

Estrategia en registros direccionales para campo de desarrollo, disminuyendo tiempo de plataforma, con seguridad y posicionamiento preciso de pozo

Alberto Raymundo Rivera Pedrote

Daniela Anaythe Vázquez López

Pemex

Jesús Teodoro Olivares Espinoza

José Antonio Tinoco Zendejas

Schlumberger

Arianna del Carmen Jiménez Vázquez

Gyrodata

Artículo recibido en 2019-evaluado, revisado y corregido en 2021

Resumen

Este artículo describe el proceso de mejoramiento continuo en la estrategia de registro direccional en un campo de aguas someras, donde la fase de desarrollo consiste en al menos 60 pozos a ser perforados desde plataformas fijas con un ambiente saturado por anticollisión.

Las lecciones aprendidas de los primeros pozos permitieron una comprensión del comportamiento en las etapas someras; el ahorro en tiempo fue posible sin sacrificar las condiciones de seguridad para pozos futuros.

Los problemas principales que se visualizaron en el desarrollo de este campo son:

- Riesgo somero de colisión por falta de precisión de herramientas direccionales
- Desprendimiento de zapata por altas vibraciones de la sarta
- Tiempo de plataforma

Palabras clave: Estrategia, registros direccionales, campo de desarrollo, tiempo de plataforma.

Survey strategy for development a field, saves rig time with safety and accurate well positioning

Abstract

This paper describes the continuous improvement in a shallow water field surveying strategy, where the development phase considers at least 60 oil wells, with fixed platforms and further crowded anti-collision environment is expected.

The lesson learned from the first wells allowed a better understanding of the behavior in the shallow stages of the wells; saving rig time was possible without sacrificed safety considerations for futures wells.

Keywords: Strategy, directional records, development field, platform time.

Introducción

El campo será desarrollado usando cuatro plataformas fijas cada una con arreglos para 15 pozos, al inicio de la campaña los pozos se planearon para que previamente a realizar los desvíos someros (Nudge) se utilizaran registros giroscópicos solamente en el conductor de 30" seguidos por registros en tiempo real MWD hasta el fin del pozo; sin embargo la necesidad de mayor precisión y mediciones redundantes para asegurar la posición del pozo introdujo un registro giroscópico final para el pozo entero.

Cada templete tiene capacidad para 24 pozos con una separación de 2.44m centro a centro, al inicio del proyecto se perforó con una sarta de 28" del lecho marino para asentar el conductor de 30", el lavado de la formación permitió asentar con éxito en la mayoría de los casos, con algunas resistencia en los últimos metros independientemente del tamaño de barrena usado.

A pesar de lo poco consolidado de la formación y la capacidad de lavar utilizando la potencia hidráulica de la sarta, un

registro direccional con giroscopio centralizado se utilizó en el conductor de 30" para asegurar la posición del pozo y el cumplimiento con el análisis de riesgo de anticollisión.

En el segundo pozo del campo B2 (los pozos para efectos del documento se identificarán con una letra relativa a la estructura y un número en orden cronológico), el registro con giroscópico mostró un desplazamiento de cerca de 1.4m creando una situación de colisión con el siguiente pozo B4, lo que obligó a realizar una operación de "jeteo" orientado para mitigar el riesgo de colisión, **Figura 1**.

Este registro considera como referencia al lecho marino, donde el conductor es fijado al templete, siendo así una referencia conocida. El registro muestra valores por arriba de 0.76 grados de inclinación, justo por debajo del lecho marino; este es el único caso observado en el proyecto donde el conductor de 30" alcanza un desplazamiento considerable e inclinación, siendo uno de los principales motivos por los cuales es crítico contar con un registro de lectura de la dirección preciso en el conductor de 30" para este proyecto.

