

Herramienta que mantiene activo el circuito de lodo al entubar y/o cambiar el trépano

Por **Antonio Basso**
D.E.C. S.A.

La operación

El lodo de perforación es el medio natural para controlar el equilibrio del pozo mientras se lo perfora y/o entuba. Además de refrigerar, lubricar y permitir la remoción de los recortes que produce el trépano, controla el aporte de capas con alta energía (surgencias), impide la admisión en capas de alta permeabilidad (pérdida de circulación), etc.

Por lo tanto, para mantener el control del pozo se requiere disponer del circuito del lodo en todo momento.

En la perforación (convencional), solamente, el circuito está integrado y dispuesto para circular cuando el vástago de perforación está armado. Por lo tanto, podemos circular solamente cuando se perfora.

Frente a contingencias (admisiones, surgencias, aprisionamientos, etc.), en el cambio de trépano se tendrá que armar el vástago, y, cuando se entuba, se deben armar sistemas accesorios para activar el circuito y circular para normalizar. Estas acciones demandan tiempos operativos en situaciones de crisis que incrementan notablemente la inseguridad.

Ésta es la síntesis de cinco años de desarrollo y de experiencias en campos de la cuenca del GSJ (Golfo San Jorge), donde las herramientas que se diseñaron para llenar y circular durante la entubación se adaptaron para activar el circuito en los cambios de trépano. El proyecto,

además, contempla el agregado de una lanzadera automática de taponos para realizar la entubación y la cementación del pozo en una sola acción, sin paros, con circulación y movimiento de casing en todo momento.

En los nuevos equipos de perforación es primordial la disponibilidad permanente del circuito de lodo para responder en forma inmediata a las necesidades que el pozo genera.

Estos medios (top drive), sumados a la automatización de los procesos repetitivos (robotización) de las acciones mecánicas requeridas, permiten considerables mejoras.

A pesar de estos avances, el principio básico de la perforación por medio de la "mesa rotary y el vástago agregando barras" se mantendrá vigente por mucho tiempo, porque más del 85% de los casi 4000 equipos que en el mundo perforan pozos de petróleo y gas posee estas características⁽¹⁾.

Por lo tanto, el gran interrogante de los perforadores "con mesa rotary" seguirá siendo: ¿Cómo disponer del circuito de lodo cuando no está el vástago armado?

El presente trabajo aporta una respuesta concreta al permitir la disponibilidad del circuito de lodo en cualquier momento operativo de la perforación mientras el vástago no está armado.

Ésta es la síntesis de cuatro años de desarrollo a partir de patentes de invención propias⁽²⁾.

En este resumen se tratará de reflejar las experiencias acumuladas en cientos de operaciones realizadas en campos de la cuenca del Golfo San Jorge, en más de un año de prestación.

La herramienta, en principio diseñada para llenar y circular durante la entubación, se adaptó para activar el circuito de lodo en los cambios de trépano (sacando o bajando), para disponer, así, del circuito permanente durante la perforación, “cuando el vástago está desarmado” (bajando o sacando) y/o mientras se entuba.

La última fase del desarrollo se está llevando a cabo, y posibilita realizar la entubación y la cementación en un único momento operativo, sin paros y con control total de los procesos, minimizando los riesgos de pegado de casing antes de cementar para optimizar el resultado⁽³⁾.

La herramienta

Mientras se perfora, “el lodo”, al fluir, además de refrigerar, lubricar y remover los recortes que produce el trépano, controla el aporte de capas con alta energía (surgencias), limita la admisión en capas de alta permeabilidad (admisiones y/o pérdidas de circulación) y, en los casos en que se detiene el flujo, su capacidad de “gel” evita la decantación de sólidos sobre el trépano, impidiendo así los aprisionamientos de la columna.

Por lo tanto, para mantener el control del pozo se requiere disponer del circuito de lodo en todo momento⁽⁴⁾.

Si se analiza la totalidad del proceso de perforación convencional, se comprueba que solamente el circuito está integrado y dispuesto para circular cuando el vástago de perforación está armado. De esto se deduce que *podemos circular solamente cuando se perfora*.

Frente a las contingencias típicas que se producen durante la perforación, cuando se mueven barras para cambio de trépano, a fin de circular, se debe rearmar el vástago. De la misma manera, mientras se entuba, frente a circulaciones programadas, atascos, pérdidas de circulación, surgencias, aprisionamientos, etc., es necesario el armado de una cabeza de circulación para activar el circuito⁽¹⁾.

Las respuestas, con estos métodos, demandan tiempos operativos en



Figura 1. Proceso de entubación.

situaciones de crisis que *siempre* ponen en riesgo al personal y a la operación.

