifiesta al llegar a la profundidad final de éste tramo. Aquí el casing se asienta dentro de una zona geopresurizada de transición. Los problemas que pueden encontrarse en la perforación de ésta sección varían entre combinaciones de aprisionamientos por presión diferencial, empaquetamiento del pozo y aprisionamientos mecánicos. Estos últimos son los que conforman el mayor porcentaje de incidentes de aprisionamiento. Normalmente se realiza una maniobra corta mientras se perfora convencionalmente y una maniobra de limpieza al terminar el pozo a los efectos de asegurar la entubación. Cuando hay problemas de desviación, se requiere bajar con un conjunto direccional para corregir el ángulo y poder así alcanzar el objetivo del programa. En algunos casos los problemas de desviación son muy severos.

Al finalizar la sección intermedia, se cambia el sistema de lodo a base aceite. El objetivo es poder manejar mejor los problemas ocasionados por las altas temperaturas y las altas densidades utilizadas para pasar las arenas de interés. La perforación en si es bastante eficiente pero el acondicionamiento del pozo para controlarlo, poder perfilar y correr casing puede llegar a tomar más tiempo que la perforación en si.

Reducción de los tiempos muertos

La reducción en los tiempos de perforación debe en general enfocarse a los tiempos muertos más que a los tiempos de construcción del pozo en si (ROP). La perforación con casing reduce los tiempos muertos, o mejor dicho, los tiempos que no se utilizan en la operación de perforación propiamente dicha, eliminando las maniobras con sondeo y los tiempos de entubación. Asimismo, y aún más importante, reduce el riesgo de no llegar con el casing a la profundidad programada.

En los comienzos de la aplicación del Casing Drilling® en el Sur de Texas, el mayor interrogante era si ésta nueva tecnología minimizaría los problemas de aprisionamiento y pérdida de circulación que se sucedían en las operaciones de perforación convencional hasta ese momento. No obstante y basados en el estudio de situaciones menos severas en donde éstos problemas habían sido

solucionados perforando con casing, se concluyó que la calidad del pozo en general podría ser mejorada reduciendo los problemas de pérdida de circulación e inestabilidad en general.

No solo el casing drilling se eligió aquí para mejorar la eficiencia de la perforación en general, sino que también se esperaba una mejora en los índices de seguridad al reducir el manipuleo de elementos de gran porte y peso como así también reduciendo los tiempos empleados en actividades con altas frecuencias de incidentes.

Era totalmente claro que la optimización de la perforación convencional había llegado a una meseta y se necesitó de un nuevo impulso dado por la aplicación de ésta tecnología para alcanzar una reducción de costos adicional. Con la implementación de Casing Drilling®, se permitió el desarrollo de reservorios gasíferos menores a 1 BCF logrando extender ese potencial desarrollo por varios años.

Desempeño de la tecnología Casing Drilling®

En los comienzos de la aplicación de la tecnología hubo una serie de desafíos a afrontar y vencer para seguir adelante con el desarrollo de la misma. Problemas relacionados con la incertidumbre en cuanto al comportamiento direccional de la sarta de perforación y el nuevo BHA, la confiabilidad de las nuevas herramientas, el desgaste de las mismas y de los tubulares y las posibles fallas en los sellos de la herramienta de anclaje (DLA).

No obstante los potenciales inconvenientes mencionados y la ocurrencia de algunos de ellos en mayor o menor grado a lo previsto, el desempeño de la nueva tecnología fue más que aceptable al lograr luego del quinto pozo, igualar los tiempos de una perforación convencional para más adelante reducirlos a la mitad con el correr de los pozos y los metros perforados. Tal es así que el programa de perforación con Casing Drilling® que comenzó en el año 2001 continúa el día de hoy en éste mismo yacimiento y con la misma Compañía Operadora.

El programa piloto de 5 pozos fue vital para determinar que la tecnología Casing Drilling® es económicamente viable. De haber perforado solo un pozo de prueba, difícilmente el programa de perforación se hubiera extendido a la cantidad de pozos que se llevan perforados en la actualidad en ese campo, más de 90⁵.

Algunas Estadísticas Interesantes

Tiempos de perforación: El tiempo requerido para perforar los tramos superficial y e intermedio desde el comienzo del pozo hasta que el casing intermedio de 7" se cementa en el fondo programado fue mejorando pozo a pozo. Al quinto pozo se consiguió igualar el promedio de tiempos empleado en perforar convencionalmente las mismas secciones (promedio obtenido de 113 pozos similares perforados con 7 equipos de perforación distintos en el año 2001). El avance promedió 315 metros/día para los primeros 5 pozos perforados con Casing Drilling® comparados con los 236 metros/día de promedio en los pozos convencionales. Esto equivale a dos días y medio a favor del Casing Drilling® para pozos con una profundidad promedio de la cañería intermedia de 2350 metros.

ROP: Dado que como ya se ha dicho, el Casing Drilling apunta a eliminar los tiempos muertos, es importante que las ROP en cada una de las secciones donde se emplee sean equivalentes a las ROP obtenidas con perforación convencional. Esto obviamente hará que los ahorros obtenidos por la eliminación de tiempos muertos no se vean diluídos por una baja tasa de penetración. Hasta ahora, en los proyectos de Casing Drilling® que se han perforado, las tasas de penetración han sido en promedio iguales o aún mejores que en perforación convencional (Fig. 3).

