

Reparación

CMP. Reparación Récord sin Precedente, en el Mantenimiento de la Red Mexicana de Ductos Submarinos

Reparación submarina del oleoducto Ixtoc-Alfa / Akal-F, en campo Cantarell, sustituyendo su tramo dañado sin sacrificar su continua operación

Durante la XIII edición del Congreso Mexicano del Petróleo (CMP 2018), el maestro en ingeniería Jorge Omar Carvajal Reyes* detalló el trabajo de la reparación submarina del oleoducto de 14 pulgadas de diámetro Clave 010 Ixtoc-A / Akal-F, en el activo de producción Bloque AIPB-ASO1-01 Cantarell, en línea viva y sin perder o diferir un solo barril de petróleo mientras se sustituyó el tramo dañado de 25 metros, de línea regular submarina, manteniendo su operación continua empleando la tecnología de bypass, *hot tapping* y *line stopping*.

Además del talento humano de tuberos, soldadores, capitanes, buzos, técnicos, ingenieros,

En la zona petrolera del Golfo de México, se tiene la responsabilidad de transportar crudo y gas diariamente, a través de una red de ductos submarinos, sin problemas de ninguna índole

etcétera; el conocimiento y los equipos utilizados para instalar un bypass, con la tecnología de *hot tapping* y *line stopping*, de la empresa mexicana GPT Services del grupo Walworth fueron cruciales para el éxito de esta reparación.

Si bien el bypass —también de 14 pulgadas de diámetro— permite el desvío del crudo para no detener el flujo mientras se repara una sección de ducto dañado, se utiliza mucho en instalaciones terrestres o en líneas de proceso sobre plataformas marinas; hacerlo a 50 metros de profundidad en mar abierto y con cero visibilidad fue todo un reto; explicó el ingeniero civil por el Tecnológico de Monterrey, Jorge Omar Carvajal Reyes, quien tiene más de 30 años trabajando en la industria del transporte marino por ducto para Petróleos Mexicanos (Pemex).

Actualmente GPT es la única empresa en México que cuenta con maquinaria especial y técnicos certificados para intervenciones submarinas. El *hot tapping* es un procedimiento que crea conexiones nuevas mediante la perforación o el corte de una sección de la tubería sin impactar la producción, ni poner en riesgo al personal, medio ambiente o a



Actualmente GPT es la única empresa en México que cuenta con maquinaria especial y técnicos certificados para intervenciones submarinas.

las instalaciones. El sistema *line stopping* u obturación, aísla temporalmente una sección de la tubería con el producto y las condiciones operativas normales, a fin de permitir la reparación sin necesidad de paro ni pérdida de producción, gracias al desvío de dicha producción por el bypass.

Motivo de la reparación

El gasoducto donde nació el pozo Ixtoc-Alfa tiene 39 años de existencia y se ubica en la costa del Golfo de México en Ciudad del Carmen, Campeche; a 80 kilómetros está la zona de producción en la cual se realizó la reparación del oleoducto marino de 50 metros de profundidad en el campo Cantarell.

A decir del maestro en ingeniería Jorge Omar Carvajal Reyes, la falla del oleoducto se debió a un pliegue, éste provocó un quiebre en la línea regular del ducto y con equipo mecánico hubo que sustituir 25 metros de tubería en el fondo del mar sin tener nada de visibilidad. “Entre 2014 y 2017 el ducto siempre operó por debajo de la presión permisible. Sin embargo, después incrementó la presión y la temperatura, alcanzando hasta 91 grados Celsius; alza que generó la deformación de los extremos del ducto, originando un pliegue y produciendo una fuga”.

Procedimiento de la reparación

La instalación de un bypass submarino, del mismo diámetro al del ducto original, permitió que la producción del pozo Ixtoc no se detuviera; porque dada su generación de 36 mil barriles diarios, de crudo y gas, el costo por producción diferida hubiese alcanzado los 49 millones de dólares a 50.44 dólares por barril.

La construcción del bypass submarino de 14” de diámetro, se realizó a bordo de la embarcación “Árbol grande” y, en tanto se sustituía el tramo de tubería afectado, se recurrió a las tecnologías submarinas *hot tapping* y *line stopping*. En el fondo del mar todo se instaló mecánicamente, para las conexiones del tramo nuevo se utilizaron hidrocoples mecánicos marca Oceaneering con buenos resultados, evitando así la necesidad de recurrir a soldaduras hiperbáricas. Una vez hechas las perforaciones en el ducto y ya con todo listo todo para bloquearlo, el gas y el aceite se desviaron a través del bypass; de manera que Cantarell

El éxito de esta reparación comprobó la alta competitividad de la ingeniería mexicana aplicada, tanto mecánica como civil



En la XIII edición del CMP, el maestro Jorge Omar Carvajal Reyes detalló el trabajo de la reparación submarina del oleoducto Ixtoc-A / Akal-F en el activo de producción Bloque AIPB-ASO1-01 Cantarell.

no perdió un sólo barril de petróleo durante esta intervención.