Después de realizadas 150 operaciones con el sistema E.C. (Entuba, Circula), podemos afirmar que la sumatoria de los tiempos para efectuar las mismas acciones (de activar y desactivar el circuito), comparando el método convencional con el sistema E.C., determina un ahorro de tiempo a favor de éste que justifica económicamente su utilización, aun sin considerar las ventajas implícitas surgidas del uso de esta nueva alternativa.

Por otra parte, y a fin de dar respuestas al gran porcentaje de “aprisionamientos” de casing que se producen en el momento en que se arma la cabeza de cementación (lo que naturalmente potencia los malos resultados en las cementaciones de aislación, con alto incremento de costos de remediación durante la terminación del pozo), el proyecto, en su fase final de desarrollo, permite por medio de una lanzadera automática de tapones realizar la entubación y la cementación en una sola acción, sin paros, con circulación y movimiento de casing en todo momento, desde el comienzo de la entubación y hasta que se termina de cementar⁽³⁾.

La entubación

En general, ésta se realiza siguiendo un programa de circulación, mientras se corren los tubos, para normalizar las zonas que presentaron algún problema durante la perforación y/o para ir rompiendo el gel de la columna superior, a fin de impedir las indeseadas cargas hidráulicas en el fondo. Éstas suelen

producirse al tratar de circular desde el zapato las columnas de lodo “gelificadas” en el espacio anular pozo-cañería, potenciando las pérdidas de circulación y aprisionamientos por diferencial o por formación de empaques.

En estos casos, la acción para disponer del circuito de lodo, se realiza por medio de una cabeza que se rosca en la cupla superior, la que para su instalación demanda un lapso de tiempo y determinadas condiciones.

El casing se baja equipado con sistemas de retención (diferenciales o flotadores) para la contención (desde el extremo inferior de la tubería), de la columna fluida de cemento, una vez bombeada ésta y ubicada en el espacio anular.

El casing, además, es centralizado según lo requiera el programa de completación, atendiendo los posibles pegados por presión diferencial y tratando de mantener un espacio anular constante, a fin de que se cumplan las premisas de la cementación de aislación.

Estos métodos operativos se están aplicando desde hace muchos años.

Frente a situaciones de anomalía, como aprisionamientos, aportes, pérdidas, etc., se debe *circular para normalizar*. En estos casos, la respuesta para activar el circuito de lodo es armar una cabeza de circulación.

Si estas respuestas son inmediatas, es altamente probable subsanar el inconveniente. Los que estamos en el negocio de la operación, sabemos que del tiempo de respuesta dependerá la gravedad contingente, y que en situaciones críticas se incrementan notablemente las condiciones de riesgo, tanto para la operación como para el personal.

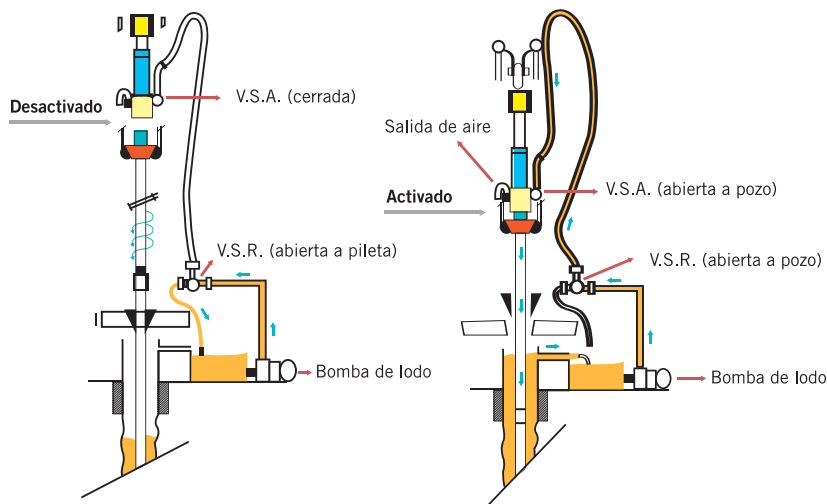


Figura 2. Flujo de lodo según el sistema E.C.

Momentos críticos

1. Aprisionamientos: Si al producirse el aprisionamiento, el extremo superior del tubo queda alejado del piso de trabajo, las premisas de seguridad impiden la instalación de sistemas auxiliares porque, para roscar la cabeza de circulación, si el equipo no dispone de un medio de elevación adecuado, el/los operario/s tendrá/n que estar "colgado/s". En estos casos (si se puede), se desentuba en forma parcial para colocar la cabeza de circulación, con un considerable tiempo agregado en el que se potencian los riesgos. Los aprisionamientos de casing, en general, inducen a la obstrucción del anular impidiendo el libre ascenso del lodo y generando pérdidas totales por fracturamiento de zonas débiles, ubicadas debajo de la zona empaquetada, potenciando los riesgos de surgencias.