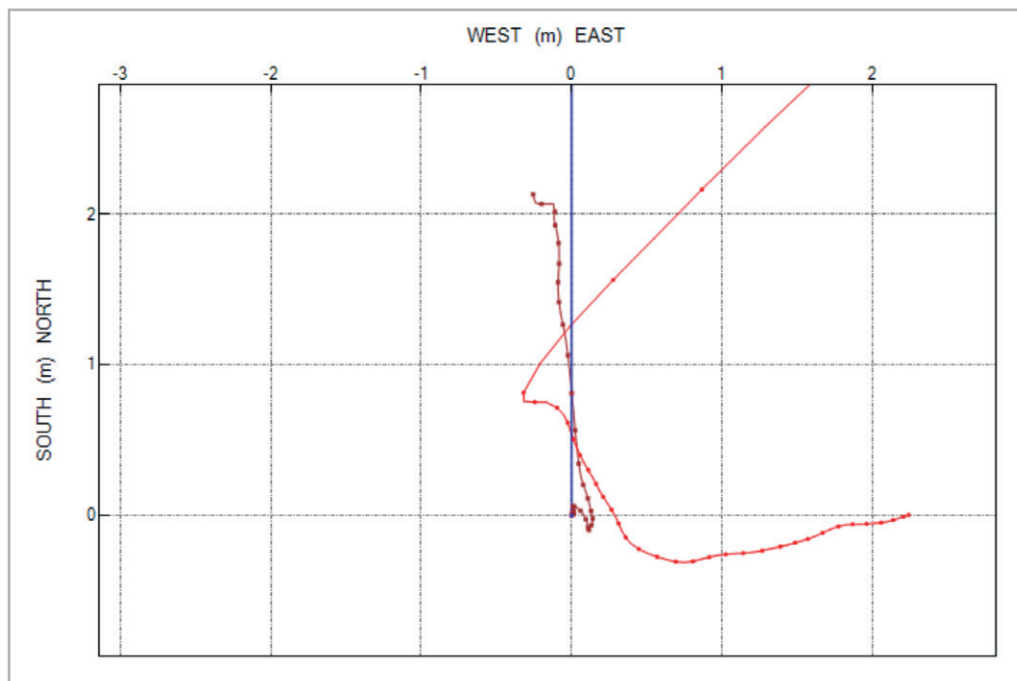


Figura 1. Desplazamiento en el pozo B2 con alto riesgo de colisión con B4, (en azul).

Para la toma de registro giroscópico (NSG, por sus siglas en ingles North Seeing Gyro) en el proyecto es necesario una vez que el conductor de 30" es asentado y cementado, utilizar una sarta de limpieza para garantizar el paso de los centralizadores del giroscopio y evitar cualquier posible atascamiento con restos de cemento que pudiesen tener como consecuencia operaciones de pesca con la pérdida de tiempo e información.

Consideraciones de tiempo y calidad

La sarta para limpiar el interior del conductor de 30" emplea herramientas de 9", las cuales requieren mayor tiempo para su manipulación comparado con herramientas de diámetros menores; el tiempo promedio para el armado de estas sartas y la realización del viaje de limpieza es de alrededor de 23 horas, **Figura 2**.

