

EXPERIENCIAS EN LA APLICACIÓN DE CASING DRILLING™ EN LA PERFORACIÓN DE POZOS DE PETRÓLEO Y GAS.

**Luis E. Piasco
Tesco Corporation.**

Introducción: La perforación convencional de pozos de petróleo y gas utiliza una herramienta compuesta esencialmente por barras de sondeo y portamechas que sirven como elementos para transmitir y aplicar la energía mecánica (potencia de rotación y carga axial) al trépano así como para suministrar conducción hidráulica al fluido de perforación. En algunos casos se utiliza un motor de fondo para suministrar la potencia de rotación pero la columna o herramienta de perforación es esencialmente la misma.

El sistema de perforación Casing Drilling™ integra los procesos de perforación y entubación para conformar un sistema de construcción del pozo más eficiente.

La premisa fundamental del sistema Casing Drilling™ consiste en eliminar una importante fracción del costo total del pozo mediante la utilización de un sistema que permite entubar el mismo a medida que está siendo perforado.

Los ahorros resultan de la eliminación de los costos relacionados con la compra, manipuleo, inspección, transporte y maniobras con el sondeo, eliminando además los tiempos perdidos por problemas adjudicables a éstos ítems y disminuyendo las inversiones de capital en equipos y los costos operativos.

En el presente trabajo se describirá brevemente el proceso de perforación con casing aplicando la tecnología Casing Drilling™ y se expondrán las últimas experiencias en la perforación de pozos de petróleo y gas.

Descripción del proceso: Las técnicas de perforación de pozos de petróleo y gas han sido objeto de estudio desde su nacimiento con el afán de optimizar el proceso para obtener un pozo útil al menor costo posible.

Desde los inicios de la perforación con cable hasta el presente, con la utilización de una herramienta rotativa accionada desde superficie o mediante el empleo de un motor de fondo, ha habido una permanente preocupación por intentar mejorar la calidad de los pozos perforados, reducir los costos operativos y mejorar las condiciones de seguridad de los operarios.

La tecnología de perforación con casing viene a cubrir (hasta el presente) la última etapa en éste proceso proporcionando seguridad, efectividad y reducción de costos en la perforación.

Si bien varios intentos se han llevado a cabo hasta la fecha con el propósito de perforar utilizando el casing en pozos someros, todos han sido realizados de forma rudimentaria mediante el sólo empleo del casing y un trépano enroscado en el lugar del zapato. En

algunos casos se logró el objetivo mientras que en otros la vida del trépano utilizado no lo permitió.

En todos los casos el proceso siempre fue rudimentario y sin ningún tipo de control respecto a las variables de perforación que modifican el estado de tensiones al que se ve sometido el casing durante el proceso.

En la actualidad existe una tecnología desarrollada para perforar con casing que comprende desde las herramientas que constituyen el conjunto de fondo hasta el equipo de perforación el cual ha sido concebido para perforar el pozo completo, en todas sus etapas, utilizando casing y haciendo el proceso mucho más eficiente y controlado¹.

El concepto de Casing Drilling™ se basa en perforar el pozo ensanchándolo, para mejorar la cementación y la limpieza del mismo y con la posibilidad de poder llevar a cabo las maniobras de cambio de trépano o toma de testigos corona sin la necesidad de sacar la tubería del pozo, manteniendo la circulación del fluido de perforación en todo momento.

Desde el punto de vista de las herramientas de fondo a utilizar, tales como trépanos, motores de fondo, MWD, etc. no hay mayores cambios o requerimientos especiales respecto a los mismos ya que por ejemplo se pueden utilizar los mismos trépanos que normalmente se utilizan en la perforación convencional de una zona determinada con la salvedad que deben pasar por el interior del casing con el que se está perforando. En cuanto a motores de fondo y MWD, éstos también deben pasar por el interior del casing que se está utilizando para perforar siendo éste el único requisito.

Con respecto al casing, en general tampoco existen cambios relevantes más que la adición de un niple de asiento (CDL) para la herramienta de perforación (DLA). De todos modos se debe verificar el estado de tensiones al que está sometido el casing durante la perforación y además asegurar que el mismo conserve sus propiedades al momento de cumplir con el propósito original para el cual fue diseñado.

La cementación se realiza también en forma no muy distinta a la convencional empleando un dispositivo que permite el alojamiento de los tapones de desplazamiento al igual que en una cementación corriente.

En cuanto a la ingeniería, diseñar un pozo para aplicar la tecnología de Casing Drilling™ es de alguna manera muy similar a diseñar un pozo convencional³. Las consideraciones sobre estabilidad del pozo, control de surgencias, profundidades de asentamiento de los zapatos, el plan direccional y la selección del trépano son tomados de la misma manera que en la perforación convencional.

La diferencia más significativa es que en la perforación con casing, éste puede estar sometido a esfuerzos y tensiones bastante más diferentes que en los usos convencionales.

El proceso de diseño de un pozo perforado con casing comienza de la misma manera que para un pozo convencional. Los puntos de asentamiento de los distintos casing se

seleccionan basados en la estabilidad y el control del pozo además de los requerimientos de producción. Se diseña el programa direccional del pozo para perforar los objetivos seleccionados y se desarrolla el programa de lodos. Una vez que el proceso de diseño convencional se llevó a cabo, el diseño final deberá adaptarse al proceso Casing Drilling™ para lograr los objetivos exitosamente y asegurar que el tubo mantenga sus propiedades y especificaciones.