2. Aportes: Las surgencias se generan a partir de capas con alta energía potencial. Este aporte, en general, se controla durante la perforación, regulando la densidad del lodo. Cuando se entuba, el efecto pistón que produce la cañería al correr en el pozo, estando el lodo acondicionado para cementar, puede inducir el ingreso de fluidos líquidos y/o gaseosos hacia la columna anular, por lo que, si no se dispone de un medio permanente y de acción inmediata para su control, se potenciarán otras anomalías.

3. Pérdidas: Las pérdidas de circulación son el mayor problema que enfrentan los perforadores. Si éstas no se controlan a tiempo, la

combinación de problemas hará mucho más difíciles las tareas de remediación.

Las admisiones generan los *aprisionamientos por diferencial de presión*. Éstos se producen frente a capas con alta admisión, cuando el tramo tubular que la enfrenta es literalmente chupado por el flujo que admite dicha zona.

En estos casos, la posibilidad de traccionar y/o dar peso (para despegar) está limitada a las características mecánicas del casing. A este fin, es importante disponer de casing lleno, para restringir el colapso de la columna tubular. Además, el fluido que llena la cañería permite un retorno inmediato de lodo, para liberar la columna fácilmente, ya que al inyectar lodo con más caudal que el que admite la capa, la acción de la presión diferencial frente a

la zona de pérdida naturalmente se anula.

Siempre, la inmediatez de la respuesta es crucial.

4. Al terminar de entubar: El momento de mayor riesgo se presenta al terminar de entubar si se pega la columna, cuando se instala la cabeza de cementación. Si esto sucede, la cementación, en general, se realiza con la columna tubular "fija" (sin movimiento), dadas las limitaciones mecánicas que presentan las uniones roscadas superiores del casing. Esta circunstancia potencia la canalización del cemento en el lodo que ocupa el anular.

Al elevarse la columna de cemento (por el canal), se incrementa la acción de la presión hidrostática, favoreciendo así la posibilidad de fracturar zonas débiles antes de que fragüe el cemento, permitiendo pérdidas totales de columna anular. Esta anomalía recién se detecta con el CBL.

El deficiente cemento de aislación incrementará notablemente los costos de remediación en las tareas posteriores de terminación, afectando además la vida productiva del pozo al no aislar convenientemente las capas entre sí.

5. Otros: Otra situación a considerar se produce cuando la columna de entubación "no baja" (por tapones de arena, arcillas hidratadas, etc.). En estos casos, es usual aplicar el peso del aparejo para "empujar" o "golpear" con el gancho y el aparejo sobre la columna. Esta acción implica altos riesgos por falta de control. El sistema E.C., al "cerrar el circui-



Figura 3. Disposición de mecanismos hidráulicos.

to”, produce naturalmente el bloqueo de los movimientos relativos de las amelas, respecto del elevador, el gancho y el aparejo, haciendo que el peso del conjunto se “sume” al peso de la columna. Esta acción, combinada con el restablecimiento automático de la circulación, facilita notablemente el deslizamiento de la columna e incrementa las condiciones de seguridad del personal de boca de pozo y el de altura. Esta ventaja comparativa nos permitió realizar las entubaciones “sin calibraciones previas”, con total previsibilidad y seguridad, aportando una considerable ganancia de tiempo, posibilitando la concreción de la “maniobra corta” o el “desarme de las barras previo a perfilar”. Esto, dado que al bajar y sacar con circulación el pozo queda mejor acondicionado y, si se dispone de motor de fondo, se puede sacar repasando e inmediatamente después de perfilar se entuba circulando, con fluido libre de aire, lo que permite disponer del pozo acondicionado al terminar de entubar.

Evolución del proyecto

A fin de dar respuestas a las exigencias totales de campo, nos impusimos la necesidad de generar un proyecto específico para producir una herramienta especialmente desarrollada, que responda a la totalidad de requerimientos de estas importantes fases operativas, como lo son la entubación-cementación.

Por lo tanto, nuestro proyecto debía cumplir con los siguientes requisitos:

- No alterar el proceso típico de la entubación.
- No agregar acciones al personal afectado.
- Facilitar las operaciones que se realizan al entubar y/o cementar.
- Permitir circular sin bolsones de aire, a fin de no alterar la densidad del lodo en el anular.
- No agregar tiempos operativos.
- Lograr tiempos mínimos de montaje y desmontaje.
- Incrementar la seguridad durante la operación.
- Permitir el movimiento de reciprocación en todo momento.
- Activar y desactivar el sistema en segundos.
- Restablecer el circuito y la circulación

Convencional maniobra larga	
Guía	
Saca	2h.
Baja calibra	4h.
Circula	1h.
Saca final	3h.
Prep. p/entubar	1h.
Aislación	
Saca	8h.
Baja calibra	9h.
Circula	2h.
Saca	9h.
Perfila	---
Baja calibra	9h.
Circula	2h.
Saca desarm.	10h.
Prep. p/entubar	1h.
Total 62h.	
Sistema EC maniobra corta	
Guía	
Saca	2h.
Saca	
Saca	
Saca	
Prep. p/entubar	1h.
Aislación	
Saca desarma	8h.
Saca desarma	
Saca desarma	
Perfila	---
Perfila	
Perfila	
Perfila	
Prep. p/entubar	1h.
Total 12h.	