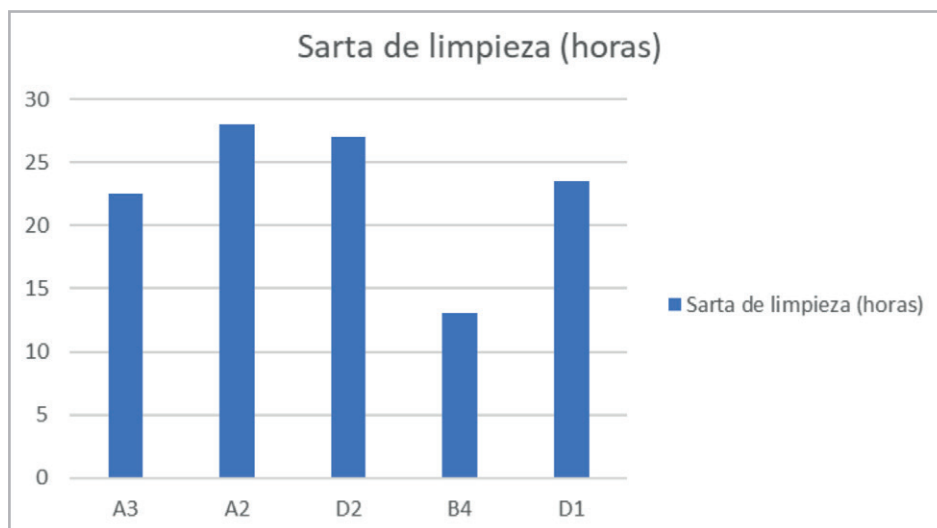


Figura 2. Tiempo de equipo de perforación empleado en el armado y viaje con sarta de limpieza, de los últimos cinco pozos del proyecto.

En un ambiente con la saturación de pozos descrita, las trayectorias se planean teniendo en cuenta consideraciones de seguridad con desvíos someros, (Nudges) para alejarse de conductores adyacentes, minimizando así el riesgo de colisión, debido a esto después del conductor de 30" se planea una sarta con barrena de 26" y el uso de registros giroscópicos en tiempo real, (GWD Gyro While Drilling) para desviar el pozo desde profundidades tan someras como 10 m por debajo del conductor con motores de fondo (PDM, Positive Displacement motor).

Sin embargo, herramientas con diámetros grandes requieren altos gastos (arriba de 600 galones por minuto (gpm) para operar al inicio del Nudge, la herramienta GWD se encuentra dentro del conductor así como parte del PDM y estabilizadores; con este gasto la vibración generada por el PDM en las herramientas dentro del revestidor es alta y puede generar problemas operativos como

desprendimiento de la zapata o en su caso degollamiento de algún componente en el BHA.

Estas vibraciones durante la perforación obligan a emplear tiempo para la obtención de datos confiables (toolface, cara del motor para orientar) para poder desviar y realizar el nudge, el repetir la toma de registro giroscópicos (surveys) y esperar por la corroboración del toolface ha llegado a tomar cinco horas en algunos casos, adicionalmente el inicio del nudge se desplaza unos metros mas profundo de lo planeado, esto gracias a lecciones aprendidas donde se ha comprobado que una vez que las herramientas están en contacto con la formación la vibración no es tan crítica, ya que es amortiguada por la formación y es posible obtener un toolface preciso, durante este proceso se tienen nudges mas profundos y con mayores inclinaciones que las planeadas, **Figura 3**, agregando tortuosidad y tiempo extra a esta operación.

