

# Proyecto desfiladero Bayo Este

Perforación con Coiled Tubing  
y entubación de Casing de Epoxi reforzado  
con fibra de vidrio (ERFV)

Por *Javier Alpire, Danilo Sandoni, Roberto Bermudez*  
Repsol YPF

*José Luis Oroná, Guillermo Agüero*  
Pride - San Antonio

**L**a explotación de campos maduros demanda una visión integradora respecto a la planificación, ejecución y evaluación del desarrollo global de construcción de un pozo.

El personal de estudio de YPF estudió el desarrollo del yacimiento Desfiladero Bayo Este (DBE) y planteó la necesidad de perforar 40 pozos petroleros, 20 inyectores y 20 productores. El inconveniente que se presentó inicialmente fue la falta de equipos y personal para llevar adelante este proyecto, motivo por el cual YPF se decidió invitar a algunas compañías para que propongan la mejor manera de llevar adelante este proyecto y que éstas preferentemente traigan equipos

de perforación y terminación a nuestra operación.

Debido a la gran cantidad de pozos inyectoros muy atacados por la corrosión se había decidido entubar todos los pozos inyectoros con tubería de Epoxi Reforzado con Fibra de Vidrio (ERFV) lo que sería una innovación en el uso de nuevos materiales.

San Antonio Pride propone utilizar, para la gestión integral de construcción de pozos, equipamiento propio sin necesidad de utilizar los equipos de perforación y workover de la operación normal de la gestión de YPF.

La ventaja de elegir la propuesta de San Antonio Pride es permitir a YPF disponer de sus equipos de perforación y terminación para la ejecución de otros proyectos.

La posibilidad de trabajar en forma integrada con Repsol YPF es un verdadero desafío para San Antonio Pride, ya que permitiría aplicar las lecciones aprendidas de proyectos tales como Drill 22, Señal Picada y el Drill 600 en Comodoro Rivadavia.

YPF valorizó principalmente la experiencia del proyecto de Señal Picada puesto que allí se usó por primera vez el equipo de Coiled Tubing Drilling para la perforación de pozos y se entubaron pozos con ERFV.

La dificultad de disponibilidad de equipos de perforación y terminación obliga a encontrar soluciones innovadoras que permitan perforar y completar pozos aplicando altos estándares operativos de Medio Ambiente, Seguridad y Calidad.

Después de analizar la propuesta de San Antonio Pride y de hacer un estudio mejor de las necesidades del desarrollo del yacimiento, se plantea cambiar la distribución de pozos inyectoros y productores a:

Guías - Sección 12.1/4" - (0-250 m)

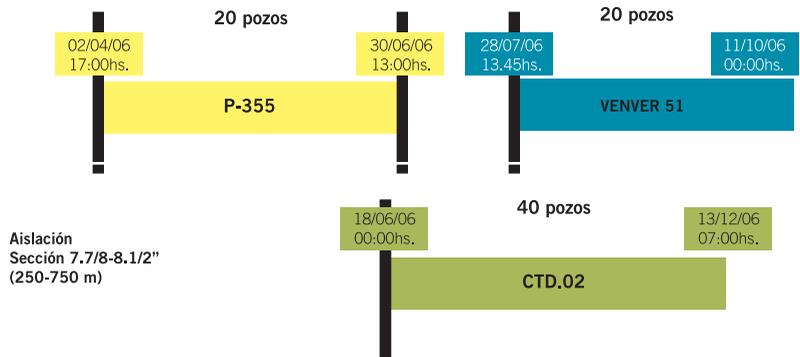


Figura 1. Etapa de Perforación

Perforación de la fase 12 1/4" con el equipo de perforación Venver E-51 (inicialmente se comenzará con el equipo de perforación PI 355, ventana abierta en el contrato original de Pride con YPF y cedido a San Antonio por 13 semanas).

Perforación de la fase 7 7/8" - 8 1/2" con el equipo de perforación San Antonio Pride CTD-02. Terminación y bajada de instalación final bajo la metodología Rig Less y equipo de pulling.

### Ventajas competitivas del servicio llave en mano en este proyecto

- Incorporación de tecnología y seguridad en el equipamiento ofrecido. Tanto el E-51 como el CTD-02 cuentan con equipos hidráulicos de izaje y perforación, reduciendo la exposición del personal a trabajos en boca de pozo.
- Reducción de tiempos en la terminación de pozos, por la aplicación de la modalidad Rig Less. Proyectos similares, tales como Puesto Hernández, Medanito y otros, han

demostrado la efectividad de esta metodología, de la cual San Antonio Pride es pionera.

- Reducir el tamaño de las locaciones a construir, con la consiguiente disminución del impacto ambiental y económico.
- Aplicación de herramientas de gestión. Experiencia en proyectos similares permitieron desarrollar herramientas propias y una organización preparada para la gestión de este tipo de proyectos.

### Necesidades operativas

- El equipamiento de perforación ofrecido por San Antonio Pride requiere que el casing a proveer por Repsol YPF sea Rango II.
- La continuidad fluida de las operaciones dependerá de la disponibilidad de locaciones para iniciar la perforación de la fase 12 1/4".
- Para evitar esperas innecesarias de equipamiento CTD, es aconsejable contar con locaciones disponibles para el inicio del proyecto. (Por lo menos 10 guías realizadas antes de comenzar la perforación de la sección de producción).

### Etapa de perforación

(Véase figura 1)

### Guías

Como se indicó anteriormente, este trabajo se realizó con dos equipos, el Pride 355 y el Venver E-51. En la figura 2 se muestra un mapa de la distribución de los pozos en los que se mapea la zona de pérdida, la zona de

Guías a 250 m/Prof. Final 750 m	
Pozos Inyectoros	<p>25 pozos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perfora 12 1/4" - 8 1/2"</li> <li>• Entuba cañería de acero 9 5/8" y cañería de ERFV 5 1/2".</li> <li>• 1 zona punzada/ensayada</li> <li>• Definición de estimular hidráulicamente.</li> <li>• Baja tubing de producción.</li> </ul>
Pozos Productores	<p>15 pozos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perfora 12 1/4" - 7 7/8"</li> <li>• Entuba cañería de acero 9 5/8" y 5 1/2"</li> <li>• 1 zona a estimular hidráulicamente.</li> <li>• Bajar PSP/bombeo mecánico.</li> </ul>

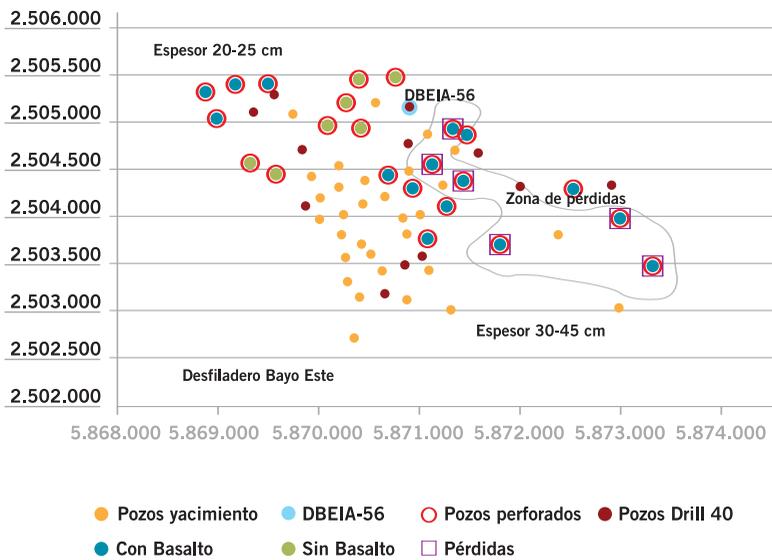


Figura 2. Mapa guías - Drill 40 PI-355/ VENER 51

basalto en superficie, y pozos perforados del yacimiento.