Figura 4. Cuadro comparativo entre maniobra larga y maniobra corta en seis pozos en campos al norte de Santa Cruz.

en cualquier momento y altura, una vez enroscado el tubo correspondiente.

- Control permanente de las presiones del circuito de lodo.

Luego de varios meses de desarrollo y pruebas se consiguió patentar un efectivo sistema de empaque autoajustable⁽³⁾, que superó los requerimientos hidráulicos y mecánicos necesarios.

A partir de allí, se desarrolló una herramienta “eléctrica”, la que fue utilizada con éxito en operaciones en Yacimiento El Tordillo en el mes de diciembre de 2003.

Después de realizar los cambios para transformar el sistema original a hidráulico, en mayo de 2004 se efectuaron pruebas de gabinete y

campo (Comodoro Rivadavia - El Tordillo) con resultados superiores a los esperados.

Desde abril de 2006 se están realizando operaciones en campos del sur de Chubut.

En el corriente año se comenzó a prestar servicios en varios yacimientos de la cuenca del Golfo San Jorge (SCN, Chubut) y Neuquén.

Las herramientas, ahora, cumplen con todas las premisas del proyecto y con ellas, además, se puede circular durante los cambios de trépano.

En la secuencia de la figura 1 se observa que no se altera el proceso de entubación; se engancha, se eleva y enrosca el tubo para luego activar el circuito y poner el pozo automáticamente en circulación, liberando el aire confinado.

En la figura 2 se grafica la dirección del flujo de lodo según el sistema E.C., esté desactivado –circulando a pileta– o activado –cerrando el circuito y circulando el pozo–.

Cuando el sistema E.C. es desacoplado, las VSA y VSR (Válvula Secuencial de Alimentación y Válvula Secuencial de Retorno) cambian automáticamente la dirección del flujo, sin tener que realizar ninguna otra acción.

Al activarse el sistema E.C., se completa el circuito. La bomba, al permanecer encastrada, no produce golpes hidráulicos y el aire que queda confinado en el interior de la columna es evacuado. Cuando el lodo alcanza al detector de nivel, el flujo automáticamente comienza a circular desde el interior de la columna y por el anular sin presencia de aire.

Esto puede realizarse en todos los tramos (barras o tubos) después de producido el enrosque correspondiente, sin alterar los procesos y con reciprocación de la columna.

Cambio de trépano con circuito activo

Los buenos resultados que se alcanzaron en las primeras operaciones de entubación permitieron comprobar interesantes mejoras respecto a las metodologías típicas: se anuló la calibración de la guía posibilitando una importante ganancia de tiempo, y desde ese momento se disponen nuestros equipos para “circular en el movimiento de barras” cuando se cambia el trépano.

En la figura 3 se observa la disposición de los mecanismos hidráulicos para el

movimiento del elevador.

Ventajas de las adaptaciones:

1. Mientras se bajan barras desde el peine:

- Alivia las tareas del enganchador, porque el elevador es comandado para entrar y salir al peine y desde el peine.
- Facilita el centrado del tramo para roscar.
- Se empaqueta y se comienza la circulación inmediatamente de producido el enrosque del tramo, para bajar circulando e ir rompiendo gel.
- Desencastra, libra el elevador y lo dirige nuevamente al peine instantáneamente.
- Se pueden accionar motores de fondo en tanto no exista contratorque.
- Control permanente del nivel de lodo.

2. Mientras se elevan tramos al peine:

- Se sacan tramos limpios por medio de la inyección de aire.
- Se entregan los tramos al interior del peine.
- Se alivian las tareas al personal de altura y boca de pozo.
- Se pueden accionar motores de fondo en tanto no exista contratorque.
- Control permanente del nivel de lodo.

Análisis de las primeras 100 operaciones con el sistema E.C.

Después de 10 meses operativos (abril 2006/marzo 2007) en los que se supera la centena de aplicaciones

con el sistema E.C., los resultados que ahora disponemos permiten una evaluación coherente en los aspectos económico y técnico.

Se realizaron entubaciones de cañerías guías y aislaciones, movimiento de barras para cambio de trépano, una operación especial donde se combinó la entubación y la bajada de barras c/ liners; se adaptó el sistema a diversos rotarys, se perfeccionó el sistema para lograr entubaciones de máxima eficiencia y se adecuó el sistema para el cambio de trépano. (La cantidad de fijaciones que se indican para circular con el sistema E.C. está referida solamente a las entubaciones).