Los cálculos de diseño se realizan obviamente utilizando software de ingeniería. Algunos “paquetes” de software son muy útiles a la hora de programar un pozo convencional, pero no proveen un soporte adecuado a algunas situaciones que se presentan durante la perforación con casing y en otros casos éste soporte es inconveniente y contradictorio. Existe un software de diseño para Casing Drilling™ (Casing Drilling Engineering) que es de gran utilidad para el ingeniero de perforación y es utilizado como herramienta de evaluación y monitoreo.

A continuación se pueden apreciar el niple de anclaje así como la configuración de la herramienta de perforación (figura 1).

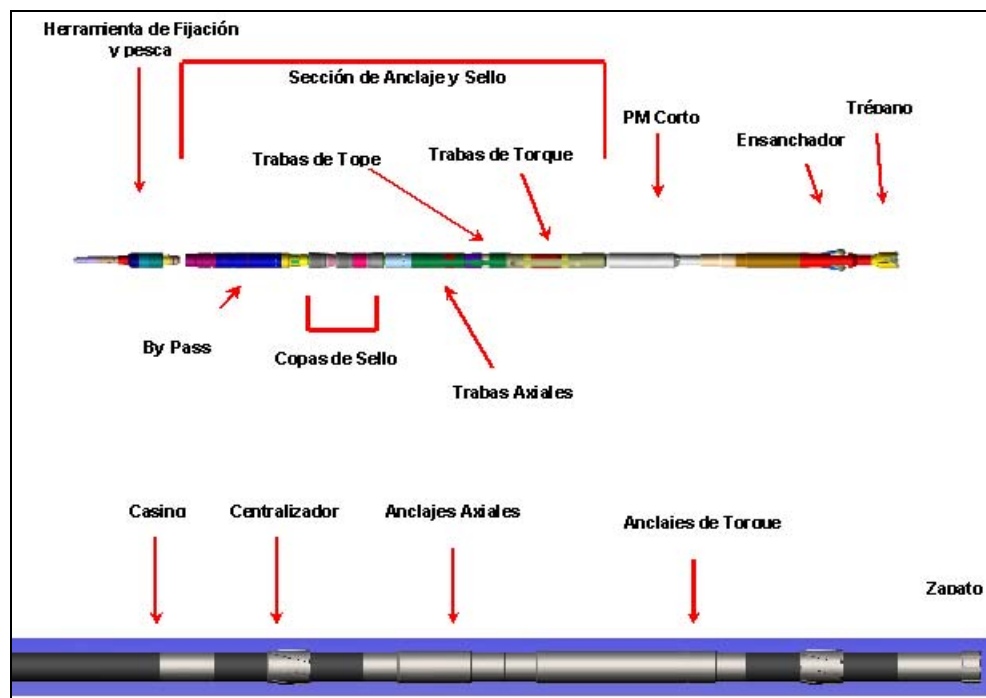


Figura 1
Experiencias en la aplicación de Casing Drilling™

Casing Drilling™ Offshore

Recientemente se han perforado las secciones superficiales de 9 5/8” en dos pozos pertenecientes a uno de los campos operados por Chevron en el Golfo de México. Las mismas alcanzan profundidades de 982 metros y 1136 metros respectivamente. Esta fue

la primera operación de perforación direccional utilizando el sistema Casing Drilling™ en una plataforma offshore.

La experiencia ganada en estos trabajos permitió establecer que utilizando el proceso Casing Drilling™ los ahorros en los tiempos requeridos para perforar y cementar secciones de pozos de similares características pueden alcanzar hasta un 20%. El ahorro se basa fundamentalmente en no tener que hacer maniobras con el sondeo.

Ambas secciones superficiales fueron orientadas de forma tal de evitar la interferencia con otros pozos y posicionando el fondo de las mismas de manera de facilitar el trabajo de orientación de las secciones siguientes.

Si bien el sistema de recuperación de la herramienta fue diseñado para ser operado con wireline, en éstos pozos se utilizó una columna de barras de sondeo como medio de pesca y recuperación del conjunto de fondo debido al peso de la herramienta y a la falta de una unidad de wireline apropiada.

El conjunto de fondo utilizado en éste proyecto fue básicamente el siguiente: Trépano de dientes de 8 ½", ensanchador, motor de fondo de 6 ¾" de bajas rpm, float sub, MWD de 6¾", UR/HO antimagnético, portamecha antimagnético, estabilizador de 8 3/8", dos portamechas cortos de 6 ½" y el DLA (Drill Lock Assembly). La utilización de éste conjunto de fondo hizo que la perforación de las mencionadas secciones sea muy similar a la convencional.

Las conexiones fueron realizadas posicionando el casing en la planchada y ajustando a mano el drive sub para que éste sea elevado con el Top Drive y proceder a darle el torque de ajuste adecuado. Perforando de ésta manera, el tiempo de conexión osciló entre 7 y 10 minutos. Con el fin de reducir los tiempos de conexión y reducir el número de las mismas, se decidió perforar las vainas para poder así perforar utilizando tiros dobles.

El objetivo fue cumplido pero existieron áreas donde se pudieron establecer mejoras. Por ejemplo en el primer pozo (A-12) el objetivo direccional fue cumplido pero se requirió más deslizamiento para alcanzarlo, unos 235 metros más que para pozos similares perforados convencionalmente.