En la figura 3 se muestra el desempeño del equipo PI 355 para la perforación de las guías.

Es importante recalcar que la comparación con el desempeño de YPF no es la más adecuada puesto que el equipo PI-355 fue aliviado bastante para

este tipo de trabajo ya que sólo hizo las guías. En la operación de YPF se movía para hacer los pozos completos.

La figura 4 muestra el desempeño logrado por el equipo Venver E-51 en lo que sobresale el mayor espesor de basalto que tuvo que atravesar, lo cual implicó menor desempeño respecto al PI-355 en cuanto a lo programado, y

obviamente un equipo automático le saca ventaja a uno convencional en lo que es desmontaje, traslado y montaje.

Finalmente, la figura 5 muestra, en diagrama de tortas, el resumen de las cuarenta guías perforadas divididas por la presencia de basalto en superficie y por haber tenido pérdidas de circulación.

En el desempeño final de la perforación de las guías se aprecia que el equipo Pride 355, aliviado en sus cargas, hizo un promedio de 6,6 guías por mes y el equipo Venver 51 consiguió perforar un promedio de 7,8 guías por mes.

### Sección de la cañería de aislación

Esta sección se perforó con el equipo de Coiled Tubing Drilling CTD-02 de la compañía San Antonio Pride (véase la figura 6).

Los pozos productores que se entubaron con cañería de acero J-55 de 14 Lb/pie fueron perforados con trépanos de 7 7/8" de diámetro, y los pozos inyectores, que fueron entubados con cañería de Epoxi Reforzado con Fibra de Vidrio, fueron perforados con trépanos de 8 1/2" de diámetro. Esto no tiene precedente a nivel mundial; fue

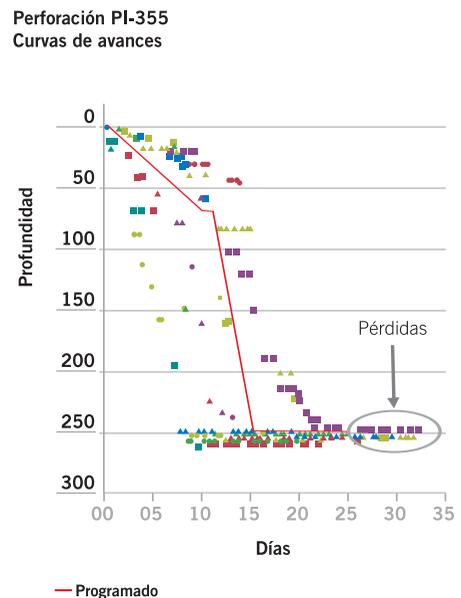
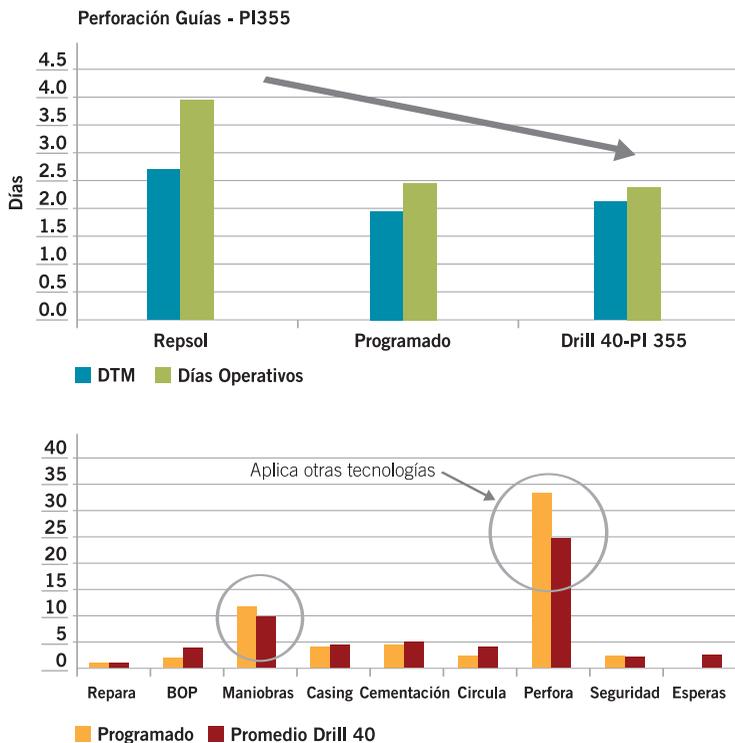


Figura 3

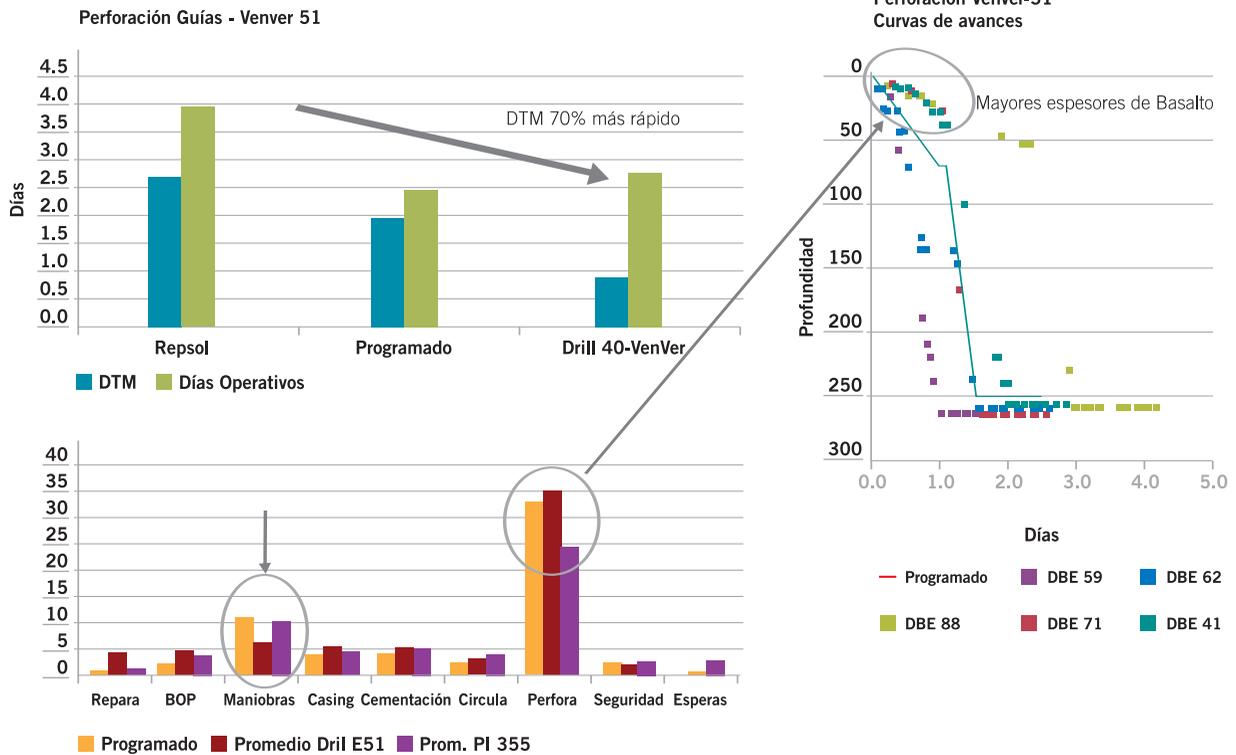
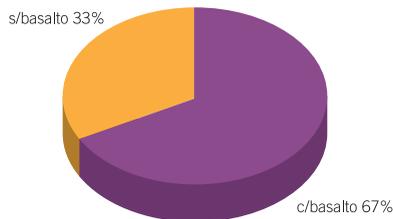