De este análisis surge un procedimiento para comparar realmente el rendimiento del sistema propuesto, frente a los métodos usuales, diferenciando claramente el “tiempo operativo insumido para accionar al sistema E.C., respecto de las metodologías convencionales”, sin tomar en cuenta factores como disponibilidad inmediata del circuito frente a contingencias, limpieza, seguridad, etc. Estas ventajas que se potencian en los momentos críticos y que son difíciles de ponderar, quedan a consideración de los usuarios.

Síntesis de 10 meses operativos:

- Total de operaciones (guías + aislación + otras): 115
- Total de piezas corridas (casing + barras): 15000
- Total aprox. de fijaciones

c/ circulación: 3500

- Total de horas de circulación c/ sistema E.C.: 2500
- Guías no calibradas: 43
- Total de horas perdidas por fallas (sistema E.C.): 12
- Operaciones canceladas: 2
- Cantidad de módulos E.C. en operación (2+1 reserva): 3

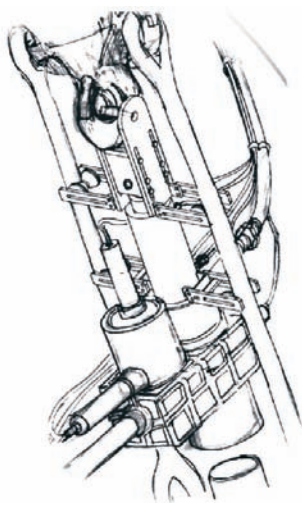
Operaciones realizadas con E.C.:

- Entubación de guías: 49 (prof. prom. 380 m = 24 tubos).
- Sin calibrar: 43 (A partir del 2° mes operativo).
- Se desentubó p/ aprisionamiento: 1 (Había sido calibrado). Desentubó 10 caños y bajo c/circ. entuba todos normal.
- Circulación con pérdida total: 11. Baja circulando, e/todos. Recupera circ. e/10.
- Circulación por pres. de gas: 7 -Circula e/ zona de aporte oper., normal.
- Cementa s/ circulación: 1
- Total de tubos corridos 9 5/8": 1248

Sistema convencional en las guías

Para realizar estas acciones (colocar y sacar la cabeza de circulación, siempre que no existan problemas de altura; sin considerar el tiempo de circulación) = 104 h.

- Entubaciones de aislamiento: 46 (profundidad promedio 3100 m = 221 tubos).
- Sin calibrar: 4 (c/ mov. barras).
- Se desentubó: 1. Desentubó / calibró y entubó normal.
- Circulación por pérdida de peso: 11.



Al E.C. se agrega una lanzadera de tapones con comando a distancia.

Figura 5. E.C.C. para entubar con circulación y cementar sin paros.

Circ. e/ zona normal (todos 11).

- Circulación por aprisionamiento: 1. Circula y baja normal.
- Circulación por presencia de gas: 8. Cir. c/tres tubos- normal.
- Con pérdida total de circulación: 4. Cir. c/tres tubos- 3 normaliza - 1 S/C.
- Total de tubos corridos 5 1/2": 10180.
- Descontando la guía: 8768. Tubos bajados después de la guía circulando c/ 4 tubos.
- Cantidad de circulaciones con E.C.: 2192 (Sin tiempo agregado).

Para realizar estas acciones (colocar y sacar la cabeza de circulación, siempre que no existan problemas de altura); sin considerar el tiempo de circulación; el método convencional hubiera insumido: 2192 x 15 minutos = 32880 minutos / 60 = **548 horas**

En 47 pozos completos realizando la operación con el método convencional:

- Entubación guías: 104 horas.
- Por 43 sin calibrar x 5 horas: 215 horas.
- Entubación de aislación: 548 horas.

Con E.C. el total de horas ahorradas es de **867 horas = 18 horas** de ahorro por pozo.

Análisis económico sobre un "pozo tipo" en Golfo San Jorge (guía y aislación)

La experiencia de diez meses de operación nos permite confeccionar una síntesis para cotejar solamente el aspecto económico temporal en un pozo típico de la cuenca del Golfo San Jorge.

Las ventajas sobreentendidas del uso del sistema E.C. no se tuvieron en cuenta.

- Guía 350 m 25 tubos = **6 acciones** para completar el circuito.

- Profundidad final del pozo = **3000 m.**
- Total de tubos = **214 - 189 tubos** por debajo de la guía con **33 acciones** para llenar el circuito.
- Total de acciones para llenar y/o circular un pozo completo = **39**

Se toma en cuenta solamente el tiempo que demanda la activación/desactivación del circuito, con el sistema convencional respecto de la propuesta E.C.

