



TECNOLOGÍA SPOTON[®] U – HERRAMIENTA IMPORTANTE PARA EL MONITOREO DE CORROSIÓN Y EROSIÓN EN LA INDUSTRIA DEL PETRÓLEO Y DEL GAS.



1. La corrosión en la industria del petróleo y del gas es un asunto de suma importancia.

El monitoreo de la corrosión es un tema importante en la industria del petróleo y del gas, ya que el coste de la corrosión en este sector de la industria sólo en EEUU se estima que está por encima de 27 billones de dólares (según NACE International). La corrosión puede presentarse en muchos tipos de estructuras, puede ser externa o interna, con diferentes formas y puede estar causada por diferentes reacciones químicas. Por lo tanto, hay que ser consciente de cuál es el problema que puede estar presente en un caso específico antes de que el monitoreo de corrosión pueda ser implementado. En un artículo previo de A³ Monitoring (Comparación de herramientas de Monitoreo de Corrosión en la industria del petróleo y del gas) se explicaba cómo distintas tecnologías pueden ser usadas conjuntamente para

complementarse las unas a las otras con el objetivo de minimizar riesgos y costes. En este artículo nos centraremos únicamente en el tema de la corrosión interna. Otros problemas de corrosión serán tratados en artículos futuros.

RESUMEN

- 1. La corrosión en la industria del petróleo y gas es un asunto muy importante**
- 2. Tecnología spotOn[®] U**
- 3. Corrosión en refinerías**
- 4. Aplicaciones spotOn[®] U en refinerías**
- 5. Corrosión en midstream y upstream**
- 6. Aplicaciones spotOn[®] U en midstream y upstream**
- 7. Conclusiones**

2. Tecnología spotOn® U

SpotOn® U es una solución de monitoreo de corrosión a tiempo real diseñada para proporcionar datos de espesor de manera remota y frecuente a los dueños de los activos. El sistema es sensible a pequeños cambios en el espesor de la pared, soporta condiciones ambientales muy duras y puede ser aplicado en tuberías que estén por encima del suelo, aisladas, enterradas y debajo del mar.

La unidad spotOn® U se une a la tubería utilizando una abrazadera de reparación de acero inoxidable con silicona de protección en el interior.

Un soporte de sensor protege el sensor y su electrónica mientras que permite que la punta de la sonda del sensor toque el exterior de la tubería (ver Figura 1). La silicona hace contacto con la tubería creando una junta entre la abrazadera y la tubería (no hay un contacto metal-metal con la tubería). Hasta 8 sensores pueden ser montados en una única abrazadera permitiendo de este modo muchas posiciones del reloj. Un sensor de temperatura se instala en cada ubicación de los sensores UT, de manera que se consigue una tendencia de espesor precisa utilizando algoritmos de compensación de temperatura. El sistema se puede instalar tanto como una instalación permanente o temporal, ofreciendo gran flexibilidad para la reposición del sensor. La Figura 2 muestra una instalación típica de spotOn® U en la que el sensor UT se une a la tubería en una ubicación enterrada. Las señales UT son transferidas a una unidad de control alimentada por una batería a través de un cable resistente y los datos encriptados se envían a un servidor dedicado vía satélite, redes celulares o SCADA. Un registrador de datos opcional está también disponible para recuperar