El segundo pozo (A-13) se perforó sin mayores dificultades y fue realizado en su totalidad utilizando tiros dobles. Los tiempos de conexión oscilaron entre los 6 y 12 minutos siendo 8 minutos el promedio.

Comparación respecto a la perforación Convencional

Luego de la perforación del segundo pozo (A-13) se hizo evidente la aparición de una típica curva de aprendizaje. Esta curva es inevitable y se estabiliza luego del cuarto pozo perforado según las experiencias realizadas con Casing Drilling™ en tierra.

Previamente a la perforación con casing de los pozos más arriba detallados, se perforó un pozo en forma convencional (A-14), con los mismos proveedores de servicios y el mismo equipo de perforación. El programa direccional fue prácticamente idéntico al del segundo pozo (A-13) perforado con el sistema Casing Drilling™.

El tiempo transcurrido entre la instalación de las herramientas de perforación direccional y la cementación del casing fue de 75.5 horas en el pozo A-14. Este tiempo es típico para la perforación de una sección superficial de 12 ¼" en esa zona.

En perforación convencional, la instalación de la herramienta direccional demandó 3.5 horas mientras que en el primer pozo (A-12) y en el segundo (A-13) perforados con Casing Drilling™ tomó 8 horas y 7.5 horas respectivamente. Con mayor experiencia y algunas modificaciones en cuanto a los procedimientos de montaje se cree que éstos tiempos se podrían bajar a 5.5 horas y posiblemente a menos.

El tiempo requerido para perforar convencionalmente la parte superficial del pozo A-14 hasta 1158 metros fue de 46 horas, incluyendo la toma de registros. Este tiempo es levemente menor con respecto al empleado en los pozos perforados con Casing Drilling™.

Como ejemplo se puede citar que las tasas de penetración a una profundidad de 730 metros fueron para el pozo A-12, 43 m/hr, para el pozo A-13, 57 m/hr, y para el pozo A-14, perforado en forma convencional, 48 m/hr. Esto indica que el sistema Casing Drilling™ puede perforar a tasas de penetración competitivas con respecto a las que se obtienen perforando con el método convencional.

Las tasas de penetración durante una perforación convencional están limitadas por la limpieza del pozo. Al perforar con casing, el espacio anular es menor, con lo que las velocidades asacionales son mucho más elevadas por lo cual la limpieza del pozo mejora notablemente. No obstante, la tasa de penetración se ve regulada por la ECD (densidad equivalente de circulación).

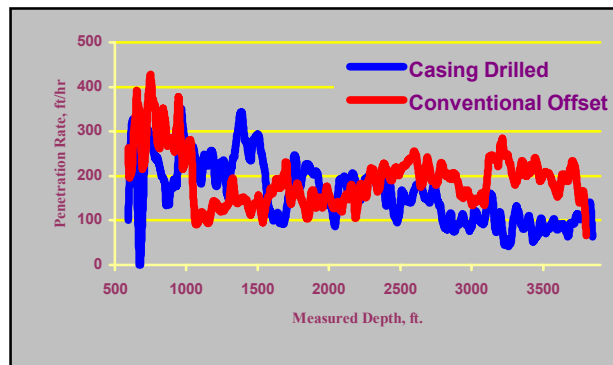


Figura 2

Por debajo de los 730 metros, las tasas de penetración de los pozos perforados con casing fueron menores que las del pozo perforado convencionalmente (ver figura 2).

En éste caso el factor limitante fue el peso sobre el trépano. Este no podía ser mayor a 5 Tn a los efectos de no dañar el ensanchador.

Los tiempos de conexión y actividades direccionales fueron bastante eficientes en el proceso de Casing Drilling™ el tiempo de perforación acumulado para el pozo A-14 (convencional) fue de 46 horas y para el A-13 fue de 50.5 horas. El tiempo real de perforación fue de 25.4 horas para el pozo A-13 y de 18.9 horas para el pozo A-14.

La diferencia entre el tiempo real de perforación y el tiempo total representa las conexiones, backreaming, registros de verticalidad y otras operaciones. Este tiempo para el pozo A-13 fue de 25.6 horas y para el pozo A-14 fue de 27.3 horas. De aquí se deduce que el sistema Casing Drilling™ fue algo más rápido para llevar a cabo éstas operaciones.

Como se ha señalado anteriormente la herramienta de Casing Drilling™ ha sido diseñada para ser pescada y recuperada del pozo mediante el uso de cable. En éstos pozos se ha recuperado con sondeo, lo que ha determinado que las horas de maniobras se extendieran un poco. Es altamente probable que de utilizar una unidad de wireline con la capacidad necesaria para recuperar la herramienta de fondo, los tiempos de maniobra bajarán como mínimo a la mitad.

Los tiempos de circulación previos a una maniobra convencional en éstos pozos son de alrededor de dos horas. Perforando con casing, dada la mejor limpieza de pozo y las mayores velocidades anulares, los tiempos de circulación pueden reducirse a 30 minutos conservando aún una buena limpieza del pozo.

En cuanto a la cementación, con la utilización de las herramientas diseñadas para ser aplicadas en el proceso Casing Drilling™, el tiempo de operación puede reducirse en cuatro horas como mínimo.

En resumen, hay un potencial ahorro de tiempos factible de realizar mediante la utilización de la técnica Casing Drilling™ luego de pasar por la curva de aprendizaje típica que hemos comentado.