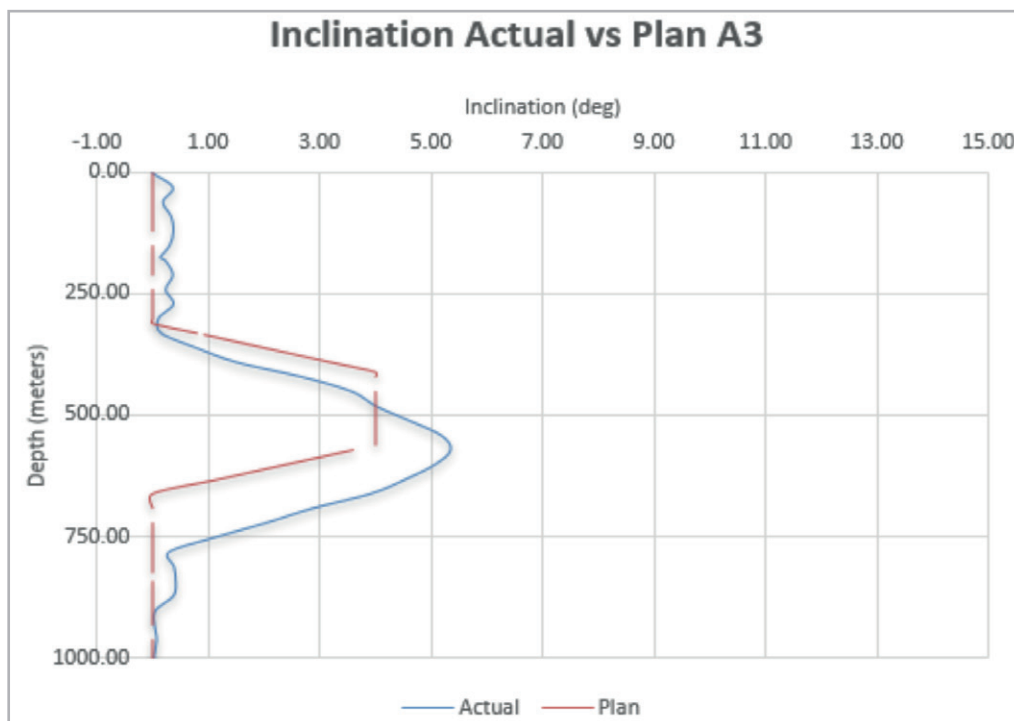


Figura 3. Nudge a mayor inclinación y profundidad, debido a problemas de vibraciones.

Estas situaciones requieren ser optimizadas y atacadas de acuerdo con un proyecto que mantiene la perforación de manera continua y con mas de 45 pozos por perforar mediante el uso de registros direccionales confiables y precisos, junto con el debido seguimiento a la trayectoria planeada, para los cada vez más demandantes pozos y objetivos geológicos. Minimizar los tiempos y tortuosidades en estas etapas someras traerán considerables ahorros al proyecto.

Requisitos de precisión en registros direccionales

Después de perforar el pozo A3, número 12 del proyecto, existía suficiente información para esperar un mínimo desplazamiento en las secciones someras de los pozos, sin embargo, debido al comportamiento del pozo B2 era necesario continuar con el monitoreo de estos desplazamientos someros y descartar cualquier riesgo alto de colisión.

Varias opciones fueron consideradas y como es descrito por Lange et al. (1988), la precisión de los surveys en este punto del conductor de 30" y con la información recolectada por los pozos de correlación del proyecto, es para

confirmar la posición y evitar desviaciones grandes de un comportamiento esperado, ahorrando tiempo y desviando el pozo de manera segura durante el nudge.

Para realizar estas tareas, se seleccionaron dos opciones:

- North seeking Gyro, (registro giroscópico) en modo compas para ser corrido por el interior de la tubería de perforación de la sarta de 26".
- Un registro giroscópico en modo "drop" (liberando desde superficie) y asentado en la sarta de 28" / 36" antes de asentar el conductor de 30" recuperando éste en superficie para su posterior análisis.

Para la opción B el modelo de error para este modo en diámetros grandes se encuentra en desarrollo con pocas corridas a nivel mundial; debido a esto, la solución B no es factible. Una vez que el modelo de error sea validado con un número suficiente de corridas, será una posible solución para los conductores centrales, los cuales normalmente tienen nudges mas profundos variando de 70 a 150 m por debajo del conductor. Para los nudges someros se requiere de una solución diferente que evite el tiempo empleado en el viaje de limpieza y provea una posición precisa, así como permita desviar el pozo en las primeras etapas del nudge.

La opcion "A" parece ser la mas adecuada; sin embargo, se deben tomar algunas consideraciones:

- El registro giroscópico con centralizadores (NSG) corrido en el conductor de 30" está en contacto con el conductor, lo que minimiza el efecto de una alineación no correcta, el mismo registro al ser corrido dentro de la tubería de perforación en la sarta 26" se ve afectado por la posición de la misma en el pozo; las pequeñas desviaciones serán inadvertidas de esta forma y solo serán detectadas las desviaciones grandes.
- El giroscópico dentro de tubería de perforación puede ser usado para realizar la primera orientación, adicionando a la sarta un UBHO (sub orientador), este sub normalmente se coloca como respaldo en caso de falla con el GWD.
- El Gyro final se corre con centralizadores en el último revestidor de (13 5/8"), a pesar de estar en contacto directo con el revestidor no lo hará con el conductor de 30", lo que puede llevar a pequeñas desviaciones debido al posicionamiento del revestidor en el conductor, **Figura 4.**