Las secciones intermedias de los pozos han sido verticales y perforadas con motor y rotación del casing en un intento por reducir el desgaste del casing por abrasión y con el fin de además incrementar la ROP. Se descubrió que se debía rotar a 80 rpm el casing para evitar las vibraciones torsionales y que además de esto, la mejora en la ROP resultaba ser mínima. Con esto se probó que la forma más efectiva de perforar éstas secciones en cuanto a costos se refiere es rotando el casing.

Perforación Direccional

Las primeras aplicaciones de perforación direccional surgieron debido a los grandes problemas de control de dirección que presenta el yacimiento que opera Conoco Philips en el sur de Texas. Dada la escasa tolerancia de los objetivos en el reservorio, en un gran porcentaje de las operaciones de perforación convencional se ven obligados a bajar conjuntos con motor de fondo y herramientas de control direccional para poder llegar al objetivo.

Las operaciones de Casing Drilling® también se han visto afectadas por éste problema en sus comienzos y se tuvo que bajar conjuntos direccionales en varias oportunidades para recuperar la verticalidad del pozo o bien para cumplir con el objetivo proyectado.

En los comienzos, la perforación direccional significó un gran desafío para ésta nueva tecnología, pero se fueron introduciendo cambios en el BHA que han sobrellevado con éxito las dificultades encontradas. Nuevos estabilizadores y configuraciones de conjuntos empaquetados en las secciones del conjunto de fondo piloto han servido para mantener verticalidad o dirección en casos de reservorios con severas tendencias a la desviación como en el caso que nos ocupa en el Sur de Texas.

Pérdidas de Circulación

Este yacimiento se caracteriza por sus severas pérdidas de circulación, al punto de no tener retorno en un gran porcentaje de pozos. La remediación de éste inconveniente es sumamente costosa y de escasa eficacia en algunos casos llegando al abandono del pozo.

Luego de estudiar la historia de perforación con Casing Drilling® obtenida en éste yacimiento se llegó a la conclusión de que un pozo perforado con casing es más estable y menos permeable que uno perforado con barras de sondeo y portamechas. Se cree que el casing contribuye a formar un revoque más firme con una superficie más suave y uniforme.

Las pérdidas de circulación en los pozos perforados con Casing Drilling® no han constituido un problemas hasta el momento y en general, el arrastre al levantar el casing de las cuñas después de una conexión es menor que para un pozo perforado convencionalmente. Asimismo, en los primeros pozos que tuvieron que ser desentubados debido a fallas en las herramientas cuando el desarrollo de la tecnología era incipiente, se observaron menos problemas al sacar que en pozos perforados con barras de sondeo y portamechas.

Desempeño de las Herramientas

Luego de observar en los primeros pozos que en las conexiones del casing se producía un apreciable desgaste debido a la abrasividad de las formaciones atravesadas, se comenzaron a instalar anillos protectores de desgaste, los cuales están funcionando adecuadamente hasta la fecha.

Se han perforado pozos verticales y dirigidos en éste campo y en general el desempeño de las herramientas ha sido bueno. Como ejemplo podemos citar un pozo en el que la sección intermedia se perforó y cementó utilizando la tecnología Casing Drilling® hasta 2710 m aproximadamente en

9.1 días. Luego de rotar cemento para continuar la etapa siguiente en forma convencional se llegó a la profundidad programada en 3 días. Luego se gastaron 6.5 días en lidiar con problemas de pozo entre los que encontramos control de pozo, pérdidas de circulación, inestabilidad y hasta combinaciones de éstos.

Dado que en diámetros menores a 5 1/2" las herramientas han demostrado ser poco confiables se diseñó un sistema de expulsión del trépano a los efectos de poder hacer Casing Drilling® y poder correr registros eléctricos a pozo abierto una vez alcanzada la profundidad final programada, desentubando los metros necesarios para esto. El "Bit Release Tool®" (Foto 1) ha demostrado ser muy confiable y se sigue utilizando hoy en día para perforar las secciones de producción en los pozos de éste campo. Utilizando ésta metodología se han perforado pozos en aproximadamente 10.5 días desde el comienzo hasta la liberación del equipo de perforación⁵ (Fig.4).

Petrobras (Brasil, Onshore y Offshore)

En el Nordeste de Brasil se han llevado a cabo cuatro ensayos donde se ha probado que el Casing Drilling® tiene un alto potencial de aplicación. El primer y cuarto ensayos se han llevado a cabo en tierra mientras que el segundo y tercero se llevaron a cabo Offshore. El primero se instrumentó a modo de introducción de la tecnología y las herramientas. El resto fueron enfocados a campos donde existían problemas de perforación específicos⁶.

Prueba número 1

La primera prueba fue llevada a cabo en un yacimiento cercano a la ciudad de Maceió. El mismo presenta una litología muy compleja incluyendo varios tipos de arenas y arcillas presentando además fallas extensivas que complican la perforación tanto vertical como dirigida. Los pozos verticales perforados en forma convencional en éste yacimiento sufren de una severa tendencia a la desviación que hacen que se deban hacer carreras de corrección con conjuntos de fondo direccionales para alcanzar el objetivo geológico propuesto.