Para los casos aquí descriptos, la figura 3 nos muestra cual sería el potencial ahorro de tiempos.

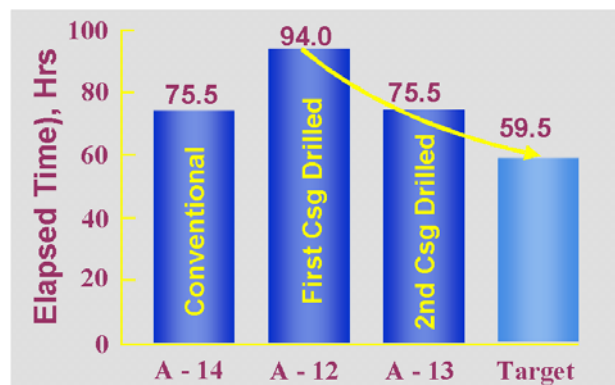


Figura 3

Casing Drilling™ en Tierra

Con respecto a las aplicaciones de la tecnología Casing Drilling™ en tierra nos referiremos a los casos más recientes donde se han podido demostrar sus ventajas como así también comprender sus limitaciones.

Pozos en Wyoming (USA)

Uno de los casos de interés para comentar es la campaña de perforación de cinco pozos llevada a cabo por BP en Greater Green River Basin en el sur de Wyoming. Luego del éxito conseguido en ésta pequeña campaña, la compañía operadora decidió agregar pozos adicionales en el programa de perforación del mismo campo.

Estos pozos han sido perforados en un área donde las formaciones productivas están compuestas por areniscas cerradas con presiones originales equivalentes de 11 ppg que pueden encontrarse en un rango de profundidades que va desde los 2400 metros hasta los 3000 metros. Se deben atravesar formaciones del Cretáceo y del Terciario, las cuales son mayormente areniscas y arcillitas con intercalaciones de carbón e intrusiones de bentonita. Los pozos en ésta área se perforan de manera convencional comenzando por un conductor de 16" para luego perforar un pozo de 11" donde se entuba un casing de 8 5/8" a 350 metros y luego se perfora con 7 7/8" hasta la profundidad final entubándose tubing de 3 1/2" como casing de producción.

La parte superior del tramo de producción se perfora con agua como fluido de perforación, con tasas de penetración por encima de los 60 metros/hora. Los problemas más comunes que se encuentran por encima de la zona de interés productivo son entradas de agua, pérdidas de circulación y embolamiento de trépanos.

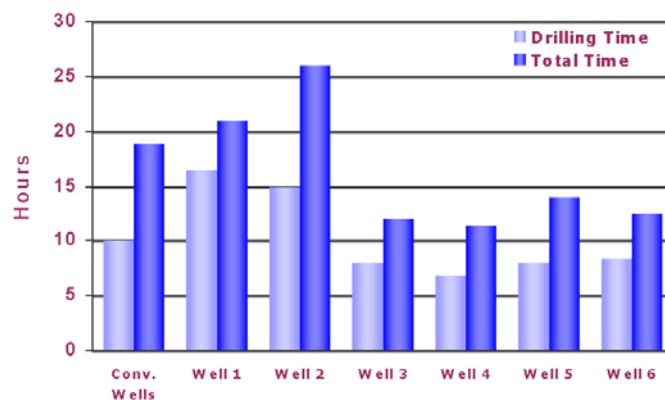
El fluido de perforación (agua) que se utiliza en la parte superior se convierte a un lodo con algunas propiedades de gel unos metros antes de llegar a la zona de interés dependiendo de las condiciones de perforación. Generealmente también se densifica hasta 10 ppg dado que si bien la zona productiva es bastante cerrada, aporta bastante gas si se la perfora con un mínimo desbalance.

Luego de intensivas campañas de perforación y debido a un gran esfuerzo por optimizar la perforación en éste campo, se lograron reducir los costos de perforación empleando motor de fondo y perforando con trépanos PDC hasta el tope de la zona de interés (una carrera) procediendo a perforar la zona productiva con un trépano de insertos⁴.

Para el proyecto de perforación con casing, se utilizó un equipo de Tesco diseñado a los efectos². Se trata de un equipo semiautomático controlado por un sistema PLC. El mismo es completamente hidráulico, desde el cuadro de maniobras hasta las bombas de lodo.

La sección superficial de cada pozo se perforó con casing de 7" hasta aproximadamente 370 metros utilizando los ensanchadores de Tesco. En los primeros dos pozos se utilizaron trépanos tricónicos cambiando luego por trépanos de PDC en los pozos siguientes. En cada uno de los casos el BHA se armó en la superficie asentándolo sobre el niple DLA para ser retirado luego mediante el uso de cable una vez alcanzada la profundidad del zapato para el tramo. El montaje de la compañía de cementación se llevaba a cabo mientras se recuperaba la herramienta con cable.

En la figura 4 se puede apreciar el tiempo consumido desde el momento del arranque del pozo hasta la finalización de la cementación en los seis primeros pozos. Un pozo offset típico para la zona, basado en el promedio de los últimos 19 pozos perforados entre junio y octubre del año 2000, toma



entre 8 y 12 horas para perforar la sección superficial y 18.9 horas para cementar la cañería guía (desde el arranque hasta el final de la cementación).