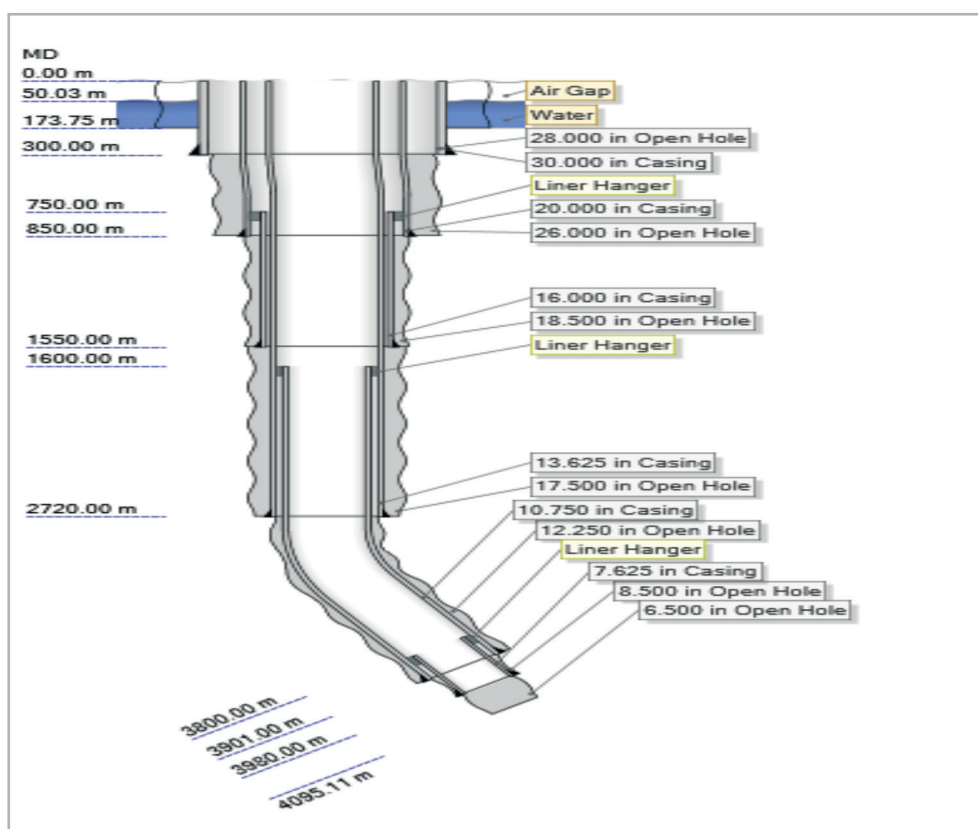


Figura 4. Estado mecánico estándar para el proyecto.

Al final del pozo se corre un registro HRCG (registro centralizado giroscópico de alta resolución), esta es la medición mas precisa y el survey definitivo para efectos de posicionamiento del pozo. El registro dentro de tubería de perforación en la sarta de 26" tiene un enfoque práctico para detectar las posibles desviaciones y desplazamientos,

así como ahorrar tiempo permitiendo realizar el nudge sin incidentes. La herramienta GWD continúa siendo altamente confiable y con ahorros de tiempo considerables una vez que las vibraciones no están presentes, junto con la eliminación del riesgo de sondas atrapadas al correr los registros NSG.

Resultados

El pozo A3 es el último en tener el registro NSG centralizado en el conductor de 30" y es el primero donde se tienen el registro de HRCG de todo el pozo, esto permite realizar una comparación y verificar la distancia centro a centro entre ambas lecturas para tener un enfoque práctico al desviar el pozo.