Figura 4

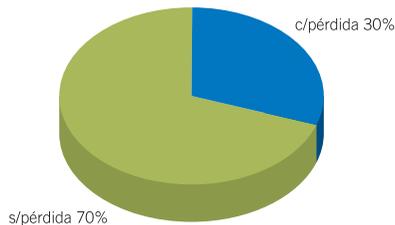
40 guías perforadas

Guías (Presencia Basalto)



PI-355  
Realizó promedio  
6.6 guías/mes

Guías (Presencia Pérdidas Circulación)



Venver-51  
Realizó promedio  
7.8 guías/mes



Figura 6. Equipo Coiled Tubing Drilling – 02 (CTD -02).

la primera vez que se perfora con ese diámetro de trépano con un coiled tubing de 2 7/8" de diámetro. Para ello se hizo necesario cambiar y reforzar el sistema de conector de pines que hace falta para rosar el BHA (Boton Hole Assmby – Herramienta de fondo) con el Coiled Tubing.

Antes de continuar con lo que fue la operación propiamente dicha, debemos hacer un paréntesis para pasar a describir el equipo de Coiled Tubing

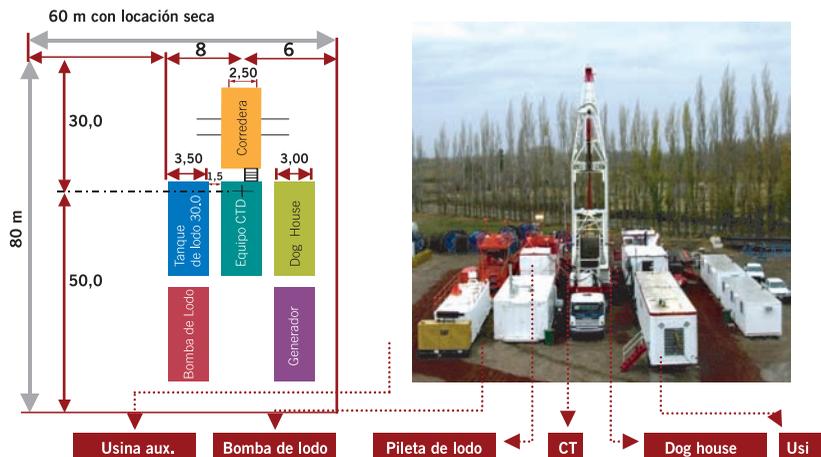


Figura 7. Layout de la locación para el equipo CTD 02.

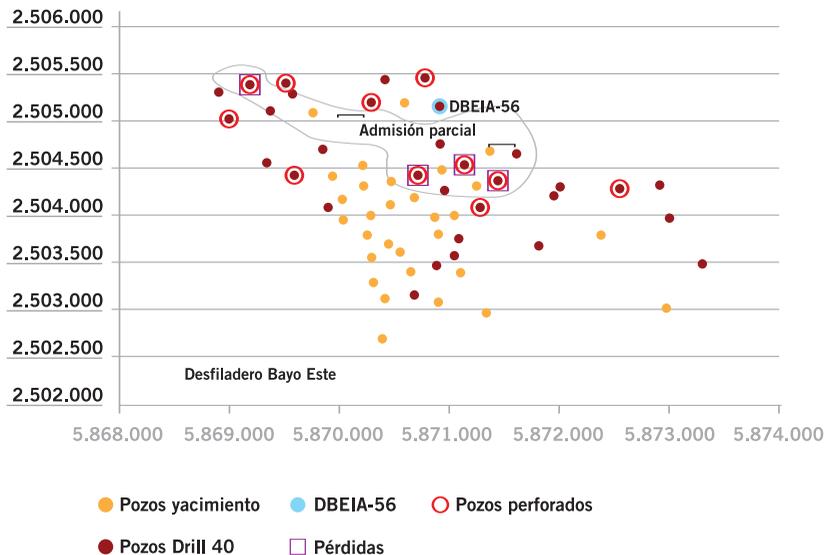


Figura 8. Mapa aislamiento, DRILL 40, CTD 02

Drilling puesto que es una tecnología relativamente nueva en el país y con la cual no se han hecho tantos pozos en un solo proyecto.

### Mástil

- Capacidad: 100.000 Lbs
- Capacidad de tiro (Pulling): 80.000 Lbs
- Altura: 19 m

- Longitud máxima de cañería a entubar: 12 m

### Inyector

- Rueda Inyectora - diámetro de coiled tubing 2 7/8" y 3 1/2"
- Capacidad de tiro (Pulling): 60.000 lbs

### Fuerza motriz

- Motor Diesel 250 HP

### Trailer usina

- Generador: 344 KVA 413 AMP
- Fuerza Motriz: Motor 415 HP
- Acumulador BOP (Blowout Preventor - Preventor de Reventones)

### Bomba de lodo

- Triplex BPMMP F-1000 (China)
- Fuerza Motriz: Motor Caterpillar

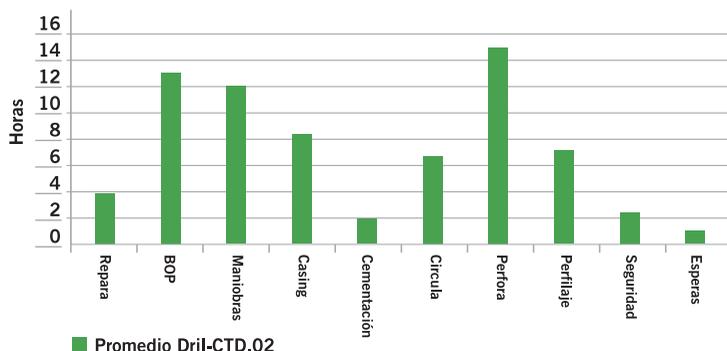
### Pileta de lodo

- Trip Tank (Tanque para maniobra): 3m<sup>3</sup>
- Tanque Succión: 18 m<sup>3</sup>
- Tanque Decantador: 16 m<sup>3</sup>
- Casilla del Choke Manifold

### Características del Coiled Tubing

Diámetro Exterior (pulg)	Espesor de pared (pulg)	Peso (lb/pie)	Carga Longitudinal de Fluencia (lbs)	Presión Interna de Fluencia (psi)	Presión de Colapso (psi)	Fluencia Torsional (lbs-pie)
2 7/8	0,188	5,395	111.090	8.910	7.560	6.744

