



Evaluación de integridad de cañería en pozos de la Cuenca del Golfo de San Jorge

Por **Martín Cerdá** y **Claudio Quintavalla** (Halliburton Argentina S.A.)
y **Víctor Salas** (Pan American Energy)

Este trabajo muestra la experiencia adquirida en la Cuenca del Golfo San Jorge para prevenir el desgaste y la corrosión interna o externa de los ductos, los cuales pueden atraer pérdidas a las empresas. Con ayuda de la tecnología, se explican las soluciones halladas para los distintos tipos de casos analizados.

El presente trabajo ha resultado seleccionado por el Comité Organizador del 2° Congreso Latinoamericano y 4° Nacional de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente en la Industria de los Hidrocarburos 2013.

La industria del petróleo ha evolucionado, acompañando los cambios tecnológicos con el objetivo de optimizar la producción de hidrocarburos.

Antiguamente, las empresas operadoras restaban importancia al cuidado de sus instalaciones de producción y a las condiciones de integridad del *casing*. Hoy en día se invierte mucho dinero en prevenir este tipo de circunstancias, las cuales conllevan importantes pérdidas.

Los nuevos desarrollos en registros de integridad de cañerías han permitido obtener con mayor precisión el estado actual de las instalaciones de producción, lo cual ha facilitado tomar decisiones y poder hacer un pronóstico más certero de las condiciones futuras de la cañería. A esto se le suma un trabajo en conjunto entre empresas operadoras y de servicios con el único fin de prevenir y predecir posibles roturas.

Dicha tecnología permite determinar pequeños cambios en la superficie interna de la cañería, y también pro-

vee mediciones de espesor, lo cual confirma si el desgaste o corrosión es interno o externo.

Se pueden obtener imágenes 3D, que aportarán importante información sobre el tipo de daño o desgaste.

Principio de medición

El objetivo principal de este registro es poder evaluar la integridad de las cañerías y determinar la corrosión interna y externa. Para ello, se utilizaron las herramientas de evaluación de tuberías del tipo *Multifinger Imaging Tool* o *Magnetic Thickness Tool*.

Multifinger Imaging Tool

La herramienta calibradora de 40 dedos (Figura 1) es utilizada para detectar pequeños cambios con alto grado de precisión en la superficie interna de la tubería. Esta herramienta puede ser corrida con “dedos” de longitud extendida para incrementar el rango de medición.

Se encuentra disponible en un espectro variado de diámetros, para ajustarse a los diferentes tamaños de cañería. El número de dedos se incrementa con el diámetro de la herramienta, para así mantener una buena cobertura de la superficie de la cañería.

Cuando se baja la herramienta en el pozo, los dedos se mantienen cerrados, para prevenir que se dañen. Una vez que la herramienta alcanza la profundidad deseada dentro del pozo, un motor activado desde el sistema de adquisición de datos en superficie o desde la herramienta de memoria, se encarga de abrir los brazos a su máximo diámetro.

Durante el registro, se obtiene una medición continua de la condición interna de la superficie de la cañería. La herramienta contiene un inclinóme-



Figura 1.

tro, para indicar la posición relativa de los dedos con respecto al lado alto de la cañería, de manera que los defectos puedan ser orientados correctamente durante el procesamiento de datos. Los datos adquiridos son utilizados para generar imágenes 3D.

Esta herramienta se diseñó para investigar variaciones en el espesor del metal de las cañerías. Se utiliza con centralizadores y es idealmente combinada con el MIT o con datos de esta.

Tiene un arreglo de 12 sensores magnéticos pequeños, especialmente diseñados, los cuales se encuentran montados en el lado interno de un juego de flejes. Cada sensor mide un valor magnético, y estos son transmitidos simultáneamente a la superficie, en donde se registra su forma de onda.