Los resultados muestran una separación de 0.62 al usar de referencia la mesa rotaria y de 0.25m si la referencia es el lecho marino (último punto conocido de la estructura); Si la comparación se hace utilizando el desplazamiento y el ángulo del desplazamiento de ambas lecturas, es posible observar que ambas lecturas se encuentran en el primer cuadrante con desplazamientos similares, 0.91 m vs 1.14m **Figura 5.**

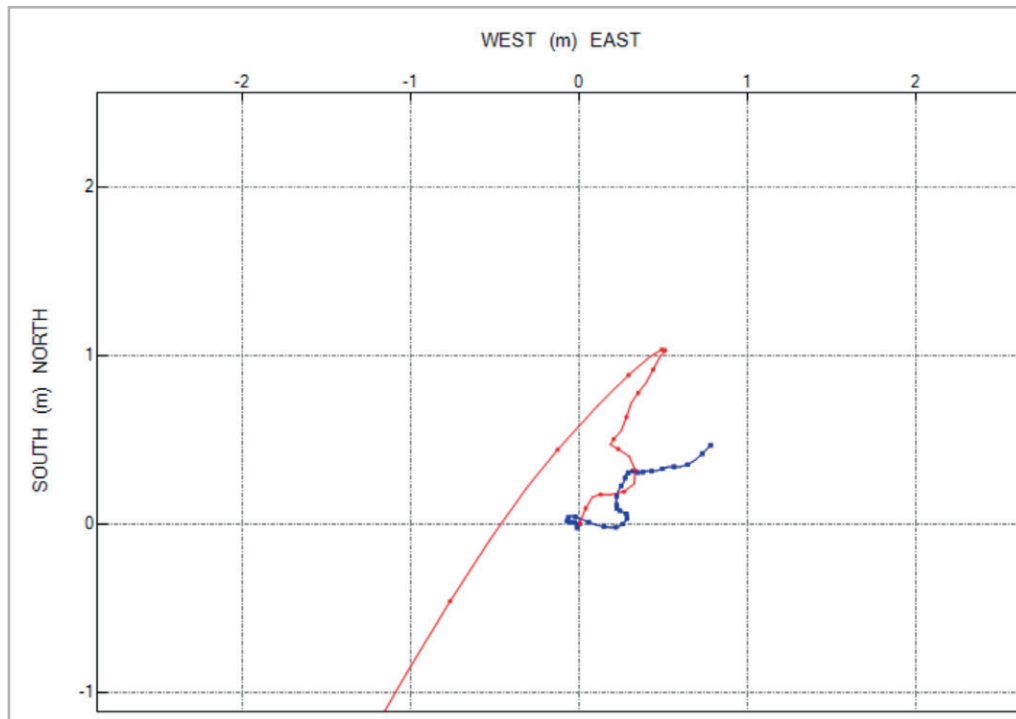


Figura 5. Comparación entre Gyro centralizado en conductor de 30" y Gyro final en revestidor de 13 5/8".

Con esto es posible establecer la relación entre el giroscópico final y el giroscópico corrido en la sarta de 26".

Los siguientes pozos fueron perforados usando el giroscópico en la sarta de 26", usando esta medición para determinar la posición del pozo y desviar el pozo, utilizando la primera medición de toolface para los primeros metros orientados del nudge.

Los pozos B5, A5, D3 y B6 fueron perforados y registrados exitosamente al final de la perforación permitiendo realizar una mejor comparación entre ambas mediciones.

Todos los pozos presentaron distancias centro a centro de menos de 0.42m en el intervalo de la mesa rotaria al último registro; si la referencia es el lecho marino esta separación disminuye a 0.34m como máximo, **Figura 6.**

Para los pozos de las estructuras A y B, el ángulo de desplazamiento se encuentra en el mismo cuadrante para ambas mediciones, para la estructura D, existe una variación, sin embargo, ésta ocurre en un registro donde las inclinaciones son menores a 0.2 grados, por lo que se entiende el continuo cambio en azimut y la posible desviación en el ángulo de desplazamiento.