Un programa de entubación típico en éste campo se compone de una cañería de 20" a 20 metros, 13-3/8" a 200 m, 9-5/8" a 1200 m y 7" a 2600 m siendo ésta la profundidad final.

Aquí se perforó aplicando Casing Drilling® las secciones correspondientes a los casings de 13-3/8" y 9-5/8" respectivamente.

La sección de 13-3/8" se perforó con un conjunto de fondo sencillo constituido por Trépano+Underreamer y la columna de casing (Fig. 5). Se llegó normalmente a los 206 metros donde se procedió a retirar el conjunto de fondo con la unidad de wireline y se cementó desplazando volumétricamente sin utilizar collar flotador o válvula de retención alguna. El desplazamiento teórico indicó ser el real por lo cual se concluyó que el calibre del pozo era perfecto. Esto nunca se había manifestado hasta esa fecha cuando por el contrario, algunas veces ni siquiera el exceso de lechada lograba retornar a superficie.

En la perforación de la sección de 9-5/8" se utilizó un conjunto de fondo direccional previendo tener que hacer correcciones debido a la gran tendencia a la desviación que se manifiesta en éstos pozos como ya se ha dicho. Un conjunto de fondo compuesto por trépano + underreamer + motor + MWD + Monel se bajó desde el comienzo de la perforación de ésta sección. Se perforó rotando la sarta hasta los 422 m donde se midió una desviación de 7.2°. Aquí se hizo necesario corregir y se

comenzó a deslizar para bajar el ángulo. Los parámetros de perforación fueron normales a excepción de las RPM que sumadas (las del motor + las del Top Drive) alcanzaron el valor de 202. Esto hizo que se desgasten prematuramente los cortadores del underreamer y provocó una maniobra de recuperación del conjunto de fondo en 422 metros para cambiar el underreamer.

Debido al desgaste del underreamer, al iniciar la nueva carrera se tuvo que repasar el pozo desde los 372 metros hasta la profundidad alcanzada anteriormente. Este hecho influyó en detrimento del underreamer que tuvo que ser cambiado nuevamente luego de perforar solamente 36 metros de pozo nuevo.

El nuevo underreamer se corrió con menos RPM (10 rpm en el Top Drive y 140 rpm en el motor) con lo cual la carrera fue un poco mayor llegando a la profundidad de 769 metros.

Tanto la abrasividad de la formación atravesada como las altas rpm aplicadas al underreamer hicieron necesarias dos carreras más para llegar a los 1000 m de profundidad. Al extraer el conjunto de fondo con cable desde ésta profundidad se observó que el desgaste de los cortadores del underreamer fue tan severo como el observado en las carreras anteriores y se decidió asentar el casing y cementar en 992 metros, unos 200 metros más arriba de la profundidad programada.

El aprendizaje más importante que dejó ésta primera experiencia fue: Primero, para formaciones altamente abrasivas es necesario que el cuerpo de los cortadores se refuerce de alguna manera (cosa que se hizo para las experiencias posteriores) y segundo, un elevado número de RPM no es necesario para perforar con motor y underreamer dado que no mejora para nada la performance pero si juega en detrimento de la durabilidad de los cortadores.

Prueba número 2

Un segundo ensayo fue conducido Offshore en las cercanías de la ciudad de Fortaleza, también en el Nordeste de Brasil.

En éste caso se seleccionó un campo donde se experimentan severas pérdidas de circulación al perforarse en forma convencional causando esto problemas a la hora de entubar la sección de 13-3/8".

En éste pozo, por cuestiones de programación, se perforó en forma convencional con un trépano de 17-1/2" hasta 350 metros desde donde se continuó perforando con Casing Drilling® utilizando un trépano piloto de 12-1/4" (tricono) y underreamer con cortadores de 17-1/2". Al llegar a los 507 metros, se manifestó la pérdida total de circulación que siguió en forma intermitente hasta los 700 metros debiendo interrumpir dos veces las operaciones por un lapso de 24 horas a la espera de agua dulce para fabricar lodo. Debido a fallas en la recuperación de la herramienta, se decidió desentubar el casing de 13-3/8" el cual salió sin problemas hasta la profundidad de 358 metros donde se aprisionó por motivos que hasta el momento se desconocen. Cabe volver a mencionar aquí que el pozo había sido perforado en forma convencional hasta los 350 metros.

La experiencia que dejó éste pozo ratifica lo dicho en párrafos anteriores en cuanto a la estabilidad del mismo. En dos oportunidades se esperó agua por 24 horas con la herramienta dentro del pozo, el cual se encontraba casi vacío, sin manifestarse en ningún momento síntomas de aprisionamiento. De tener que hacer frente a ésta contingencia perforando convencionalmente, lo que normalmente se estila en éstas operaciones es sacar el sondeo hasta el zapato y esperar, cosa que no se hizo, y volver a bajar repasando todo el tramo.