Figura 4

Los dos primeros pozos perforados con la tecnología Casing Drilling™ requirieron más tiempo que el promedio pero el resto de los pozos fueron perforados más rápidamente que el offset. Si bien en el primer pozo el tiempo transcurrido desde que se alcanzó la profundidad final y el final del trabajo de cementación se redujo sustancialmente, el tiempo total fue mayor que para los pozos convencionales.

A medida que se fueron perforando nuevos pozos, la tasa de penetración se fue mejorando debido a:

- Cambio de trépanos triconos por PDC.
- Cambios en el fluido de perforación de agua a lodo.
- Incrementos en el caudal de bombeo.
- Perforación con parámetros más agresivos.
- Ganancia en experiencia con el medio ambiente local.

Muchas de éstas prácticas fueron utilizadas rutinariamente en la perforación convencional mientras que al comienzo de las operaciones de perforación con casing no lo fueron debido a que el objetivo era comenzar a probar el sistema en forma conservativa. Hoy podemos decir que en estos pozos la aplicación de la técnica Casing Drilling™ ha logrado reducir el tiempo de perforación de la sección superficial en un 30% a 35%.

El BHA ha sido recuperado con cable en los seis pozos en forma satisfactoria. El tiempo de recuperación del BHA normalmente es de 45 minutos contando desde el momento en que la herramienta de pesca está lista para bajar hasta que se recupera el BHA en superficie, incluyendo el tiempo para registrar verticalidad.

El ensanchador trabajó de manera excelente en los seis pozos superficiales de 8 ½". El mismo ensanchador con sus cortadores fue utilizado en los seis pozos sufriendo desgaste mínimo dado por algo de erosión alrededor de algunos de los cortadores.

La perforación de la sección de producción con la tecnología Casing Drilling™ inicialmente no fue tan efectiva como en la sección superficial del pozo. De hecho, en los primeros dos pozos se llegó a la profundidad final en forma convencional luego que las uniones del casing fallaran. Si bien ya el tercer pozo se logró perforar con casing en ambas secciones, a esa altura no se tenía certeza si ésta nueva tecnología era viable para éste tipo de pozos.

Recién en el quinto pozo la perforación con casing se hizo competitiva con respecto a la perforación convencional.

Las primeras dificultades que se encontraron fueron una tasa de penetración inaceptable comparada con las de los pozos vecinos y vibraciones laterales de la sarta de perforación que condujeron a la falla por fatiga de las conexiones del casing en los dos primeros

pozos. A medida que la perforación de los pozos fue avanzando, los problemas se fueron resolviendo y los procesos se fueron adecuando a las necesidades. Se hicieron cambios en los últimos tubos de la sarta de casing para reducir las vibraciones laterales y además se cambiaron las uniones por otras más resistentes a la fatiga. El caudal de bombeo se aumentó y la mayor parte del pozo se perforó con agua para mejorar las tasas de penetración.

Los dos últimos pozos se perforaron con un trépano convencional de PDC en lugar de utilizar piloto y zapato perforador para mejorar la ROP. A la profundidad de asentamiento del casing, el mismo se cementó sin sacar la sarta.

Los trabajos realizados desde el pozo número cuatro hasta el número seis demostraron la viabilidad técnica de perforar con el sistema Casing Drilling™. Todas las secciones de los pozos fueron perforadas con casing y además fueron los pozos más profundos en ser perforados con éste sistema sin llevar a cabo maniobras de sacada de la sarta de casing. Se llevaron a cabo carreras de 242.5 horas y 1230 metros de perforación para luego sacar la herramienta sin problemas.

El “Casing Drive System” (ver figura 5) se utilizó en éstos pozos y facilitó el manejo de los tubulares minimizando el daño en las uniones mientras se perforaba. El “Casing Drive System” se ha constituido en una herramienta esencial al momento de aplicar la tecnología Casing Drilling™.



Figura 5

Durante la perforación de estos pozos, se encontraron algunas zonas depletadas donde las pérdidas de circulación son comunes aún perforando de manera convencional. De todas maneras se han podido perforar utilizando un lodo más liviano y con las mismas características que el utilizado normalmente para acondicionar el pozo durante las maniobras en la perforación convencional.

La perforación de la zona de interés en desbalance también ha sido exitosa perforando con Casing Drilling™. Se utilizó el mismo fluido de perforación liviano que usualmente se utiliza en éste tipo de operaciones en la zona para perforar y producir gas a través de un “choke manifold” y proceder a su posterior venteo y quema. Se observaron llamas de hasta 7 metros de altura. Tampoco ha habido dificultades en retirar el BHA y cementar una vez alcanzada la profundidad final. La falta de necesidad de acondicionar el pozo, hacer la maniobra de desarmado del sondeo y entubar el mismo implicó el ahorro de un día una vez alcanzada la profundidad final.

Pozos en Canadá

La tecnología Casing Drilling™ ha sido empleada en campos ubicados al Norte de British Columbia en Canadá para perforar secciones superficiales de 12 ¼" entubadas con casing de 9 5/8". Estos pozos alcanzaron profundidades entre 250 metros y 600 metros dependiendo del objetivo direccional. Luego de perforar las mencionadas secciones superficiales utilizando Casing Drilling™, se continuaba perforando un pozo horizontal de 8 ½" con el empleo de motor de fondo.