### Días programados vs. reales:



### Perforación CTD.02 Curvas de avances

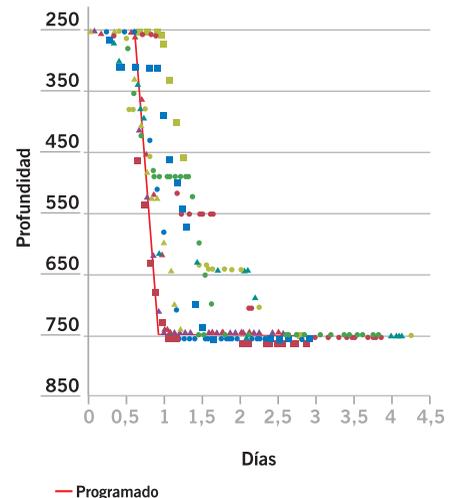


Figura 9. Tramo aislamiento con trépano 7 7/8"

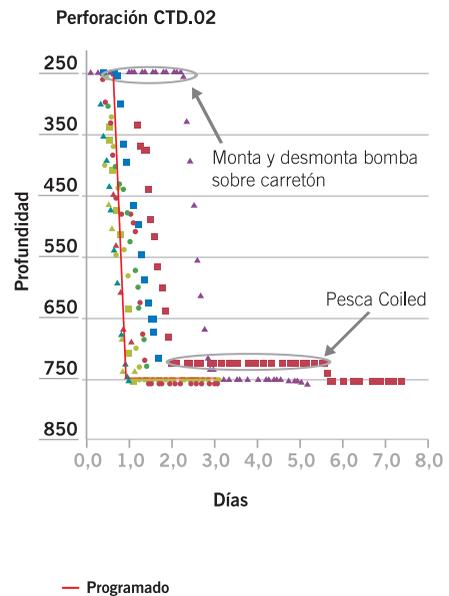
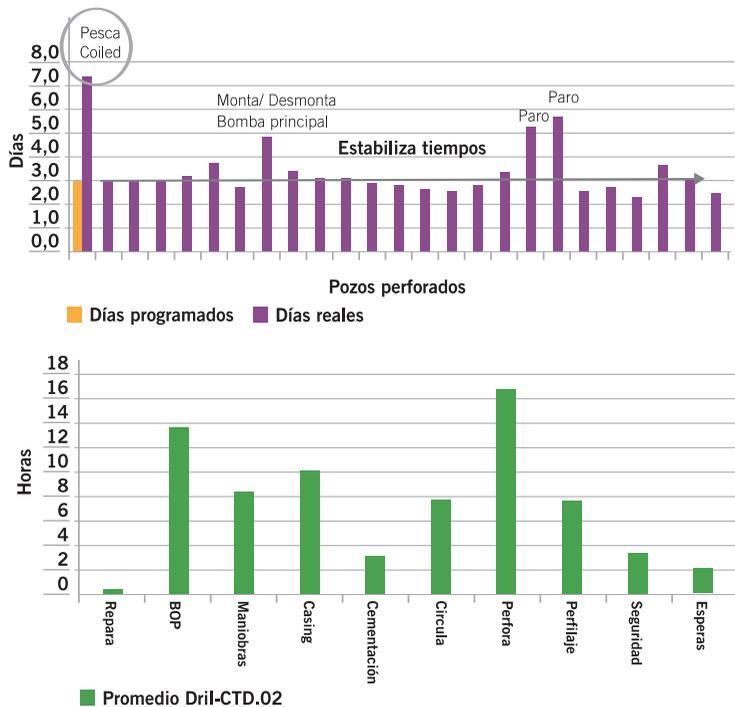


Figura 10. Tramo aislación con trépano 8 1/2".

## ZARANDA Swaco ALS II

### Cabina de operaciones

- Comandos Control Remoto del Equipo
- Sistema de Aire Comprimido
- Tanques de Combustible y Agua

### Adquisición de datos

- Monitoreo de parámetros de perforación
- Transmisión de datos en forma inalámbrica

### Coiled tubing

- Diámetro exterior 2 7/8" (QT-700), opción de CT 3 1/2". Ver tabla de características del Coiled Tubing (pág. 87).

### Perforación del tramo 7 7/8" - 8 1/2"

En las figuras 8, 9, 10 y 11 se describen las operaciones de la perforación del tramo de 7 7/8" - 8 1/2".

### Resultados finales

Véanse las figuras 12, 13 y 14.

### Resultados del desempeño de los trépanos

Véase la figura 15.

## Fluidos de perforación

- Sección 12 1/4" (agua bentonita) (fig.15)

En esta sección se optimizaron los volúmenes a generar, principalmente en los pozos con pérdidas totales. Se perforaron las secciones de basalto fracturado hasta atravesarlo con volúmenes de agua y baches de agua bentonita con obturante.

En el caso de los pozos sin basalto se utilizaban los volúmenes recuperados con el objeto de disminuir los tiempos de preparación, y sólo se le realizaban diluciones para los tramos arcillosos, como también la disminución de costos de elaboración.

- Sección 7 7/8" - 8 1/2" (emulsión inversa - Inverfast) (figura 17)

En esta sección se optimizaron los volúmenes utilizando reciclado de emulsión inversa de pozo a pozo. Para este reciclado se utilizaron tanques autotransportables propios, permitiendo una misma calidad de inversa, sin variaciones en los valores reológicos por contaminación de agua y/o sólidos.

Con respecto a la inhibición del sistema, ésta fue óptima.

Nota: En las secciones de 7.7/8" y 8.1/2" se tuvieron 4 setup en las operaciones de perfil, donde éstos se eliminaron para el resto de los pozos cambiando la relación A/O de 70/30 a 60/40. Los problemas se optimizaron con el aumento de los valores reológicos.

Algunos datos del Sistema Inverfast (véase la figura 19)

### Calibre del pozo perforado

(Véase la figura 20)

Tanto para los trépanos de 7 7/8" como para los trépanos de 8 1/2" se observa un diámetro 2,5% mayor que el diámetro nominal del trépano lo que es un valor excelente.

### Verticalidad de los pozos

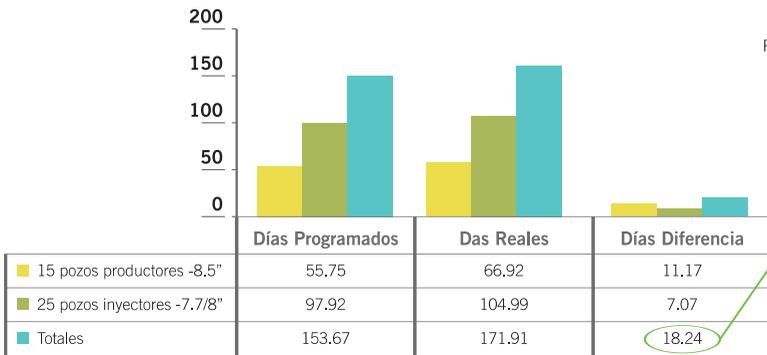
(Véase la figura 21)

Siempre está la duda de que al perforarse con tubería continua, la cual viene enrollada en una bobina circular, la verticalidad de los pozos no sea la deseada. Es así que para tener un control de ello se realizaron registros de verticalidad tanto con totco como con el sistema teledrift.