Existen programas opcionales que sirven para mostrar una imagen 3D representando los datos registrados. Debido a su diseño, esta herramienta puede ser utilizada para registrar en cañerías de 2 a 7 pulgadas de diámetro (Figura 2).

Características

- Inspección de tubulares para determinar pérdida interna y externa de metal.
- Mide espesor absoluto de la pared del tubular.
- Las visualizaciones 3D permiten el uso de poderosas imágenes cualitativas para evaluar la condición del tubular.
- Detecta pequeños defectos y pérdidas graduales en el espesor de la pared.

Interpretación de datos

Ambas tecnologías pueden ser registradas por separado, pero su mayor potencial se encuentra cuando ambas se combinan, logrando así la mejor opción para conocer las condiciones externas e internas de una cañería. En la Figura 3 se observa la respuesta de ambas tecnologías en conjunto.



Figura 2.

En el primer *track* de la izquierda se encuentra la información de la herramienta magnética, la cual muestra una deflexión de su fase hacia la derecha en presencia de un incremento del espesor (cuplas), y de manera inversa lo hará si hay disminución del espesor (agujeros, corrosión, *pitting*). Cuando las condiciones del espesor del *casing* son buenas, las mediciones tendrán un comportamiento lineal tal cual se ve en la Figura 3. Las 12 fases son graficadas en un plano para representar la condición del *casing* en sus 360°. Los colores son indicativos de los sensores de la herramienta, siendo el color rojo para el primer sensor.

En el *track* de la derecha está presente la lectura de los 40 dedos graficando la condición interna del *casing*. Al igual que la presentación de la herramienta magnética, las 40 mediciones están en forma de plano, cubriendo los 360° de la cañería.

La interpretación de la información de dicha tecnología presenta una deflexión hacia la derecha, en presencia de un incremento del radio de la cañería, y una deflexión hacia la izquierda en presencia de una disminución del radio. Al igual que la herramienta magnética, los colores sirven para identificar cada una de las mediciones, siendo el color rojo para el primer *caliper*, el azul para el *caliper* 11 y así sucesivamente.

En presencia de anomalías, roturas, restricciones en una cañería, tendremos respuestas similares a la de la Figura 4. Esta información es obtenida en tiempo real.

Se realiza un análisis 3D de las condiciones internas de la cañería para constatar con mayor certeza la rotura (Figura 5).

Una vez obtenida la información de campo, se la analiza e interpreta para reflejar las condiciones en las que se encuentra la cañería. Esto permitirá evaluar y tomar decisiones *in situ*, una vez finalizada la operación de perfilaje.

A continuación, se mostrarán casos reales donde, con la ayuda de dichos registros, se pudieron tomar las decisiones correspondientes, y también evaluar las instalaciones desde el punto de vista del grado de corrosión. En ellos se