Cuando se terminó la reparación, se trabajó en medio de dos cabezas obturadoras, los *line stopping* y demás piezas se recuperaron para que el ducto regresara a su operación habitual, ya con el tramo nuevo. Las piezas de remplazo que se colocaron, se quedarán en el ducto de manera permanente el tiempo que le reste de vida u operación, sin alterar su integridad mecánica.

Los técnicos de GPT también fueron responsables de que antes de cortar y retirar el tramo flexionado, se realizara la limpieza interna del mismo, previo a la sustitución e instalación del tramo nuevo. En el fondo del mar se estabilizó con colchacretos sobre el segmento nuevo para que el ducto no se moviera y prevenir así un desalineamiento. En los extremos se colocaron los hidrocoples mecánicos para el nuevo tramo mientras el bypass seguía funcionando, evitando con ello la pérdida de producción.

Para quitar el bypass, limpiarlo y recuperarlo, se diseñó con válvulas de desfogue que per-

mitieron la inyección de químicos y jabones, inyectándolos en medio y vaciando el líquido por los extremos; con las piezas de *hot tapping* y *line stopping* fluía por abajo el tramo nuevo ya instalado con los hidrocoples sin necesidad de soldadura. La limpieza química tanto del tramo dañado como del bypass la realizó GPT Services conforme a la normatividad vigente aplicable.

Anterior a lo explicado, se realizaron estudios de ingeniería para la estabilización del oleoducto y se instalaron redes de bloques de concreto en los extremos de la zona a remplazar, para que al cortar el oleoducto no perdiera su alineamiento original, con ello fue posible conectar el nuevo tramo de tubería sin forzar el bypass.

La embarcación de posicionamiento dinámico denominada "Árbol grande" resultó ser ideal para trabajos de sustitución de tramos dañados en líneas submarinas; gracias a su espacio en cubierta y estabilidad, pese a las marejadas y fuerte viento.

Retos y conclusiones

La reparación del oleogasoducto requirió de un análisis tanto estructural como de riesgo, muy profundo que implicó dos años, a fin de determinar las acciones a tomar ante posibles fallas. Algo muy importante fue el entrenamiento que se le dio a los buzos en tierra para que supieran usar las máquinas para *hot tapping* y

El no haber perdido producción durante esta reparación en línea, generó un ahorro de 49 millones de dólares en producción no diferida

line stopping en el fondo del mar. “Hubo mucha capacitación en coordinación con la empresa proveedora GPT Services y la compañía especialista en buceo Constructora Subacuática Diavaz y ambas formaron un gran equipo”.

Los buzos mexicanos de saturación demostraron ser muy diestros para llevar a cabo los procedimientos de *hot tapping* y *line stopping* submarinos, pues todo lo hicieron con las manos y con mucha precisión. Su entrenamiento en tierra fue con equipos y pruebas reales, muy similar a lo que realizaron en el fondo del mar; señaló el veracruzano Carvajal Reyes.

“Esta reparación fue un récord en la historia del mantenimiento de la red de ductos submarinos de la Sonda de Campeche. Se comprobó la alta competitividad de la ingeniería aplicada mecánica y civil mexicana. El costo total fue de 157 millones o 7.85 millones de dólares y se realizó del 19 de junio al 25 de septiembre de 2017, 87 días, periodo en el que el bypass se utilizó sólo 27 días, evitando el diferimiento total de la producción de 972 mil barriles. Es de resaltar que durante la reparación no hubo accidentes de ningún tipo y tampoco derrame de hidrocarburo hacia el mar abierto. Además, el hecho de no haber perdido producción durante esta reparación en línea, generó un aho-



Estand y personal de GPT Services en el CMP 2018, con el maestro Carvajal Reyes.

rro de 49 millones de dólares en producción no diferida para la empresa.

“Esto es parte del trabajo diario en la zona petrolera que comprende el Golfo de México; donde se tiene la responsabilidad de transportar el crudo y el gas diariamente por una red de ductos submarinos sin ningún problema; de la región marina de Ciudad del Carmen, Campeche; hasta Tampico, Tamaulipas y Poza Rica, Veracruz”, concluyó el expositor.

***Jorge Omar Carvajal Reyes** nació en Cerro Azul, Veracruz en junio de 1962. Es superintendente de mantenimiento y confiabilidad de ductos en la gerencia de mantenimiento y confiabilidad de instalaciones marinas dentro de la subdirección de mantenimiento y confiabilidad en Pemex Exploración y Producción. Ingeniero Civil por el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), en junio de 1984. Técnico buzo comercial para la inspección visual y no destructiva de ductos y plataformas marinas por el *College of Oceaneering* en Los Ángeles Harbor College, en California y Diavaz, agosto 1987. Tiene una maestría en gerencia de proyectos de ductos por la Universidad de las Américas Puebla (UDLAP), junio 2002; a la vez que es especialista en competencias de explotación de hidrocarburos en aguas profundas (*deepwater competency specialist*) Cameron y Broken Hill Proprietary (BHP) Billiton, julio 2007.