Con el sistema convencional, corresponde sumar el tiempo que demanda la calibración del pozo para la guía.

Los tiempos que se asumen son reales:

- 15 minutos: para armado / desarmado de la cabeza.
- 10 segundos: para activar y desactivar el circuito con E.C.

Sistema E.C.

Activa / desactiva. 10" x 39 acciones = **6,5 minutos**

La calibración (no se realiza) =

sin tiempo agregado

Total: 6,5 minutos

Sistema convencional

39 x 15 minutos = **585 minutos / 60 = 9,75 horas**

Por horas de calibración de la guía = **5 horas**

Total: 15 horas

15 horas es el tiempo que, con el método convencional, se agrega a la operación a diferencia de los **6,5 minutos** que lleva la aplicación del sistema E.C. Esto, sin considerar las ventajas manifiestas que surgen de su aplicación: seguridad, control, limpieza, disponibilidad de circuito, etc.⁽⁵⁾.

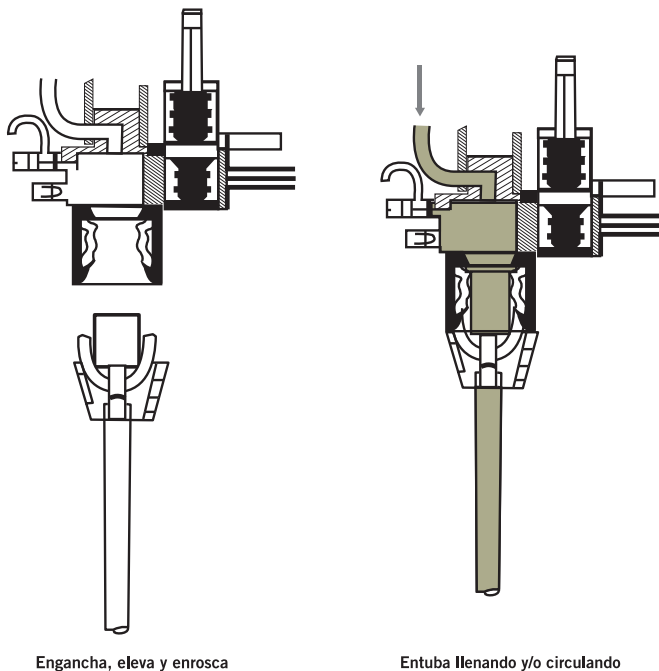
El camino recorrido

Diversos factores inciden en el cumplimiento de planes de perforación para el desarrollo y/o ampliación de zonas productivas.

Los imponderables técnicos no resueltos atentan contra las planificaciones económicas (los pozos exploratorios son su máximo exponente), las zonas "nuevas" siempre presentan situaciones que requieren mayor control. Si bien las pruebas con el sistema E.C. se realizaron en zonas conocidas del Golfo San Jorge (GSJ), éstas presentaron grados de compromiso muy variables, lo que permitió comprobar que el sistema E.C. es fácilmente adaptable a zonas y rotarys, cumpliendo perfectamente con las pautas planteadas en el anteproyecto, como son:

- Respuesta inmediata en cualquier momento y altura.
- Circulación de fluido sin aire.
- No se altera la secuencia lógica de la entubación.
- Total seguridad y control.
- Movimiento de la columna.
- No hay tiempos agregados.
- No hay necesidad de calibraciones.
- No hay golpes de ariete al comenzar a circular.

Estas ventajas se suman a la posibilidad de proveer acciones que comandadas a distancia salvan el imponderable en pocos segundos, atenuando notablemente la ocurrencia del problema y aportando un gran valor agregado, muy difícil de cuantificar, que es la seguridad.



Engancha, eleva y enrosca

Entuba llenando y/o circulando

Figura 6. E.C.C. para entubar con circulación y cementar sin paros. Secuencia: entuba con circulación.