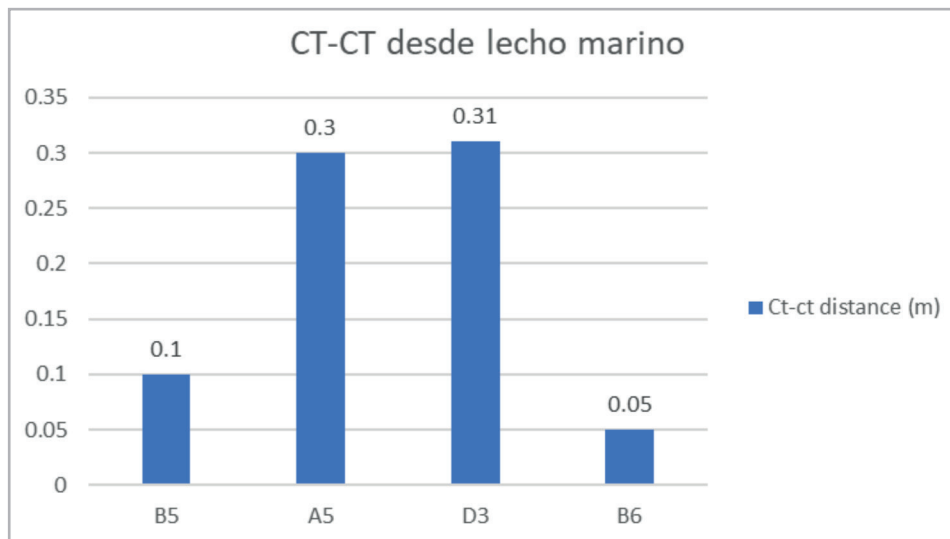


Figura 6. Distancia centro a centro con referencia al lecho marino.

Con la implementación de este procedimiento, los nudges se han realizado en la profundidad planeada, sin gastar tiempo en la obtención de una medición confiable de

toolace, debido a las vibraciones, **Figura 7.** Después del primer intervalo orientado no se han registrado eventos con la estabilización del toolface / survey del GWD.

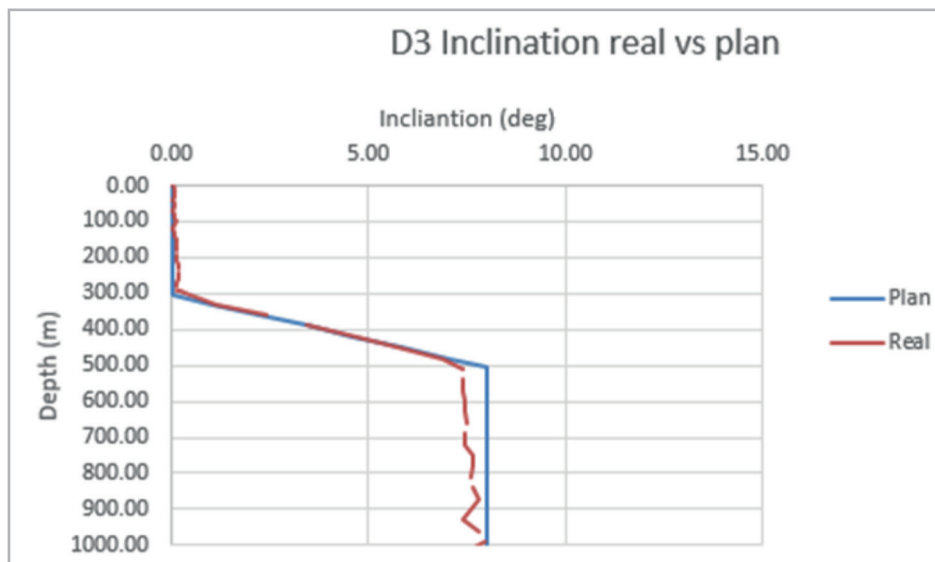


Figura 7. Nudge ejecutado a profundidad planeada.

Conclusiones

El mejoramiento continuo y manejo de riesgo ha definido la estrategia de survey para salvar al menos 23 horas de tiempo de equipo, además de 4 horas relacionados con tiempos perdidos, sin comprometer la seguridad del proyecto; con 45 pozos a ser perforados en el futuro, éstos ahorros representan más de 50 días de tiempo de equipo de perforación.