### Cementación

La cementación se realiza con este

### Tiempos Programados Proyecto vs. Realizado



### Distribución Tiempos Excesos Proyectos



Figura 11. Tiempos programados vs. Tiempos reales

### Pozo tipo: Guía 0-250 m, Aislación 250-750 m

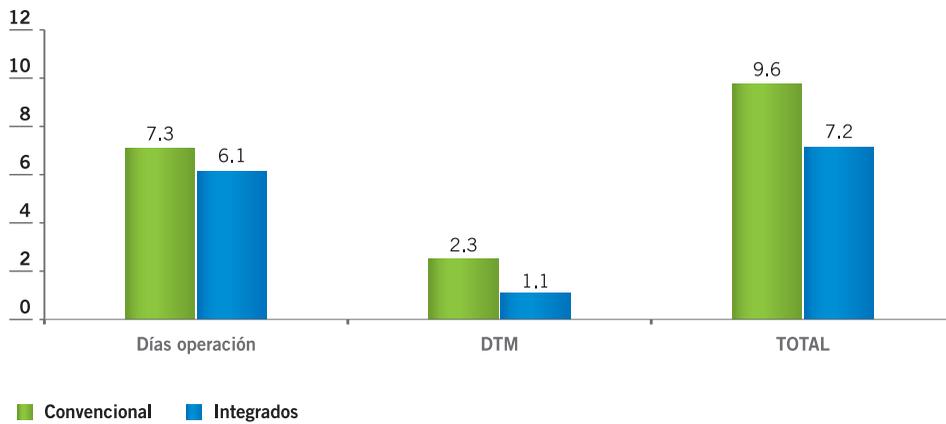


Figura 12. Total días operación convencional vs. integrados

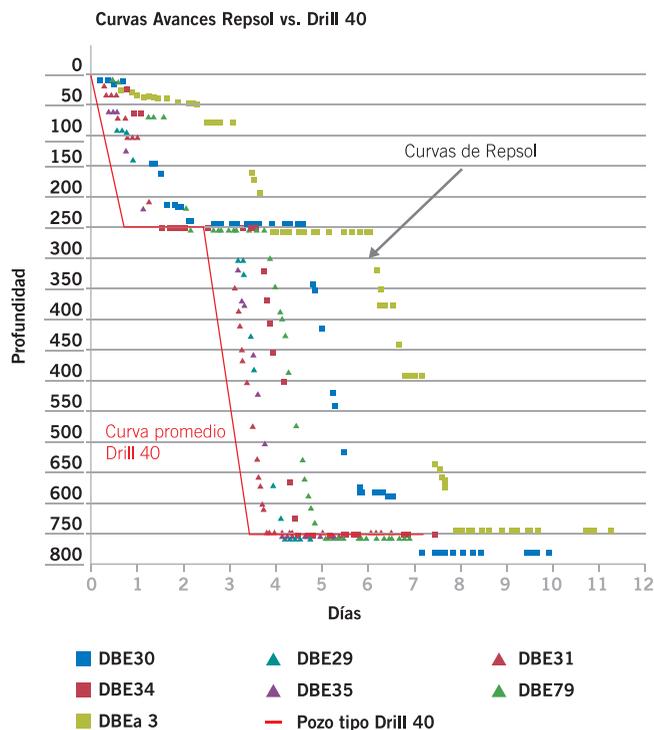


Figura 13.

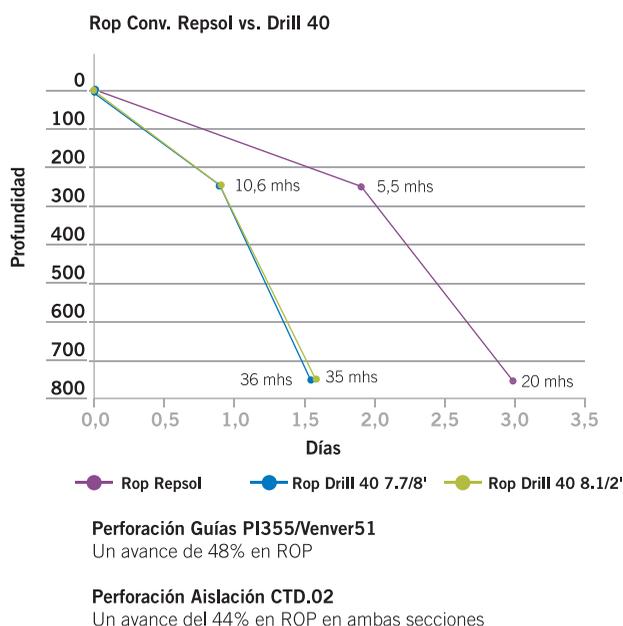


Figura 14.

equipo de manera convencional. Requieren otras herramientas las cañerías de Epoxi Reforzado con Fibra de Vidrio, cuyo material, al tener una densidad bastante menor a la del cemento, tiende a flotar, es por esto

que las cañerías deben ser fijadas al fondo del pozo con un dispositivo llamado "Ancla de Pozo Abierto" desarrollado por la compañía Smith – Reutman para este trabajo.

Nuevamente los autores ven conve-

niente hacer otro paréntesis en la descripción de las operaciones y gerenciamiento de este proyecto para describir la otra innovación dentro de éste y es la descripción de las cañerías de Epoxi Reforzado con Fibra de Vidrio.

### Fibra de vidrio

La fibra de vidrio (del inglés *Fiber Glass*) es un material fibroso obtenido al hacer fluir vidrio fundido a través de una pieza de agujeros muy finos (espinnerette) y al solidificarse tiene suficiente flexibilidad para ser usado como fibra.

### Epoxi Reforzado con Fibra de Vidrio (ERFV)

Es un material compuesto, constituido por una estructura resistente de fibra de vidrio y resinas fenólicas que actúa como aglomerante de éstas. El refuerzo de fibra de vidrio provee al compuesto de resistencia mecánica, estabilidad dimensional y resistencia al calor. La resina fenólica aporta resistencia química dieléctrica y comportamiento a la intemperie.

Para el caso de nuestro estudio, las resinas usadas en la fabricación de las cañerías son las fenólicas, de las cuales se usan tres sistemas de resinas epóxicas con diferentes limitaciones de temperaturas.

- **HP Anhídridos** 180°F (82°C)
- **Amina Aromática** 200°F (93°C)
- **HP Amina Aromática** 300°F (149°C)
- **Maximum**

Del tipo de resina seleccionado depende la resistencia al ataque de fluidos con los que estará durante la vida útil de su aplicación.

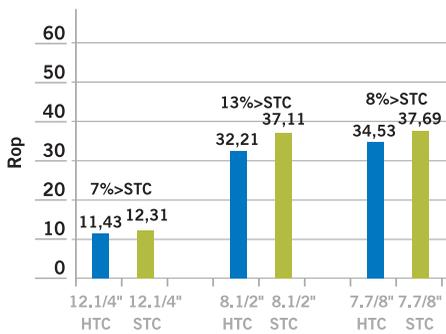
En general la resina HP Anhídrido es resistente a fluidos con PH entre 2 y 9, es decir que resiste al petróleo, al metano, al ácido sulfhídrico y otros fluidos comunes en la industria petrolera con limitación de la temperatura.

Las aminas aromáticas son más resistentes, aumenta su rango de resistencia al PH (a 12) y tienen muy buena resistencia al CO<sub>2</sub> tomando en cuenta siempre las limitaciones de temperatura.

Las aplicaciones principales en la industria del petróleo son:

- Pozos petroleros productores.
- Pozos petroleros inyectores.
- Pozos de inyección profunda (Disposal).
- Pozos de disposal de químicos.