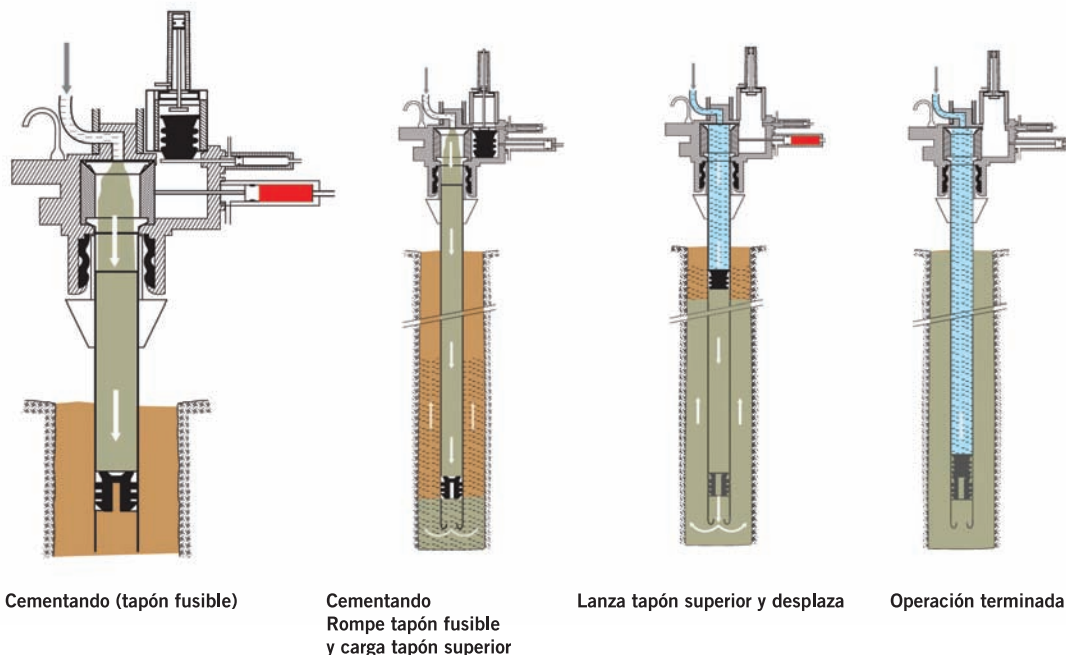


Figura 7. E.C.C. para entubar con circulación y cementar sin paros. Secuencia: cementado

“Maniobra corta”: un logro importante

Los programas y formas de perforar un pozo se ajustan a las experiencias que, a su vez, responden a las posibilidades técnicas disponibles.

Las secuencias utilizadas en la perforación de los pozos de la mayoría de los yacimientos de la cuenca del GJS responden al esquema de “maniobra larga”; este esquema es consecuencia de la indisponibilidad de un medio técnico que permita una respuesta acorde con la necesidad.

Con la utilización del nuevo sistema E.C. se puede observar una importante ganancia horaria al aplicar el programa de “maniobra corta”.

Al momento de elaborar este trabajo, se llevan realizados seis pozos (sin incidentes en la entubación) con maniobras cortas en campos del norte la provincia de Santa Cruz. Esta experiencia permitió los ahorros graficados en la figura 4 (no se incluyen los tiempos de perforación).

La aplicación de la “maniobra corta” que aporta el uso del sistema E.C. en la perforación de los campos de Santa Cruz, Chubut y Neuquén es de aproximadamente 60 horas por pozo.

E.C.C. (Entuba, Circula, Cementa)

El sistema E.C. para entubar con circulación, demostró ser un efectivo medio para disponer del circuito de lodo en cualquier momento de la operación, mientras el vástago no esté armado.

El sistema E.C.C. permitirá entubar

“sin paros” hasta terminar de cementar, para lograr las condiciones operativas ideales, atendiendo a la necesidad de mejorar los resultados de la cementación primaria.

A este fin se desarrolla un sistema para el lanzamiento de los tapones de cementación, el que comandado a distancia permite, en el momento oportuno, lanzar los tapones fusible y cierre (superior e inferior) sin paros, con movimiento permanente de la tubería, sin la presencia de personal en boca de pozo, con total control y seguridad.

De esta manera, se evitan los tiempos (con casing inmóvil) requeridos para el armado de la cabeza de cementación.

En estos momentos, cuando la tubería debe quedar acuñada, se produce con mayor frecuencia el “pegado” que impedirá luego, durante la cementación, el movimiento de reciprocación.

Esto, como mínimo, potencia la canalización del cemento de aislación en la columna de “gel” ubicada en el espacio anular superior.

El consecuente aumento de la altura de la columna de cemento multiplica la acción de la “presión hidrostática”, potenciando la posibilidad de fracturas con pérdidas de circulación y/o altas admisiones que determinarán malos resultados de la cementación de aislación, lo que implicará mayores esfuerzos en lo técnico y económico durante la terminación y, aún, durante la vida productiva del pozo.

Normalmente, las cabezas de cementación están configuradas para que, por medio de un sistema de cambio de posi-

ción del flujo, se desplace al tapón correspondiente (inferior o fusible y superior o de cierre).

Como es conocido, un manifold de tres entradas (inferior, intermedia y superior), solidario al cuerpo principal de la cabeza, permite la inyección de fluido por la entrada inferior sin lanzar tapones (para la circulación previa).

Para el lanzamiento del tapón inferior se abre la entrada intermedia y se cierra la inferior después de liberar la traba del tapón. De esta manera, este tapón es desplazado por el flujo que se inyecta. El tapón superior se desplaza después de liberar la traba, cerrar la entrada intermedia, y abrir la superior. Ahora, cuando el fluido de desplazamiento es inyectado desplazará al tapón.