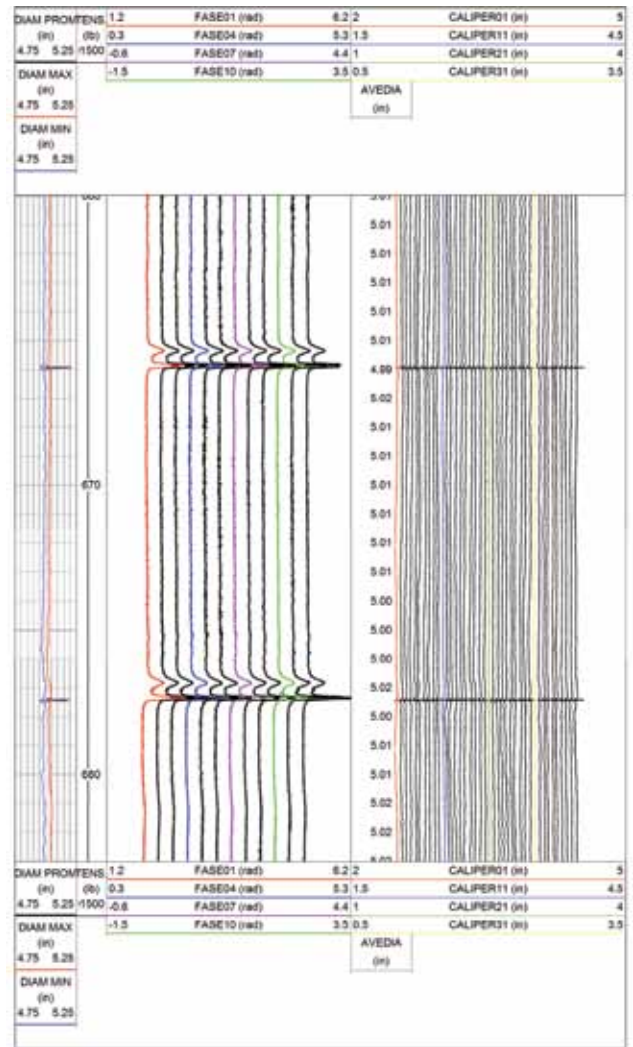


Figura 3. Escala 1:200.

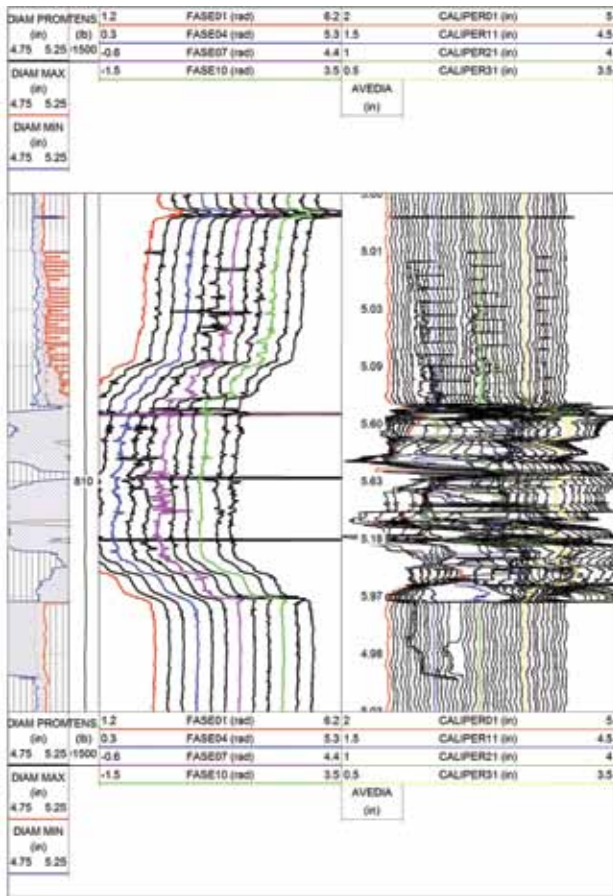


Figura 4. Zona de rotura severa próxima a punzados – Escala 1:50

presentarán los resultados de los registros con información de campo e información procesada.

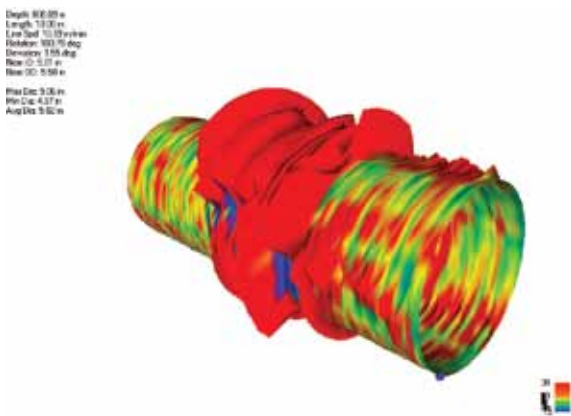


Figura 5. Análisis 3D del interior de la cañería.