### Rop Secciones Guías-Aislación (HTC vs. STC)



Podemos observar que STC, tuvo mejor performance en las tres secciones de pozo

Figura 15. Resultados del desempeño de los trépanos

### Trépanos

#### Hughes

Tipos trépanos utilizados

Diámetros	Tipos	Diámetros	Tipos
12.25"	GX-09C	8.50"	HCM 506
	MXL-01		HC605
	GT. S09C	7.7/8"	HC606
	GT.C01		HC605
	MX.C 03		HC505
	HC09		

#### Smith

Tipos trépanos utilizados

Diámetros	Tipos	Diámetros	Tipos
12.25"	XR+CPS	8.50"	M619PX
			M516PX
GF10BOD		7.7/8"	M519PX
	GF15PS		

tales de aislación de capas, especialmente las acuíferas superficiales.

Las ventajas son:

- Excelente resistencia a la corrosión.
- No conduce la electricidad.
- Capacidad para soportar altas temperaturas.
- Posibilidad de uso de packers y herramientas convencionales.
- Punzados (baleos) no lo deforman.
- Bajos costos de instalación.
- Resistente a bacterias –resistente a SRB's (Bacterias Sulfato Reductoras)–.
- Baja escala de deformación.
- Bajo peso.

### Datos técnicos

- Presión de Reventamiento: Presión de Operación x 1,25
- Elasticidad del Módulo Axial: 1,85 x 106 PSI (1,27 x 104 MPa)
- Elasticidad del Módulo de Hooke: 3,00 x 106 PSI (2,05 x 104 MPa)
- Densidad: 0.07 lbs/in<sup>3</sup> (Sp. Gr. = 1,95)
- Coeficiente de Expansión Térmica: 1,0 x 10-5 in/in/°F (1,8 x 10-5 m/m/°C)
- Factor de Flujo Hazen-Williams: 150
- Poissons Ratio (Hooke Tensile): .60
- Poissons Ratio (Axial Tensile): .45

### Ensayos realizados con ERFV

#### Evaluación técnica del comportamiento del casing de ERFV

Uno de los interrogantes planteados eran las herramientas a usar en este tipo de casing y el grado de afectación que éstas producirían en la superficie interior y estructura general de la pared del casing.

#### Ensayo de herramientas (packers)

Se fijó un packer en una cañería de ERFV y luego se la sometió a diferentes esfuerzos, tanto de tensión

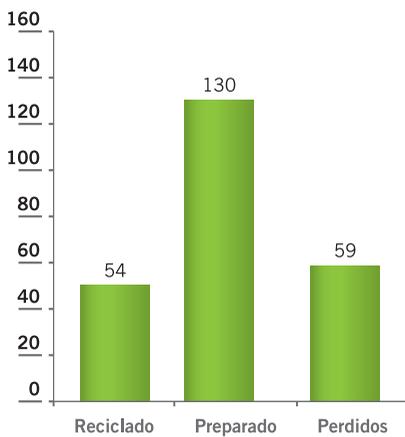


Figura 16. Volumen Guía 12.25" (0-250 m)

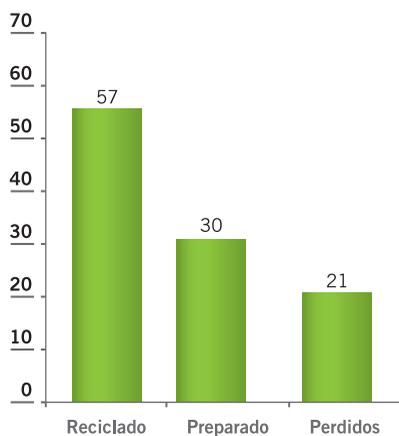


Figura 17. Volumen Aislación 7.7/8"/8.1/2" (250-750 m)

- Pozos de inyección de aguas no tratadas.
- Pozos petroleros de monitoreo.
- Reentubación de pozos con cañería de acero corroidas.

### Cañerías

Las cañerías de ERFV están disponibles en seis diámetros básicos desde 4 1/2" a 10 3/4". Son manufacturadas con finos filamentos de alta calidad para producir cañerías de la más alta calidad encontrada.

El sistema de calidad está certificado por la norma ISO 9001 y cumple con las especificaciones API Q1.

Están construidas con la rosca premium de 4 hilos por pulgadas, dando un mejor roscado, más fácil de torquearlas y minimiza posibles problemas de cruce de roscas durante el roscado y torqueado.

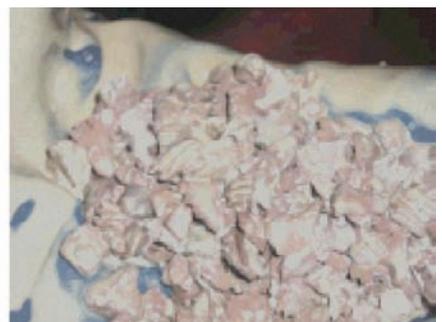
Están disponibles también algunos diámetros con rosca API LTC 8RD.

El uso de un O-Ring en la rosca da un sello que soporta mayor presión; además, el uso de una grasa lubricante evita pérdidas.

La superficie exterior de la cañería da excelente adherencia del cemento durante la cementación, cumpliendo con los requerimientos medioambien-



Figura 18.