Estas acciones son ejecutadas “en la boca de pozo” por personal de la compañía de cementación en el momento oportuno.

Por ende, el cambio de entrada de flujo es el medio para seleccionar el tapón a desplazar.

Nuestro sistema (que fue patentado) propone “mantener el flujo” y mover los tapones para que éstos sean conducidos por el fluido inyectado. Un comando a distancia (manual o automático), piloteado desde la cabina de control de la cementación permite una operación segura.

De esta forma, se realiza el lanzamiento de los tapones sin paros, sin personal en boca de pozo, manteniendo la continuidad operativa entre la entubación y la cementación, con movimiento de reciprocación permanente de la columna.

En las figuras 6 y 7 se puede apreciar la operación continua de "Entubar y Cementar" tal como se describe.

Una vez acondicionado el pozo, se ubica el primer tapón (fusible) y se comienza con la inyección de los fluidos de cementación. Mientras ésta se realiza, el tapón superior (de cierre) se posiciona en la lanzadera.

Antes de comenzar el desplazamiento se posiciona el tapón de cierre (intercalando el flujo) para que sea desplazado. Cuando éste llega al tope, se completa la operación; sin paros y con movimiento permanente de columna y sin presencia de personal en zonas con conductos presurizados.



Figura 9. Entubación en el Golfo San Jorge, Cañadón León, provincia de Santa Cruz (Argentina), en proceso de maniobra corta (sin calibración y con desarme a canasta, antes de perfilar).

Los distintos momentos operativos y la disponibilidad del circuito

En la figura 8 se observa la disponibilidad del circuito de lodo en los distintos momentos operativos para

un pozo típico de la cuenca del GSJ.

En el sistema convencional (primera columna de la figura) el circuito se dispone sólo cuando se perfora "al estar el vástago armado".

Monta equipo	Convencional	Sistema E.C.	Sistema E.C.C.	Combinados
Perfora Guía	●	—	—	●
Calibra	●	—	—	●
Entuba	—	●	●	●
Cementa	—	—	●	●
Perfora Principal	●	—	—	●
Saca para cambio de trépano	—	●	—	●
Baja con cambio de trépano	—	●	—	●
Perfora	●	—	—	●
Saca para cambio de trépano	—	●	—	●
Baja con cambio de trépano	—	●	—	●
Saca para calibrar	—	●	—	●
Calibra	●	—	—	●
Saca para perfilar	—	●	—	●
Perfila	—	—	—	—
Baja y acondiciona	—	●	—	●
Saca desarmando	—	●	—	●
Entuba	—	●	●	●
Cementa	—	—	●	●

Los sistemas E.C./ E.C.C. aportan disponibilidad de circuito y circulación plena en todas las fases operativas de la perforación.

*El método convencional de perforación imposibilita disponer del circuito de lodo en gran parte de las fases operacionales.

El sistema E.C., acondicionado para cambio de trépano, se expresa en la segunda columna.

El sistema E.C.C. para entubar, circular y cementar, en la tercera columna.

En la cuarta columna de la figura está expresada la combinación de todos los momentos.

La disponibilidad permanente de circuito con circulación plena es permanente a excepción del momento en que se perfila.

Conclusión

En toda actividad, y particularmente en el proceso idea-proyecto-producto, la mejora continua motoriza la búsqueda tendiente a conseguir el mejor producto y/o servicio que se proyectó.

La observación, la experimentación, la apertura al cambio y la decisión de implantar las alternativas que estas actitudes generan, permiten aplicar los conocimientos adquiridos siempre que éstos respondan a los requisitos económicos de seguridad y eficiencia.

Si, como hasta hoy, logramos la participación de todos los actores operativos para concretar la posibilidad que brinda el sistema E.C., seguramente, más temprano que tarde, se podrá responder en forma práctica y efectiva al interrogante siempre vigente: ¿Cómo disponer del circuito de lodo cuando no está el vástago armado?

El sistema E.C. es una respuesta aplicable a la gran cantidad de equipos que, por mucho tiempo, seguirán perforando con vástago y mesa. ■

Referencias bibliográficas

- (1) Revista *World Oil*. Resumen de actividad mundial de perforación. Noviembre 2006.
- (2) INPI (Instituto Nacional de la Propiedad Industrial) Actas: N° P030102025 – N° P030102049– N° P03010203814 – N° P040102816.
- (3) INPI Acta N° P03010203814 – N° P040102816.
- (4) N. Lauri, C. Nespoli. *YPF Manual de perforación*, YPF, 1963.
- (5) Datos propios, partes de campo, marzo 2006 - febrero 2007.

Figura 8. Cuadro comparativo de disponibilidad de circuito. Secuencia: Operaciones de Perforación en un pozo tipo Golfo San Jorge (Cerro Dragón).