Caso 1: Solicitud de perfil para evaluación de integridad y corrosión

En este pozo se solicitó el registro para constatar las condiciones generales de la cañería. En él se evaluó la integridad del casing y también el grado de corrosión.

La información del registro de campo presentó condiciones buenas de la cañería de aislación, y se corroboró la presencia de los punzados en las zonas solicitadas.

Cañería guía	Cañería de aislación: 5 1/2" (J-55)
Diámetro: 9 5/8"	Diseño: 239,22m x 17,0 #/ft + 547,57 x 15,5 #/ft + 916,43mx#/ft + 746,09x15,5#/ft + 150,88mx17#/ft
Peso (lbs/pies): 32,3#, H-40	Producción: 13m³ OPD + 7,5m³ APD + 448m³ GPD
Profundidad del zapato @(m): 455,67m	Tope de cemento: 875m
Resultado de la cementación: Bueno	Resultado de la cementación: Bueno

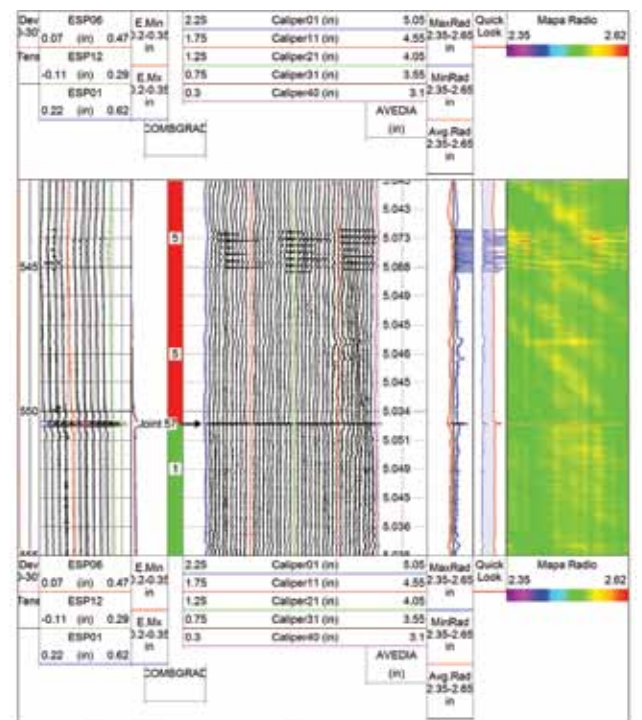
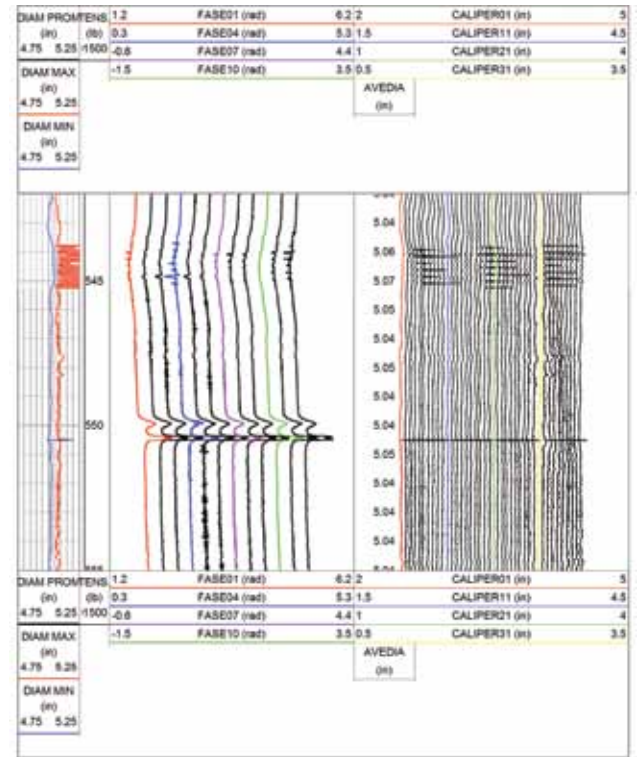


Figura 6. Información de campo. Escala 1:200

A excepción de la zona punzada, no se observaron zonas comprometidas por avance de la corrosión; en el registro de campo se puede verificar esto (Figura 6).