Estos pozos han sido perforados en un área donde los problemas más frecuentes se dan en las secciones superficiales, éstos son los derrumbes y las pérdidas de circulación, especialmente cuando el tramo es profundo. De los últimos siete pozos perforados en forma convencional en ésta zona, se han debido desentubar dos de ellos una vez que el casing había llegado al fondo y proceder a acondicionar el pozo debido a la mala calidad del mismo.

Los primeros dos pozos se perforaron rotando el casing hasta la profundidad planeada de 251 metros con un trépano tricono de 8 ½" como piloto y un ensanchador de Tesco. La figura 6 muestra los tiempos requeridos para ésta perforación comparados con una perforación convencional de la sección de superficie.

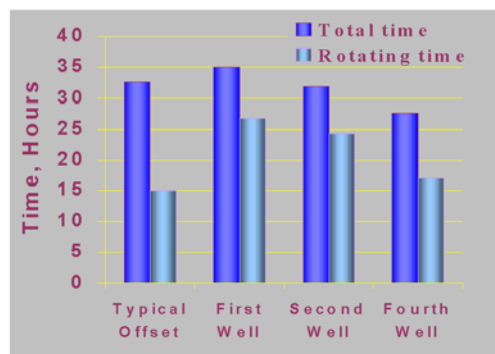
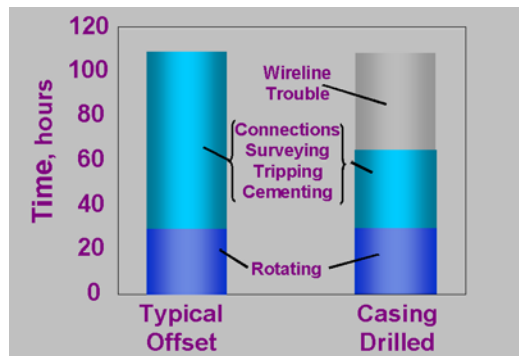


Figura 6

El tercer pozo se perforó a una profundidad de 600 metros. Los primeros 180 metros se perforaron rotando el casing y el resto de la sección utilizando un motor de fondo para mejorar la tasa de penetración. El resultado fue positivo ya que la ROP se mejoró sustancialmente incluso superando ampliamente a aquellas de los pozos vecinos más profundos perforados en forma convencional.

La figura 7 muestra una comparativa entre los tiempos empleados para perforar un pozo en forma convencional y un pozo mediante la aplicación de Casing Drilling™ a una profundidad similar. En éste caso ambos pozos consumieron el mismo tiempo desde el arranque hasta el final del trabajo de cementación, pero incluyendo 43.5 horas adicionales en el pozo perforado



con casing adjudicadas a problemas de equipo debidos a la falta de experiencia con el sistema. Estos problemas deberían eliminarse fácilmente, y una vez eliminados, la perforación con casing sería 44 horas más veloz que la convencional. En todos los casos no se manifestaron problemas con la recuperación de los conjuntos de fondo, la desviación fue mínima y los tiempos de operación del equipo fueron competitivos con los pozos vecinos más recientes perforados en forma convencional.

Figura 7

Todos los pozos han sido considerados ser mejores o iguales en cuanto a rendimiento con respecto a los pozos convencionales vecinos. Por lo tanto hay potencial para poder optimizar las operaciones en los próximos pozos y adicionalmente reducir el riesgo causado por los eventos no programados (especialmente los relacionados con la dificultad para entubar el pozo).

Pozos en el Sur de Texas (Laredo U.S.A.)

En este caso se trata de un campo en el que se estuvo perforando desde mediados del año 1990 con un programa de perforación sostenido empleando varios equipos y técnicas de perforación convencionales. La eficiencia alcanzada había llegado a un punto en el que se había tornado imposible obtener nuevas mejoras en cuanto a reducción de tiempos y costos de perforación en éste campo ya maduro. El Casing Drilling™ fue introducido con el objeto de alcanzar éstas mejoras.

Las primeras dos fases de la implementación de ésta tecnología fueron llevadas a cabo utilizando un equipo de perforación de doble propósito (perforación convencional y Casing Drilling™). Luego de perforar 22 pozos, se ha reemplazado éste equipo por tres nuevos equipos de moderna tecnología diseñados para perforar con Casing Drilling™.

En el año 2001 se utilizaron en éste campo cerca de 10 equipos de perforación convencionales para perforar alrededor de 160 pozos. El pozo tipo de ésta zona se puede describir como de alrededor de 3200 de profundidad vertical medida y cuyo tiempo de perforación promedia los 19.2 días.

Las mejoras que se habían alcanzado con la implementación de nuevos tipos de trépanos (PDC) y la posibilidad de perforar en una sola carrera habían logrado bajar los tiempos adjudicados a problemas de pozo a un 10% del tiempo total. Si bien las altas ROP conseguidas y la reducción de los problemas bajaron en cierta medida los costos, había que reducir aún más los mismos debido a la necesidad de desarrollar pequeños reservorios dentro del campo.

Los problemas de aprisionamiento y pérdidas de circulación fueron identificados como los mayores contribuyentes en cuanto a tiempos perdidos por problemas de pozo. Estos dos ítems sumaban cerca del 75% del tiempo debido a problemas, mientras que los problemas de control de pozo y la imposibilidad de entubar los mismos hasta la profundidad final también eran de magnitud considerable.