Asimismo se concluye que el efecto de revoque mecánico (Plastering Effect), si bien contribuye a minimizar las pérdidas de circulación, no las elimina por completo en formaciones de calizas fracturadas como es el caso del pozo en cuestión.

Aún con los problemas operativos que se presentaron, se pudo determinar que el Casing Drilling® es beneficioso en éste tipo de pozos con pérdida total donde la perforación convencional es mucho más dificultosa.

Prueba número 3

Se intento conducir una nueva prueba en el mismo yacimiento en que se encuentra ubicado el pozo anterior pero ésta vez en un pozo dirigido. El mismo se perforó convencional hasta 423 metros con trépano de 17-½” para luego proceder a bajar con casing de 13-3/8” y la herramienta de Casing Drilling® recuperable y continuar perforando direccional hasta los 1000 metros. Debido a un error humano en el ensamblaje de la herramienta, la misma no se asentó correctamente en el sistema de anclaje del casing (DLA), lo que obligó a desentubar el casing. Se observó que el conjunto de fondo no estaba lo que obligó a bajar a pescarlo con sondeo en pozo abierto, lo cual se logró en el primer intento. Dado el retraso que ya se venía acarreado en el programa de perforación debido a condiciones climáticas y del mar en la zona, Petrobras decidió no seguir adelante con la prueba y suspenderla para otra oportunidad.

Prueba número 4

A fines de Octubre de 2004 se llevó a cabo ésta nueva prueba con el fin de perforar un pozo dirigido de alto ángulo atravesando una zona sobrepresurizada (11.5 ppg) para asentar el zapato de casing en una zona de baja presión (2 a 4 ppg) en la sección de producción.

En éste campo ubicado en tierra, en las cercanías de la ciudad de Salvador, se torna muy difícil adecuar el peso del lodo con el fin de evitar el colapso de las formaciones sobrepresurizadas sin sufrir masivas pérdidas de circulación al mismo tiempo. Por ello se seleccionó éste campo como objetivo para la aplicación del Casing Drilling®.

Utilizando un equipo convencional adaptado para Casing Drilling® se comenzaron las operaciones primero, perforando la sección superficial con 17-½” y entubándola con casing de 13-3/8” a 1300 metros. Luego se prosiguió perforando convencionalmente hasta el tope de la formación sobrepresionada a una profundidad de 2740 metros alcanzando un ángulo de 58 grados. En éste punto se comenzó con las operaciones de Casing Drilling® con el fin de perforar los últimos 300 metros de ésta sección los cuales se determinaron como problemáticos.

El plan era perforar los mencionados 300 metros incrementando el ángulo hasta alcanzar los 82 grados de inclinación respecto de la vertical utilizando además un sistema LWD para poder determinar el tope de la formación productiva inmediatamente por debajo de la zona de problemas.

Se perforó entonces utilizando la tecnología Casing Drilling® hasta los 3081 metros, construyendo ángulo desde 58 grados hasta 80 grados y cambiando el azimuth girando 17 grados para evitar colisión con otros pozos verticales vecinos. Si bien la trayectoria a seguir fue bastante compleja, el pozo se mantuvo dentro de un radio de 1 metro respecto del plan trazado (Fig. 6). El trabajo de orientar la herramienta fue mucho más fácil que en el tramo anterior perforado convencionalmente. El torque de perforación fue significativamente más bajo que el de la perforación convencional^{1,7}. Se empleó menos tiempo haciendo sliding durante la construcción del ángulo y el cambio de dirección durante la perforación con casing (Fig. 7). Esto se tradujo en un pozo con menos “dog legs” y una curvatura más suave.

Al llegar a la profundidad de 3081 metros, la penetración cayó a cero lo que obligó a un cambio de trépano. La herramienta no se pudo recuperar desafortunadamente posiblemente debido a la acumulación de sólidos en la cabeza de pesca de la misma. Esto se da normalmente cuando el lodo es de muy baja calidad en cuanto a control de sólidos se refiere. Cabe destacar que el equipamiento de control de sólidos con el que contaba el equipo de perforación no era el más adecuado. Además como se había tomado la decisión de extraer el BHA con coiled tubing, el montaje del mismo empleó 24 horas lo que contribuyó al aprisionamiento de la herramienta y un posterior sidetrack.

Esta prueba demostró la capacidad del Casing Drilling® de perforar secciones direccionales en forma competitiva con la perforación convencional en términos de ROP y control direccional (Fig.8). Esto abre un gran potencial de aplicación en algunas zonas offshore en el Nordeste de Brasil. Luego de los problemas observados para retraer las herramientas, se han hecho modificaciones en las mismas con el fin de mejorar el sistema. Las mismas están siendo probadas actualmente para ser usadas en un proyecto en el Mar del Norte a principios del año 2006 y en futuros proyectos en Petrobras Brasil. Además todavía queda bastante por mejorar en cuanto a planificación y logística en operaciones remotas donde los tiempos juegan un factor preponderante para alcanzar los objetivos con éxito⁶.

Futuras Aplicaciones

El futuro del Casing Drilling® es promisorio. Tanto si hablamos de perforar con sistemas de conjunto de fondo recuperables como no recuperables. Ya se están diseñando nuevas herramientas para ser utilizadas en perforación underbalance en combinación con Casing Drilling®.