Luego, se procedió al análisis de los datos corroborando las buenas condiciones del casing, excepto en la zona punzada (Figura 7).

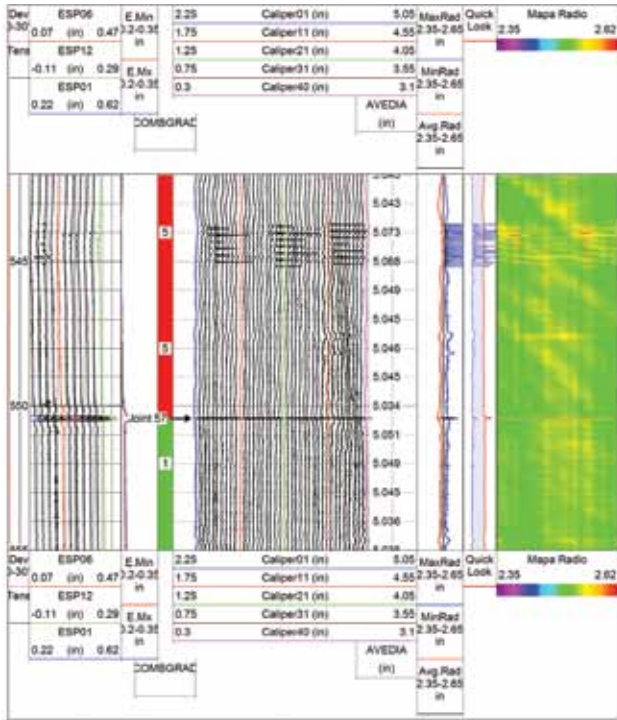


Figura 7. Información procesada. Escala 1:200

En la presentación se observa la información interpretada, donde la fase de la herramienta magnética fue convertida en valor de espesor en pulgadas. Se presenta un daño graduado en colores y un mapa de radios para obtener una rápida visualización de las zonas más afectadas por pérdida de material o incremento del mismo. Para una fácil comprensión, se procede a detallar cada track:

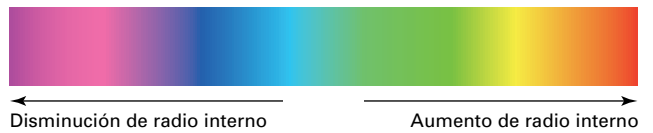
- Track 1: Profundidad y curvas de tensión y desviación.
- Track 2: Curvas de los 12 sensores, medición de espesores.
- Track 3: Valores de espesores promedios (mínimo y máximo).
- Track 4: Presentación del grado de daño, clasificado de la siguiente manera:

Grado 1 = 0 a 19% daño
Grado 2 = 20 a 39% daño
Grado 3 = 40 a 59% daño
Grado 4 = 60 a 79% daño
Grado 5 = 80 a 100% daño

- Track 5: Medición directa de los 40 dedos.
- Track 6: Valores de radios (mínimo, máximo y promedio).
- Track 7: Quick Look en base a las lecturas de los 40 dedos.
- Track 8: Mapa de corrosión, donde se puede tener una indicación de cuánto material se está perdiendo.

Las imágenes 3D facilitan considerablemente la interpretación; en este caso se pueden ver las cuplas, la zona punzada y el resto del caño en buen estado (Figuras 8, 9 y 10).

Valores nominales



Se complementa la información con una tabla de los diámetros y espesores de la cañería.