A principios del año 2001, la perforación con casing fue identificada como la tecnología que potencialmente podría resolver los problemas mencionados en éste campo. El operador decidió entonces adoptar la tecnología Casing Drilling™ de Tesco para evaluar el impacto que tendría la aplicación de la misma en sus resultados económicos.

En primera instancia se comenzó a trabajar en un proyecto piloto de cinco pozos (fase 1) para introducir el sistema y evaluar su aplicabilidad.

En general, la performance de estos pozos igualó aquella de los pozos perforados convencionalmente para el tiempo en que el quinto pozo fue terminado. Si bien se esperaban mejores resultados, aún había mucho margen para mejorar la operación del Casing Drilling™ en si misma.

El contrato se extendió entonces para todo el año 2001 y el 2002 para entrar en la segunda fase de evaluación. El objetivo en éste caso fue continuar progresando en la curva de aprendizaje para poder llegar a aplicar el Casing Drilling™ en todas las áreas del campo, aún en las de geología más compleja. Esto conduciría a perforar pozos que de otra forma no se podrían haber perforado.

Los pozos fueron perforados con algunos problemas pero los mismos fueron asociados a limitaciones en el equipamiento. Estos problemas de equipamiento pueden ser resueltos (y lo fueron) no así los problemas relacionados con las Formaciones que se atraviesan durante la perforación convencional.

Esta segunda fase de evaluación, fue expandida al punto de utilizar el Casing Drilling™ en una zona problemática de un pozo exploratorio que estaba siendo perforado convencionalmente dentro del área. Esto eliminó la necesidad de bajar un liner reportando un ahorro de alrededor de U\$S 240.000 y demostrando que el sistema puede también ocasionar ahorros en tramos de pozos con problemas perforados con equipos convencionales.

La tercera fase del programa de perforación del campo ya se ha iniciado y actualmente se encuentran perforando tres equipos diseñados para perforar tanto con Casing Drilling™ como convencionalmente hasta una profundidad de 4500 metros. Tienen mayor capacidad en el gancho, mejor movilidad entre locaciones, reducido “footprint”, mejor eficiencia en cuanto a consumo de combustible y un sistema de manejo de casing automatizado.

Geometría de pozo

La sección de la cañería guía se perfora con un trépano piloto de 8 ½” y un ensanchador de 12 ¼” asentado en el casing de 9 5/8” mediante un sistema de anclaje/desanclaje activado por “wireline”. La profundidad aproximada es de alrededor de los 250 metros y se perfora en una carrera de trépano.

La sección intermedia se perfora con casing de 7” utilizando un trépano piloto de 6 1/8” y ensanchador de 8 ½”. Esta carrera es de alrededor de 2000 metros, se realiza con un solo trépano y el uso de dos juegos de cortadores para el ensanchador. El primer juego se utiliza para rotar cemento, una vez hecho esto se reemplaza por el segundo juego para perforar hasta la profundidad final de asentamiento del casing.

La sección de producción se perfora con casing de 4 ½” hasta 4500 metros utilizando un trépano de PDC de 6 ¼” que se instala en el casing por medio de un “release sub”. En los pozos donde es necesario perfilar, se activa el “release sub” y se deja el trépano en el

fondo. Luego se desentuban los metros necesarios para perfilar y una vez finalizada la maniobra de perfilaje se vuelve a entubar y se cementa el casing en posición.

Entre los casos más relevantes de resolución de problemas en éste campo podemos destacar los relacionados con las pérdidas de circulación. Para evaluar el comportamiento del Casing Drilling™ con respecto a las pérdidas de circulación, se eligió una locación circundada por tres pozos que habían sufrido severas pérdidas de circulación al ser perforados convencionalmente a tal punto que las zonas de pérdidas debieron ser cementadas. El primero de éstos tres pozos no alcanzó la profundidad final debiéndose asentar el casing en 2100 metros cuando el programa indicaba 2450 metros. Esto debido a que no se asumió el riesgo de seguir perforando con una pérdida de 150 bbls/hr.

Una situación similar ocurrió con el segundo pozo con la diferencia que el casing alcanzó solamente los 1570 metros luego de haber fijado previamente un liner para intentar obturar una zona de pérdida. En éste caso las pérdidas aparecieron nuevamente luego de fijar el liner mencionado.

El tercer pozo fue perforado hasta la profundidad programada pero no sin experimentar dificultades. El pozo se perforó hasta el final pero el BHA quedó aprisionado durante las maniobras de intentar obturar la pérdida de circulación. La continua pérdida de circulación impidió las operaciones de pesca y el pozo debió completarse mediante un Sidetrack.

El equipo de Casing Drilling™ fue entonces movido a la locación ubicada entre éstos tres pozos y se perforó sin llevar a cabo cambios particulares a las operaciones normales de perforación con Casing Drilling™. Aquí no se encontraron pérdidas de circulación aún perforando con lodo de 10.5 ppg. El BHA fue recuperado con wireline y el casing de 7" cementado en la profundidad programada de 2500 metros.

El pozo perforado con Casing drilling™ tardó 10 días en llegar a la profundidad final comparado con el primer offset que le lo hizo en 19 días.

Al momento de escribir éste trabajo más de 27 pozos han sido perforados en éste campo del Sur de Texas y continúa el programa de desarrollo.