En la actualidad se está perforando en forma exitosa con Casing Drilling® aplicando técnicas “Managed Pressure” controlando el pozo dinámicamente mediante el aumento o la reducción del caudal de bombeo. Ha quedado demostrado en algunos de los pozos perforados hasta la fecha que los pozos perforados con casing son mucho más fáciles y seguros de controlar debido al mayor ECD con que se trabaja y a lo fácil que resulta dominar un aumento o reducción del mismo operando con la bomba de lodo del equipo. El reducido espacio anular entre la pared del pozo y el casing permite esto.

La suma de los efectos del revoque mecánico o “Plastering Effect” y la perforación “near balance” en un pozo hace que el aumento de productividad obtenido permita desarrollar determinados yacimientos como ha quedado demostrado en el Campo de Apache situado al Sur de Texas. El campo a que se hace referencia, ha duplicado su índice de productividad desde el comienzo de la aplicación del Casing Drilling®. Se ha impulsado el desarrollo de reservas gasíferas que hasta ese momento resultaban antieconómicas debido a los costos de perforación y terminación y a la baja productividad de los pozos.

En consecuencia, el Casing Drilling® resulta ser una alternativa económica válida para el desarrollo de yacimientos marginales o de baja productividad.

Conclusiones

Más allá de los aspectos positivos y negativos que se han cosechado de las experiencias realizadas hasta el momento a nivel mundial, de las cuales solo se han relatado algunas de las más significativas, el Casing Drilling® se perfila como una solución práctica para resolver problemas

mecánicos de perforación y aún más, como alternativa para el desarrollo de yacimientos marginales.

Las grandes compañías operadoras a nivel mundial han invertido en probar la tecnología en pozos con diferentes grados de complejidad y con resultados diversos. Pero todas han visto en el Casing Drilling® una herramienta con la que tarde o temprano desarrollarán, o en algunos de los casos ya están desarrollando, reservas que de otra forma serían económicamente inviables.

En nuestro país existen algunos intentos enfocados a hacer pruebas, pero todavía no existe la decisión o la visión para impulsar el uso de ésta herramienta como alternativa para resolución de problemas.

Es de esperar que a la fecha de la publicación de éste trabajo esté encaminada alguna prueba de la mano de ingenieros innovadores que le den impulso al empleo de nuevas tecnologías en nuestro país.

Referencias

1. Warren T, Lesso B, "Casing Drilling Directional Wells with a Rotary Steerable System" Offshore Technology Conference, Houston, Texas, U.S.A., 2-5 May 2005.
2. Tessari R, Warren T, and Houtchens B, "Retrievable Tools Provide Flexibility for Casing Drilling" WOCD-0306-01, presented at the World Oil 2003 Casing Drilling Technical Conference, Houston, Texas, U.S.A. March 6-7, 2003.
3. Warren T, Houtchens B, and Madell G, "Directional Drilling with Casing", SPE 79914, Presented at the 2003 SPE/IADC Drilling Conference, Amsterdam, The Netherlands, 19-21, Feb., 2003.
4. Fontenot K, Warren T, and Houtchens B, "Casing Drilling Proves Successful in South Texas" World Oil, October 2002, pp 27-32.
5. Fontenot K, Highnote J, Warren T, and Houtchens B, "Casing Drilling Activity Expands in South Texas" SPE 79862, SPE/IADC Drilling Conference, Amsterdam, Feb 19-21, 2003.
6. Plácido J C R, et al, "Casing Drilling – Experience in Brazil", OTC 17141-PP, presented at the 2005 Offshore Technology Conference held in Houston, Texas, U.S.A., May 2-5, 2005.
7. Maidla E, et al, "Field Proof of the New Sliding Technology for Directional Drilling", SPE/IADC 92558, presented at the 2005 SPE/IADC Drilling Conference and Exhibition, Amsterdam, The Netherlands 23-25 Feb., 2005.