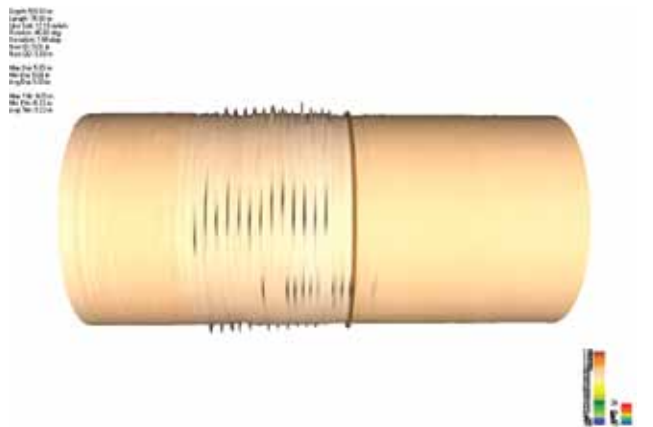


Figura 8. Zona de punzados.

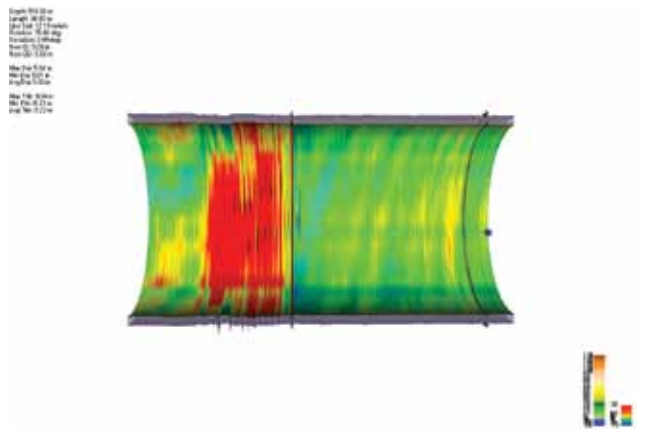


Figura 9. Visualización interna - Zona de punzados.

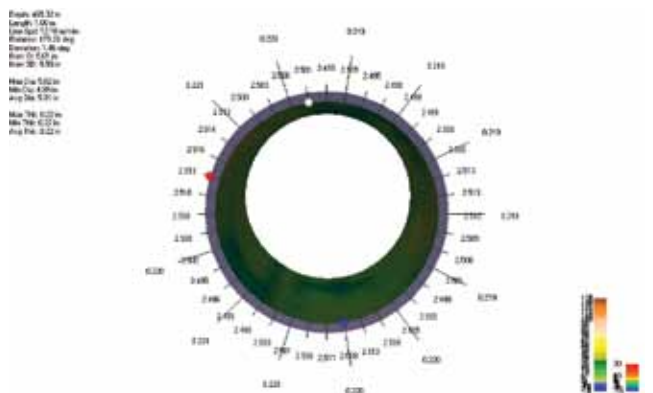


Figura 10. Visualización frontal.

Caso 2: Solicitud de perfil por sospechas de desvinculación de casing.

En este caso, se solicita el registro debido a que en las maniobras realizadas por el equipo se sospechaba que el casing había sido dañado, provocándole una rotura importante. La información de las últimas operaciones del equipo reportaba lo siguiente:

Operaciones de últimas 24 hs

Rotó c/zapato d/896 h/942 donde hta se aprisiona. Manióbró c/ R./N. realizó stand down. Esperó Cía de Wireline. Realizó corte 909m. circ pozo. Sacó corte. Bajó pescador S-150 c/tijeras hidráulicas y mecánicas. Profundizó h/907 (Obs. hta se asienta en 813m). Manióbró y pescó. Manióbró y sacó vástago más un TBG (pto de pesca en 887). Maniobra sin cnseguir avance.

Operaciones en próximas 24hs

Recuperar pesca.

Luego del registro MIT-MTT, se observó en la zona de la pesca la siguiente respuesta que daba indicio de una rotura importante e, incluso, la sospecha de una desvinculación (Figura 11).