Pruebas de campo – Algunas observaciones

El proceso de optimización de la perforación convencional en algunos casos ya ha alcanzado su límite. El personal ha estado trabajando en una misma zona durante largo tiempo, los trépanos han sido optimizados a un nivel en que las tasas de penetración son físicamente insuperables y hasta con una sola carrera es suficiente para perforar determinadas secciones en algunos pozos. Los DTM han sido optimizados a tal punto que hay muy poco tiempo como para rescatar en éstas operaciones. Si la actividad de perforación de la industria en general sigue incrementándose, algunas de éstas operaciones tan optimizadas pueden sufrir un quiebre y dejar de repetir los récords históricos. Este hecho se puede dar debido a la movilidad del personal hacia otras áreas, altos porcentajes de utilización de equipos y competencia por la contratación de servicios.

Este ambiente es propicio para la introducción de una tecnología tal como el Casing Drilling™. A medida que ésta tecnología se vaya introduciendo en el mercado habrá alguna pérdida de eficiencia hasta que las prácticas operativas se aprendan y optimicen y se prueben nuevos diseños de herramientas.

Normalmente toma de tres a cinco pozos en un programa de perforación para poder alcanzar los ahorros potenciales que ofrece la tecnología Casing Drilling™. Este tipo de curva de aprendizaje es común en perforación cuando se aplica cualquier nueva tecnología o aún cuando se perfora con tecnología probada en un área nueva⁵. Gran parte del tiempo consumido en el aprendizaje es debido a la aplicación de técnicas conservativas mientras se prueba la nueva tecnología. El rediseño y adaptación de las herramientas para ser utilizadas en determinadas áreas también forma parte de la curva de aprendizaje. Tan pronto como la nueva tecnología sea utilizada con más frecuencia, la curva de aprendizaje para nuevas áreas se irá aplanando. No obstante, una meta realista al perforar con casing en un área nueva es en primera instancia igualar los tiempos de perforación convencional para dicha área.

La perforación de secciones superficiales de diámetros grandes ha demostrado ser una aplicación realmente eficaz de ésta tecnología. En los casos en que se han perforado pozos desde 7" a 9 5/8" es donde se ha visto un potencial ahorro de tiempos que oscila entre un 25% y un 30%. Las ventajas significativas del Casing Drilling™ son fáciles de ver en la perforación de secciones superficiales dado que las herramientas son más robustas y confiables, el pozo se perfora normalmente con un solo trépano y una porción significativa del tiempo total de perforación se adjudica a las maniobras, la entubación y la cementación del pozo.

En algunos casos la tecnología de perforación con casing con herramientas recuperables no ha demostrado ser muy efectiva. Para los pozos más profundos en Wyoming, perforados con casing de 4 1/2" la dificultad para obtener una buena limpieza del trépano de PDC utilizado y la baja eficiencia del ensanchador transformó en ineficiente al conjunto de fondo en si. Debido a esto se investigó la posibilidad de perforar la totalidad del pozo con un solo PDC y sin ensanchador. Esta alternativa demostró ser muy efectiva para la zona por lo que se desarrollaron elementos de cementación adecuados a ésta nueva operación.

Conclusiones

El sistema Casing Drilling™ ha sido utilizado en distintos escenarios tanto offshore como en tierra demostrando el posible potencial de reducción de tiempos mediante su aplicación.

El estado de desarrollo en que se encuentra el proceso hoy en día, lo hace aplicable con total seguridad a la perforación de zonas blandas con diámetros grandes de casing. En estos casos en particular es donde se pueden igualar fácilmente las tasas de penetración obtenidas mediante la perforación convencional y las ventajas en cuanto al ahorro de

maniobras y manipuleos de tubulares se hace más evidente. Esto es notorio en situaciones donde se requieren tiempos excesivos en el acondicionamiento del pozo antes de entubar o cuando hay problemas para entubar el pozo luego de haber sido perforado.

Al momento se está llevando a cabo un activo programa de mejoramiento de las herramientas de Casing Drilling™ para permitir un rango de aplicación más amplio. En éste aspecto se está trabajando en el desarrollo de herramientas para permitir la posibilidad de ser utilizadas en equipos de perforación convencionales.

El Casing Drilling™ es sin duda la próxima etapa en la evolución tecnológica de la perforación de pozos de petróleo y gas. Del compromiso de investigación e innovación de las empresas operadoras y perforadoras dependerá la rapidez de su desarrollo y aceptación para su aplicación masiva.

Referencias

1. Tessari, RM., Madell, Garret, Warren Tommy, "Drilling with Casing Promises Major Benefits", Oil and Gas Journal, vol. 97 N°20, Mayo 1999 pp 58-62.
2. Laurent, M, Angman, P and Oveson, D, "Hydraulic Rig Supports Casing Drilling", World Oil, Sept. 1999 pp 61-66
3. Warren Tommy M, Angman, Per and Houtchens, Bruce, "Casing Drilling Application Design Considerations", IADC/SPE 59179, presented at the 2000 IADC/SPE Conference, New Orleans, Feb. 23-25, 2000.
4. Shepard, S.F., Reiley, R.H. and Warren T.M., "Casing Drilling: An Emerging Technology" IADC/SPE 67731 presented at the Drilling Conference, Amsterdam, February 27-March 1, 2001.
5. Warren, Tommy, Houtchens, Bruce and Madell, Garret, "Casing Drilling Moves to More Challenging Applications" presented at the AADE 2001 National Drilling Conference, "Drilling Technology – The Next 100 years".