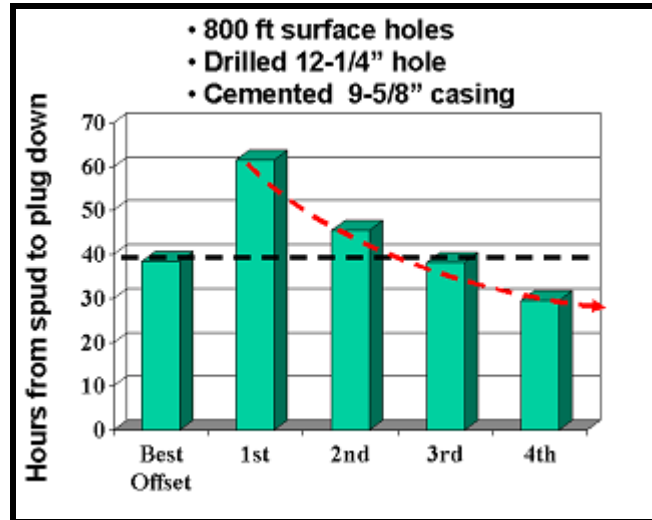


Figura 1
Curva de aprendizaje
Pozos de Marathon en Wyoming

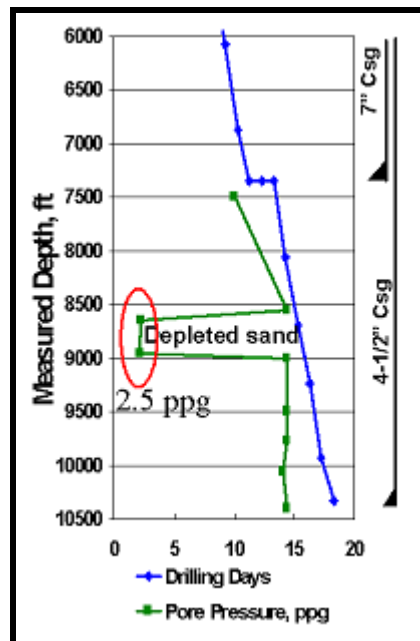


Figura 2
Presion Poral
Yacimiento Conoco Philips (Sur de Texas)

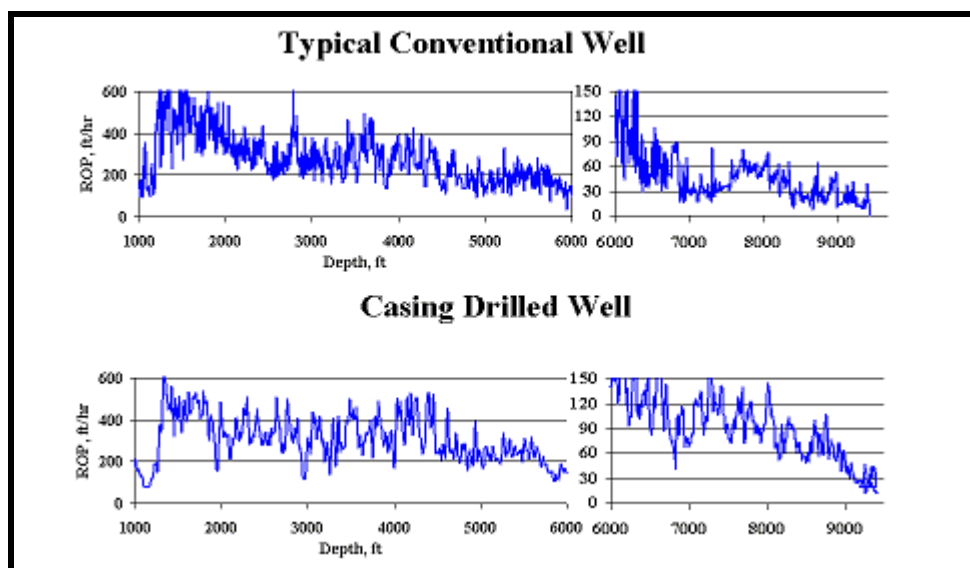


Figura 3
Comparativa de ROP
Campo Conoco Philips (Sur de Texas)

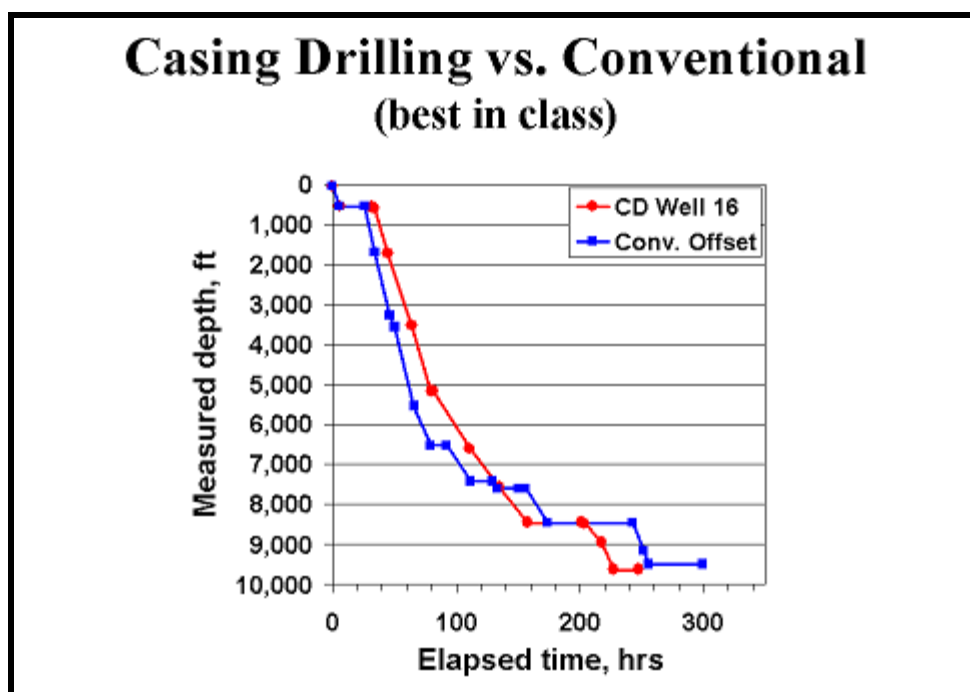


Figura 4
Mejor Tiempo de Perforación
Campo Conoco Philips (Sur de Texas)