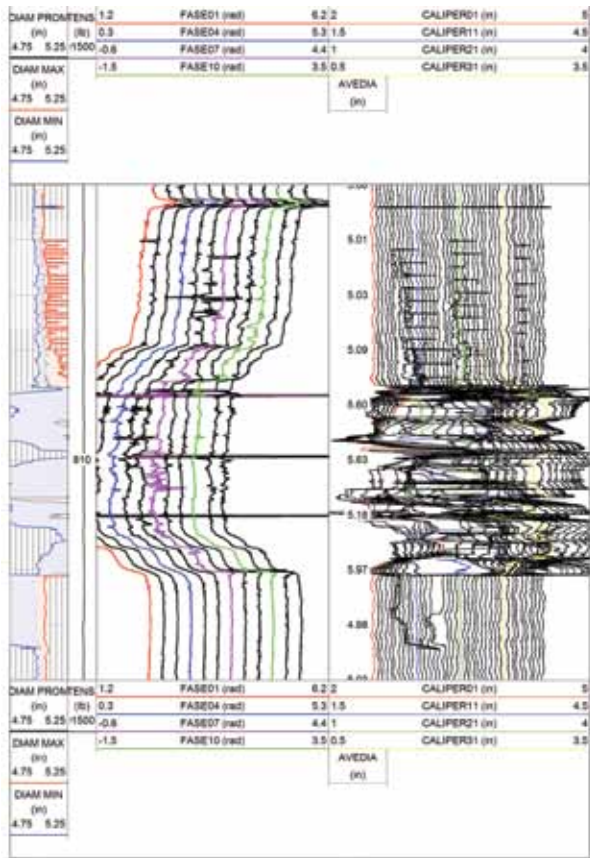


Figura 11.

Las imágenes 3D realizadas una vez finalizado el registro confirmaron la desvinculación (Figuras 12 y 13).

Caso 3: Solicitud de perfil para evaluar restricción debido a 4 camisas de una bomba electro sumergible.

En dicho perfil se buscaba dimensionar el pasaje que se tenía debido a la restricción producida por las camisas

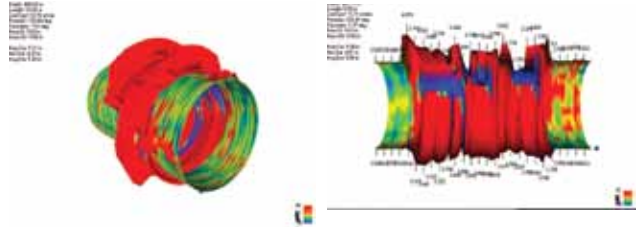


Figura 12.

Figura 13

de una bomba electro sumergible que habían quedado en el pozo.

Al realizar el registro, se pudo constatar la ubicación de las camisas, y se observó el pasaje que tenía la zona en cuestión (Figura 14).

En el perfil de campo se pudo observar la reducción en el radio, debido a la presencia de las camisas de la electrobomba. Esta información también sirvió para seleccionar