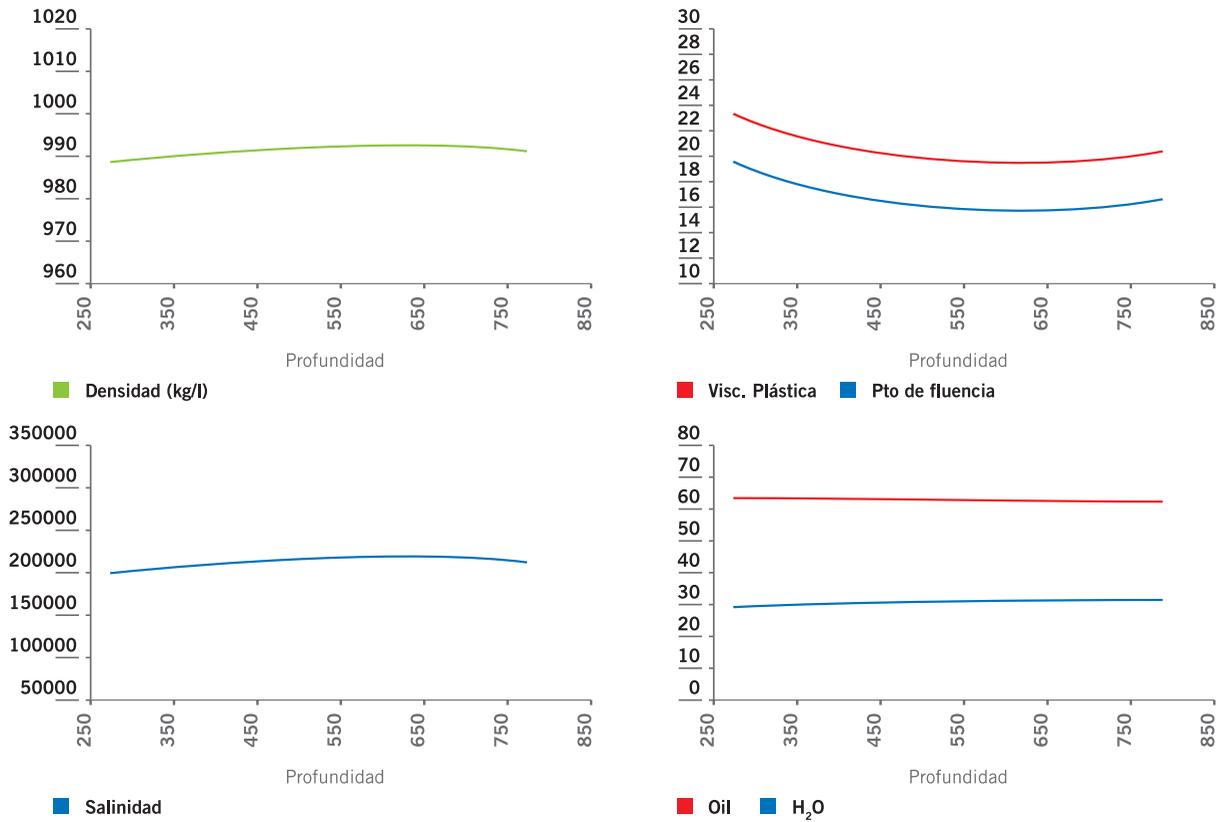


Figura 19. Algunos datos del Sistema Inverfast

como de peso, en la siguiente secuencia, tanto para cañerías “libres” (sin cemento o no cementadas), como para cañería cementada, así se prueba la adherencia del cemento.

En el exterior de los casing ensaya-

dos se encontraban delimitadas mediante marcador indeleble blanco zonas identificadas como:

En el casing libre

- I Tensión 15.000 lb
- II Tensión 30.000 lb / peso 20.000 lb
- III Tensión 6.000 lb

- IV Tensión 6.000 lb / presión 1.000 psi

En el casing cementado, estas marcas estaban en la parte metálica que se extrajo, por lo que antes de esa operación se midieron las posiciones de las zonas marcadas para transferirlas a la pieza plástica una vez liberada

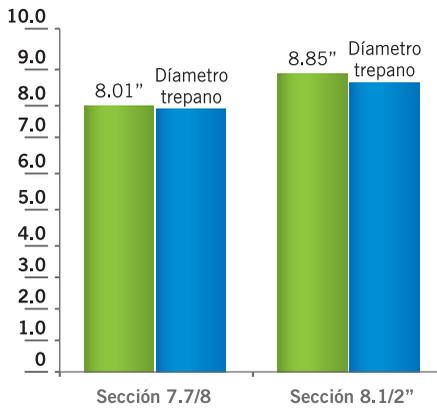


Figura 20. Caliper Secciones 7.7/8" - 8.1/2" Drill 40

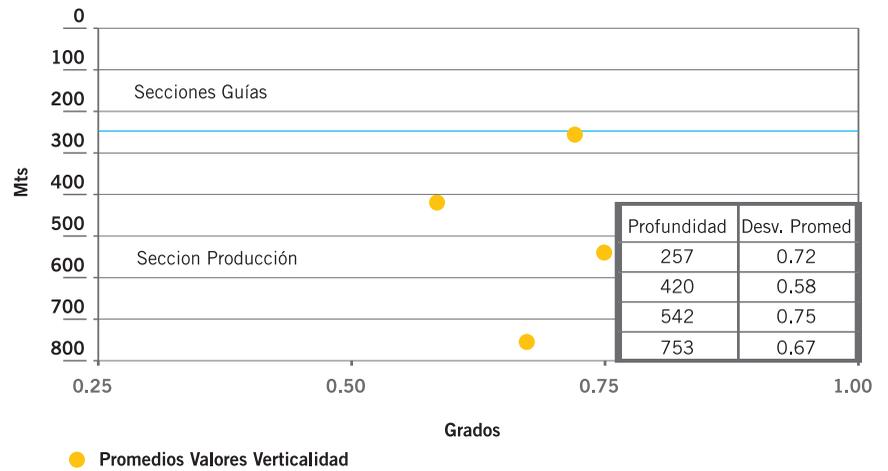


Figura 21. Promedio valores de verticalidad tomados con Totco (PI.355-Venver 51) / Teledrift (CTD.02)

del cemento.

En esta pieza únicamente se hallaban identificadas las zonas I, II y III (con valores coincidentes a la anterior).

En la figura 23 vemos las improntas que aparecen en el interior de los casing.

En ambas piezas las improntas tienen una distribución similar, sólo que en la libre, al haber cuatro zonas, parte de las marcas de las zonas III y IV se han superpuesto. Las improntas se encuentran en grupos de 8 rayas, y corresponden dos de estos grupos sucesivos a cada prueba.

Al observar detenidamente las improntas en los casing, se puede apreciar lo siguiente:

- La zona de improntas más visiblemente marcada es la zona II en ambos casos (Tensión 30.000 lb y 20.000 lb de peso). Le siguen en intensidad la zona I y la zona III.
- La apariencia es muy similar en ambas piezas; la intensidad de las marcas parece estar más influida por la carga aplicada que por el hecho de que estén cementadas o no.
- En el casing libre, las zonas III y IV (que están levemente superpuestas) presentan el mismo aspecto, es decir que la presión aplicada de 1000 psi en la zona IV no provocó efectos adicionales a las cargas de 6.000 lb que ambas zonas presentan.
- En general y desde un punto de vista cualitativo, el daño que las herramientas provocan es muy pequeño con el espesor del casing de ERFV.

### Conclusiones de la prueba

En forma cualitativa se puede indicar que el daño aparece como mucho menor que lo que uno esperaría encontrar por parte de mordazas preparadas para trabajar sobre casing metálicos. Se puede indicar también que el aspecto del daño es prácticamente idéntico en el casing libre que en el que trabajó cementado, es decir que la rigidez adicional que impone el cementado no afecta a las improntas.

En forma cuantitativa se puede indicar que la dureza superficial del casing (interna) no se afecta en absoluto por la acción de las mordazas, ni siquiera en la zona próxima inmediata a las improntas, es decir



Figura 22. Casing listos para su uso con vista de la rosca.

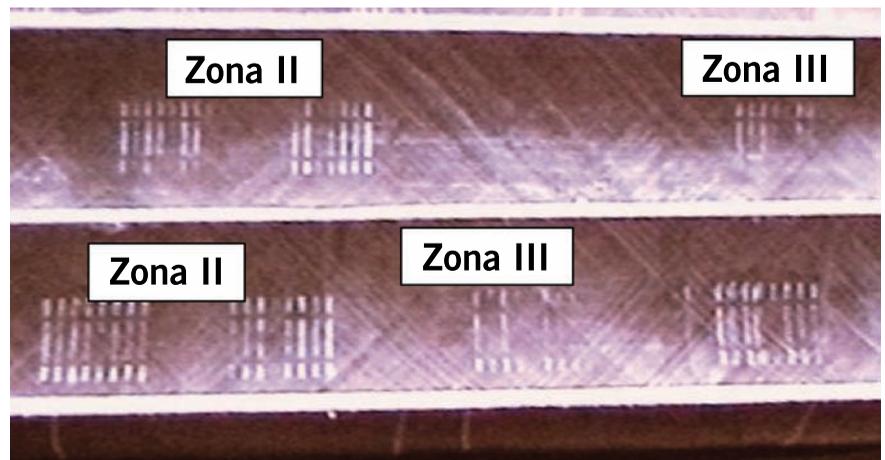


Figura 23. Casing listos para su uso con vista de la rosca.