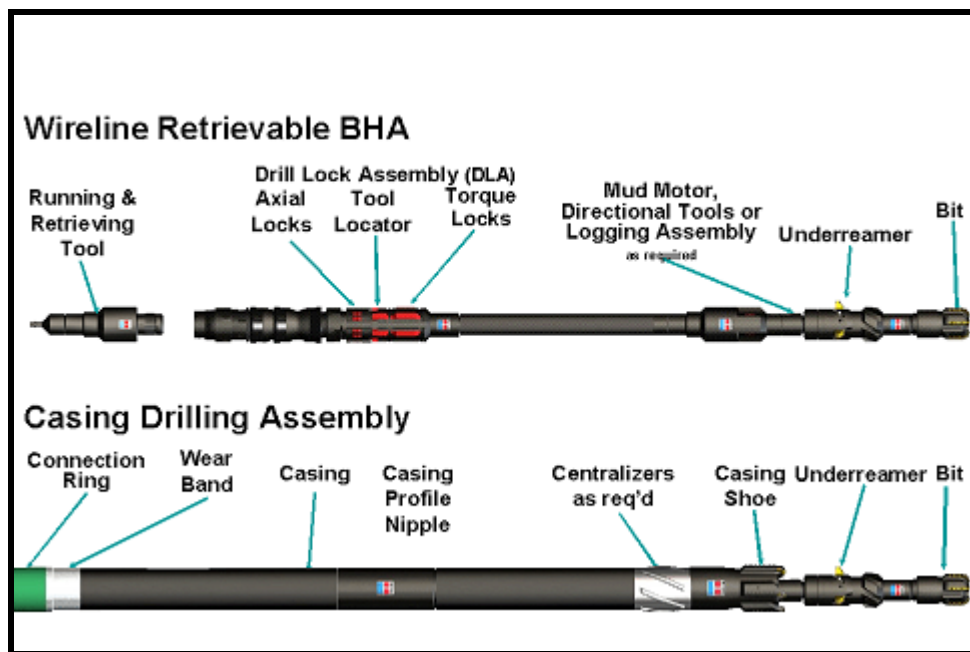


Figura 5
Herramientas – Conjunto de Fondo

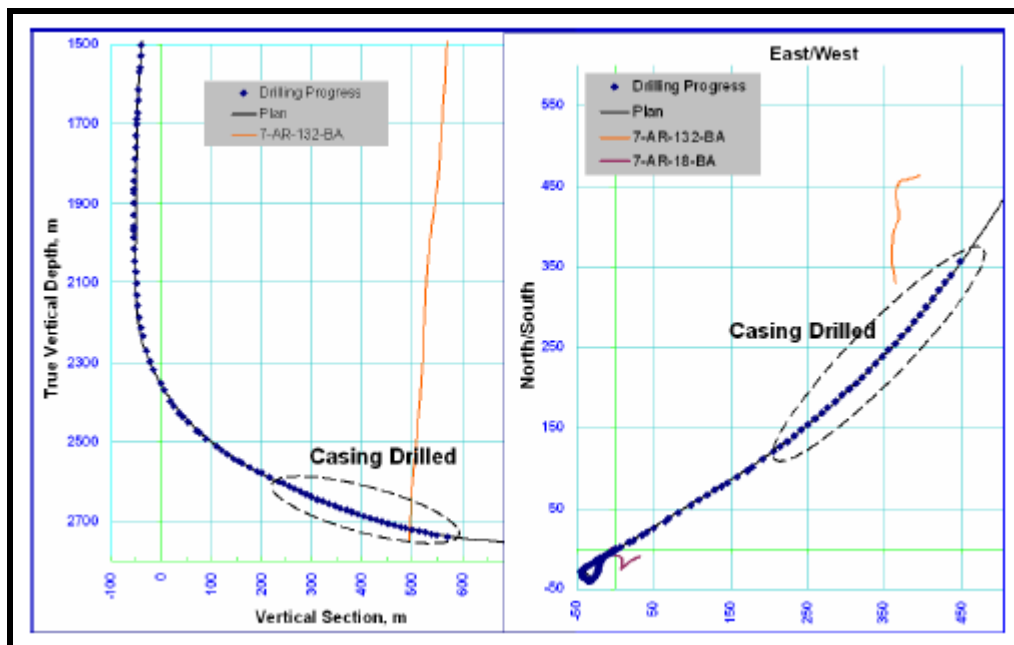


Figura 6
Comparativa Plan Direccional vs Actual
Prueba N°4 pozo Petrobras

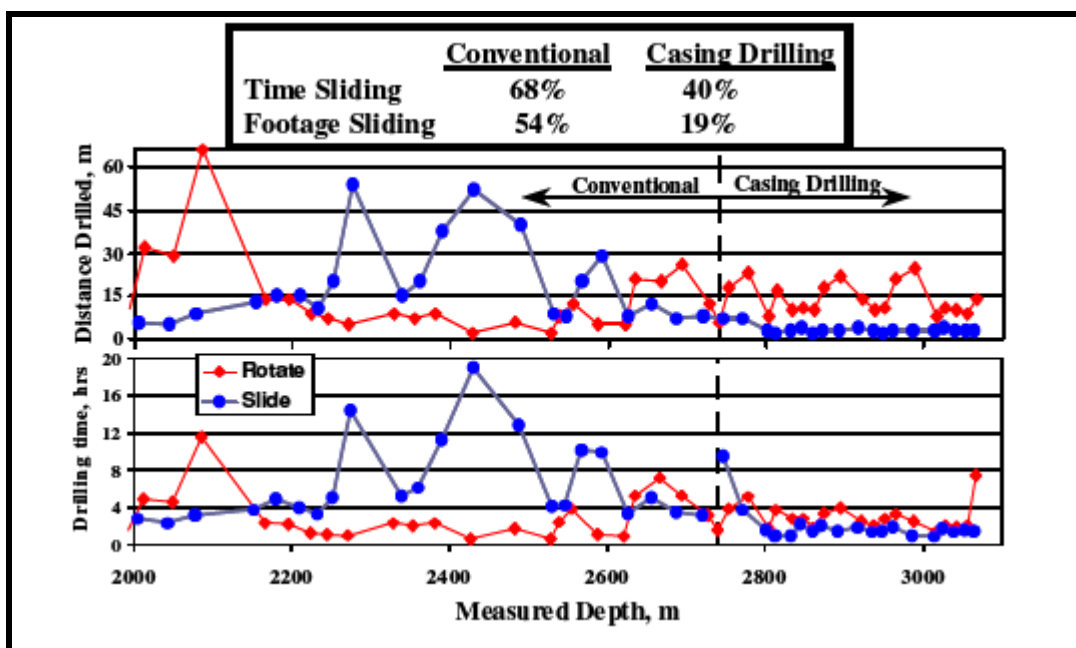


Figura 7
Comparativa Sliding