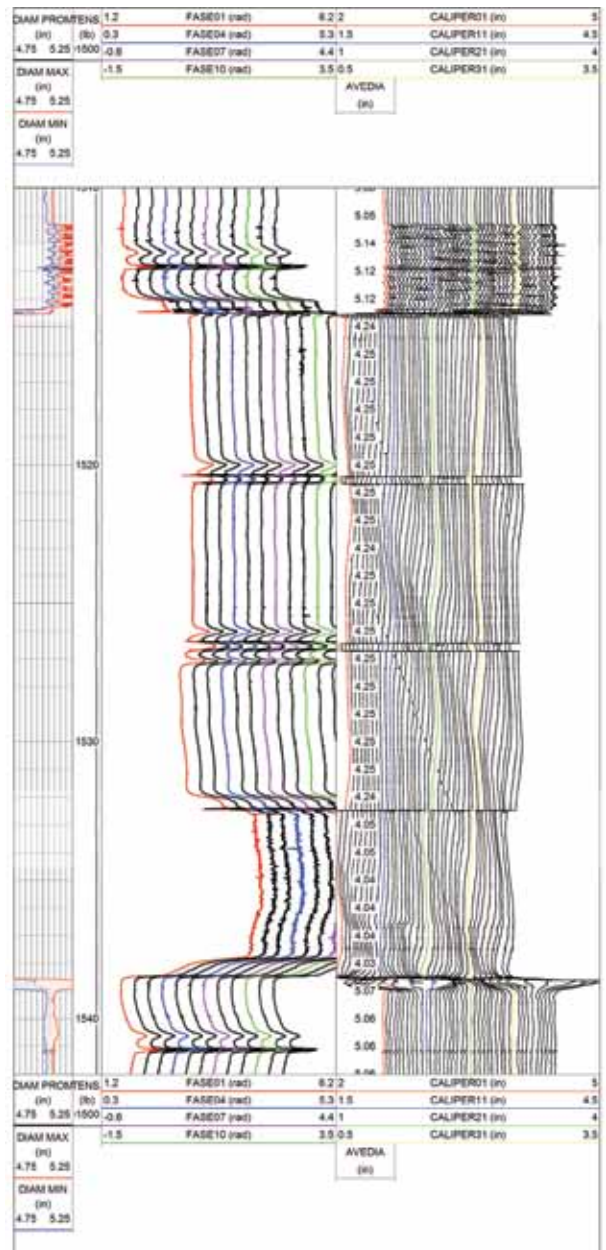


Figura 14.



Figura 15.

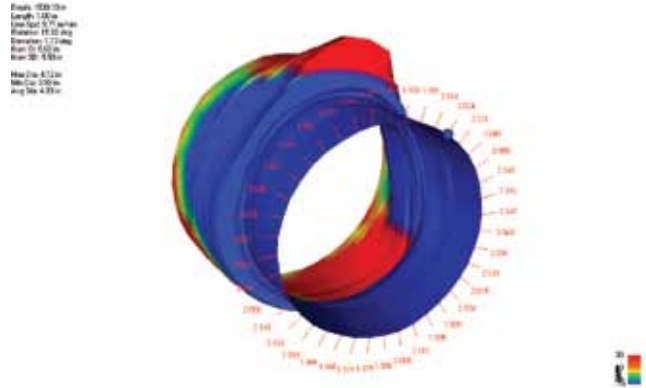


Figura 16.

el tipo de herramienta a utilizar para bajar a pescarlas (Figuras 15 y 16). Se logró identificar las mismas de manera precisa. Una vez retiradas, se bajó la instalación de producción sin pérdidas de tiempos para la empresa operadora.

Conclusiones

La adquisición de datos con estas tecnologías permite conocer con bastante precisión las condiciones internas y externas de las cañerías. Esto facilita a las compañías operadoras poder tomar decisiones casi en tiempo real, ahorrando costos y tiempos de maniobra.

Estos registros han ayudado a identificar un abanico de problemas y a determinar la solución más conveniente para alargar la vida del pozo.

También se pueden realizar mediciones periódicas para ir evaluando el avance de la corrosión en las cañerías de pozos, permitiendo realizar medidas preventivas con el objetivo de minimizar los daños que esta pudiera ocasionar a futuro. ■

Bibliografía

- Advances in Multi Finger Caliper Technology and Data Acquisition.* Paper 27th OTC in Houston, Texas.
- MIT User Guide.* Sondex.
- MTT User Guide.* Sondex
- Document. Corrosion and Chemical Effects.* Sondex
- SPWLA 45th Annual Logging Symposium, junio 6-9, 2004; *New Slimline Electromagnetic Casing Inspection Technology.*