Las lecciones aprendidas recopiladas acerca del comportamiento de las sartas usadas para asentar el conductor de 30" y el análisis de los eventos poco comunes, llevaron a la optimización del programa de registros direccionales en un ambiente con riesgo colisión como lo es un campo de desarrollo en aguas someras.

A pesar de que el documento tiene un enfoque práctico a la perforación, es necesario tomar en consideración el modelo correcto de error aplicado a los diferentes tipos de giroscópicos con sus respectivas elipses de incertidumbre (EOUs por sus siglas en inglés) El incremento en estas elipses es compensado con la información y conocimiento del campo y medidas preventivas para evitar colisionar

pozos y en su caso mitigar el impacto en caso de producirse una colisión.

En el futuro se deberá seguir con las pruebas de campo para el giroscópico en caída en diámetros grandes, lo que permitir registrar los conductores que sean planeados con nudges profundos donde las vibraciones en el GWD no son un inconveniente.

Agradecimiento

Los autores desean agradecer a Pemex y compañías de servicio involucradas en la elaboración de este documento por los permisos para su presentación en el Congreso Mexicano de Petróleo, 2019.

Referencias

J.I.de Lnage, G.D. Nijen Twilhaar, and J.J. Pelgrom, Accurate Surveying: An Operator's Point of view, IADC/SPE 17213, drilling Conference held in Dallas Texas February 1988

Semblanza de los autores

Alberto Raymundo Rivera Pedrote

Ingeniero Petrolero, Instituto Politécnico Nacional, (2009). Maestría en Ingeniería Petrolera, Instituto de Ciencias y Estudios Superiores de Tamaulipas, (en curso).

Ingresó a Pemex en enero de 2010 con diferentes asignaciones: Gerencia de perforación, Región México Norte, 2010. Ingeniero de Intervenciones a pozos, Región México Norte, 2012-2013. Jefe de intervenciones a pozos, Región México Norte, 2014. Coordinador de operaciones de pozos, perforación, terminción y reparaciones menores, México GPCCE, 2015 – 2017. Ingeniero de perforación, México Kumaza and ATK 2017 – 2018. Líder de Ingeniería, México Bloque Aguas Someras 01-02, 2019.

Daniela Anythe Vázquez López

Ingeniera Petrolera egresada de la Universidad Nacional Autónoma de México en 2012.

Se desempeña como Ingeniera de perforación, México Pemex Exploración y Producción 2012 – presente.

Jesús Teodoro Olivares Espinoza

Ingeniero Mecánico Eléctrico, Tecnológico de Cerro Azul, México, (2004). Ingresó a Schlumberger en abril de 2006 con diferentes asignaciones:

Ingeniero de servicios de perforación, México, 2006- 2013; Ingeniero a cargo, México 2013 – 2014; Gerente de servicio al cliente, México, 2014 -2016; Gerente de servicios de campo, México, 2016- 2018; D&M Ingeniero de ventas, México 2018 – presente.

José Antonio Tinoco Zendejas

Ingeniero Mecánico Eléctrico, Tecnológico de Monterrey Campus Ciudad de México, (diciembre 2000).

Ingresó a Schlumberger en abril de 2001 con distintas asignaciones:

Ingeniero de campo, MWD/LWD y Perforador Direccional, México, Rusia and Brasil, de 2001 a 2007; Ingeniero de monitoreo en tiempo real, Brasil 2007 a 2011; Ingeniero de perforación Venezuela Occidente, 2012- 2014; Ingeniero de perforación Neuquén Argentina 2014-2015; Ingeniero de perforación , México Marina 2016 - presente.

Arianna del Carmen Jiménez Vazquez

Ingeniera Mecatrónica, Universidad del Valle de México Campus Tuxtla, (diciembre 2009).

Ingresó a Gyrodata en febrero de 2012 con diferentes asignaciones:

Ingeniero de campo, especialista en surveys, México, de 2012 a 2014; Coordinador de servicios, México 2014 a 2016; Gerente de servicios, Región marina, 2016- 2018; Desarrollo de negocios 2018 - presente.