Prueba N° 4 pozo Petrobras

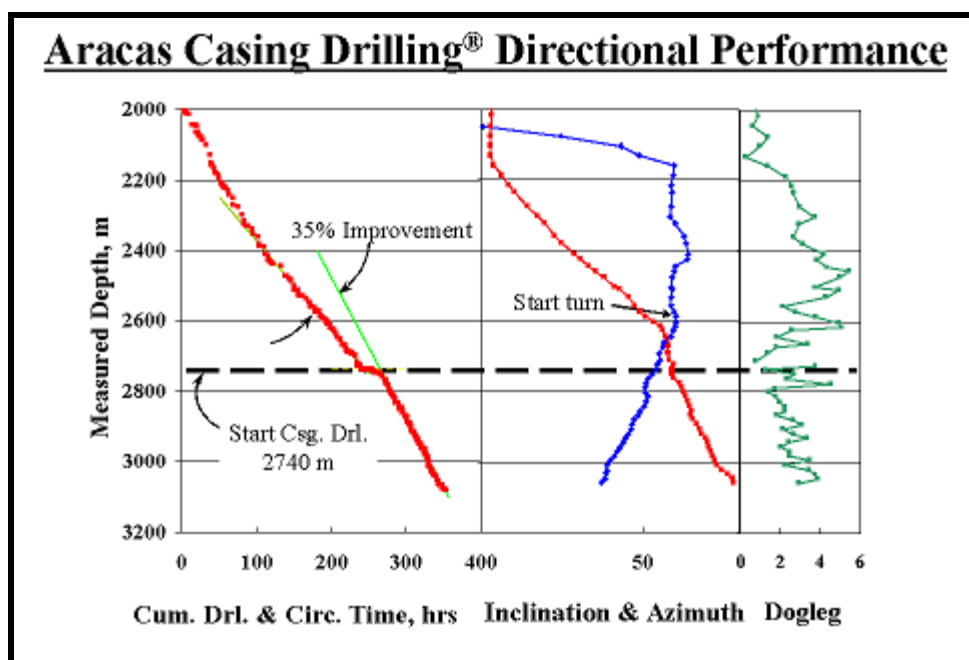


Figura 8
Desempeño de la perforación direccional
Prueba N° 4 pozo Petrobras

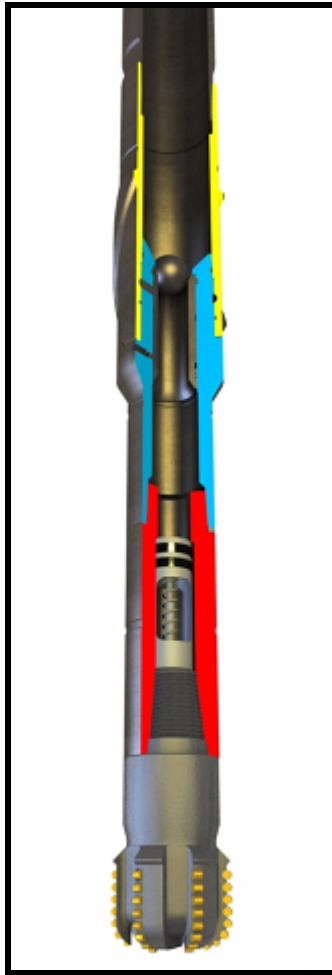


Foto 1
Bit Release Tool®



Foto 2
Conjunto Top Drive + Casing Drive System