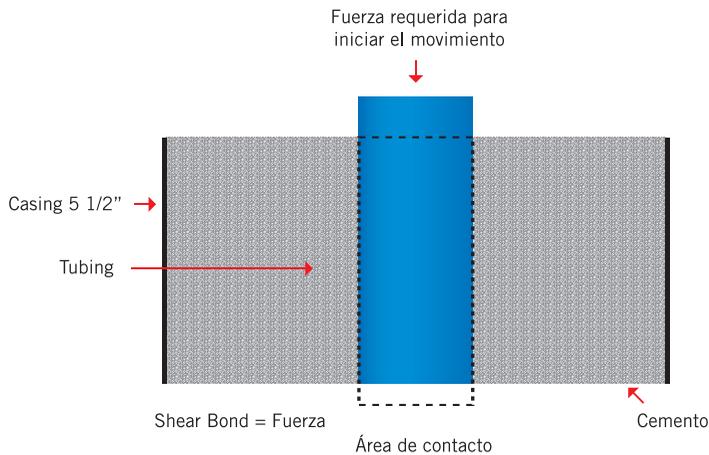


Figura 24. Prueba de adherencia del cemento



Figura 25. Prueba de punzado

que no se debe esperar una alteración de la resistencia del casing por este motivo.

Tampoco hay evidencia que haya influido la presión que se aplicó adicionalmente en una de las pruebas; además, como consecuencia de los cálculos realizados, puede inferirse que la afectación del casing por las mordazas que se obtuvo en esta prueba es muy representativa de lo que puede esperarse en uso en el campo, y que aun cuando las cargas se aumentaran no es esperable un daño mayor que el observado.

### Prueba de adherencia del cemento

(Véase la figura 24)

Lechada de cemento "G" + 0,8% FC 22 + 0,3% DC 1520 + 1,5% Cl2Ca + 4% Látex líquido + 42% agua (D= 1870 gr./l)

Tubing de 2 7/8" de ERFV: 3.490 kg (205 psi)

Tubing de 2 7/8" de acero: 4.900 kg (304 psi)

Casing de 2 7/8" de ERFV: 8.350 kg (501 psi)

### Prueba de punzado

(Véase la figura 25)

Otra duda que había era cómo quedaría el punzado en este material, así que se realizaron las pruebas, pero éstas dieron como resultado perforaciones perfectas y sin inconvenientes.

Cañón de 4" 4 TPP 22 g.

Cañón de 4" 6 TPP 32 g. (alta penetración)

Volviendo a la cementación, en la tabla de abajo se observa un resumen de estas operaciones.

Tabla resumen de operaciones de cementación

Díámetro de Pozo	12 1/4" GUIAS	7 7/8" PRODUCTORES	8 1/2" INYECTORES
Cañería	9 5/8", H-40, 32,3 #/'	5 1/2", J-55, 14 #/'	5 1/2", ERFV, 5,9 #/'
Cantidad	40	15	25
Prof. Zapato	250 m	750 m	750 m
Operación	NORMAL 2 pozos presentaron pérdidas de circulación en 5 m	NORMAL Cierre de dispositivo OK	NORMAL Anclas, OK Camisa de Circul. OK
CBL	No se Realiza	BUENOS	No se realiza CBL pero se verifica con presión, OK.
Correctivas	NO (2 pozos se completan por anular)	NO	NO

### Cronograma de terminación de pozos

(Véase la figura 27)

### Comentarios de optimización de tiempos de operación

#### Equipo PI-279

##### • Pozos productores

Calibración de pozos con equipos de Wire-Line, previo al montaje del equipo (2 operaciones por día).



Figura 26.

• **Pozos inyectoras**

Calibración ídem anterior. Estimulaciones posteriores al desmontaje del equipo. Por ejemplo: realización de ácidos sin el equipo.

**Rig Less**

• **Pozos inyectoras**

Calibración anterior al montaje del equipamiento. Operaciones de Perfilaje, Punzado, Prueba de Admisión, Estimulación (una capa) bajo esta modalidad, eliminando el costo del equipo de Terminación convencional.

Cronograma de terminación de pozos

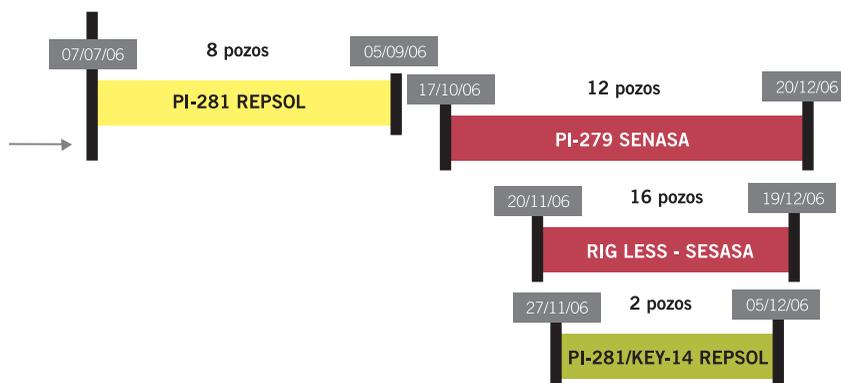


Figura 27.

Operaciones de terminación

	PI-281/KEY-14	RIG LESS	PI-279
Terminaciones Productores REPSOL	7,5 Días Total 12 pozos	×	×
Terminaciones Productores/Inyectoras SESASA	×	×	5,33 Días Total 12 pozos
Terminaciones Inyectoras SESASA	×	1,8 Días Total 16 pozos	×

Conclusiones

- Las operaciones de perforación estuvieron dentro de los tiempos programados, el incremento de tiempos se manifestó principalmente por los paros gremiales.
- El reciclado de la emulsión inversa fue crucial para este proyecto. El consumo fue optimizado por un eficiente tratamiento de control de sólidos (shear unit) y manejo de la misma.
- Se utilizó por primera vez tecnología coiled tubing drilling (2 7/8") con diámetro de perforación 8 1/2". Para ello se realizó reingeniería del conector pinado.
- Los trépanos utilizados fueron seleccionados para la tecnología CTD.
- Se consideraron un éxito las entubadas con cañería de Epoxi Reforzado con Fibra de Vidrio (ERFV), en conjunto con aplicación de tecnología de anclas de fijación de Reuman - Smith.

- Se obtuvieron cementaciones y CBL de calidad.
- Se optimizaron las operaciones de terminación para reducir los tiempos totales.
- Se aplicó por primera vez en Repsol YPF -UNAO, tecnología Rig Less. ■

Bibliografía

1. Javier Alpire, *Informe Final de Perforación de Pozos con Coiled Tubing Drilling y entubación de cañería de ERFV en el Yacimiento Señal Picada*. Repsol YPF, UNAO, UE RDLS Neuquén, Argentina, 2002.
2. *Petroplastic, Manual Técnico de Casing de Epoxi Reforzado con Fibra de Vidrio*. USA, 2000.
3. *Manual de Procedimientos YPF*. Rev. 1999 (Módulo 4), H. Bazzara, A. Miguel, P. Boscato, J. Uhrig, D. Breuer, D. Legaz, R. Massolini. Aprobado por: Miguel Sotomayor.
4. Javier Alpire, *Estimulación Selectiva de Pozos Inyectoras Re-entubados con casing de ERFV 3 1/2" en Yacimiento Señal Picada*. Workshop de Perforación de Repsol YPF Santa Cruz, Bolivia, Nov. 2005.
5. *Future Pipe Industries, Epoxi Pipe Systems, Red Box Casing and tubing System*, Febrero 2005.