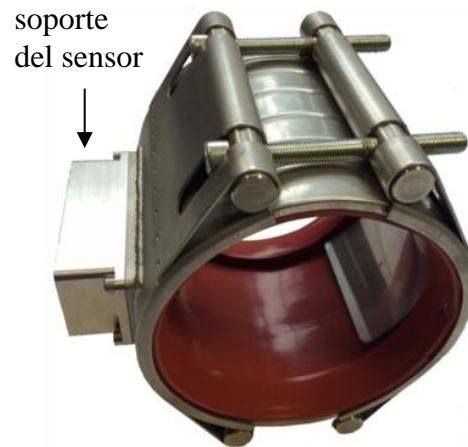


Figura 1 SpotOn® U

manualmente los datos. Los datos son entonces descifrados y se muestran en shieldCube. Utilizando un enlace por satélite, la necesidad del cliente de tener infraestructura se reduce a cero: en este caso no hay necesidad de servidores locales, redes locales o instalaciones locales; el sistema está diseñado para ser una solución fácil de instalar. Las baterías duran un mínimo de 5 años y la unidad se puede actualizar con una batería externa para aumentar a 10 años su duración. La última versión de spotOn® U también está disponible con energía solar, por lo tanto se elimina virtualmente la necesidad de volver al sitio para reemplazar la batería. Esto es de especial utilidad en entornos adversos y de difícil acceso.

SpotOn® U permite a los operadores:

- Establecer las tendencias de espesor rápidamente para optimizar las estrategias de inhibición
- Aumentar la rentabilidad mediante el flujo y procesamiento de fluidos variables
- Eliminar costos de acceso incluso para estructuras de difícil acceso, tales como tuberías enterradas

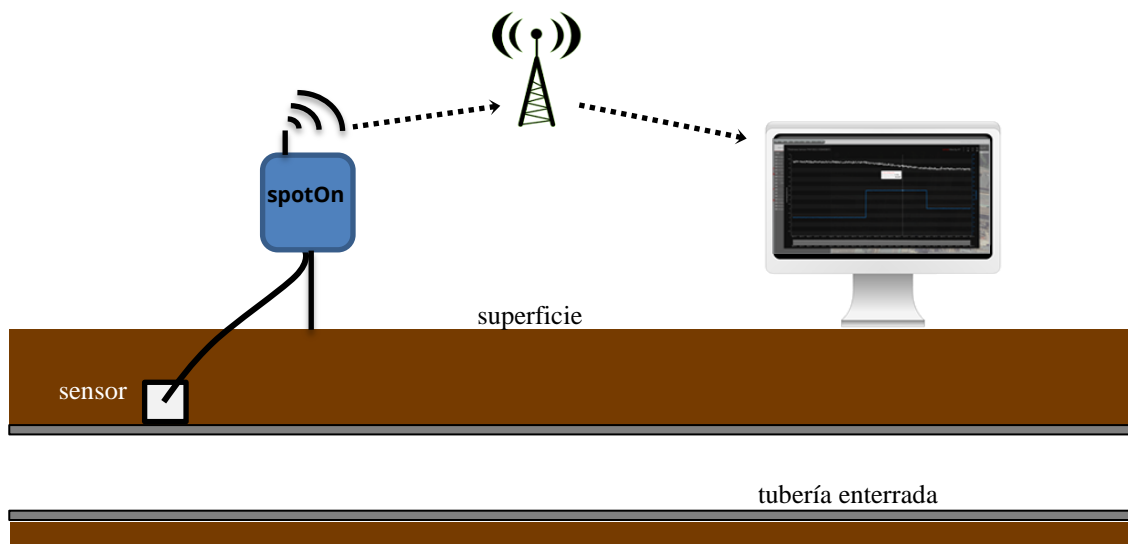


Figura 2 Ejemplo de instalación y comunicación spotOn® U

- Tener gran repetitividad y una mejor sensibilidad en comparación con otras herramientas similares de monitorización de la corrosión.

Como cualquier otra herramienta de monitoreo UT, spotOn® U tiene cobertura de área limitada y se centra únicamente en corrosión interna. Otros proveedores de sensores de monitoreo UT normalmente propondrían incrementar el área de cobertura incrementando el número de sensores. A³ Monitoring además puede proporcionar una solución alternativa en el sistema spotOn® U+ LR. SpotOn® U proporciona valores de espesor específicos en ciertas localizaciones, mientras que el spotOn® LR proporciona una amplia cobertura para establecer si hay corrosión a alguna distancia de la posición en la que los sensores UT están localizados. Abajo ofrecemos más información sobre las características de despliegue de spotOn® LR y su rendimiento esperado.

3. Corrosión en refinerías.

El "Petroleum Refinery Gap Analysis" en 2008 estimó que la corrosión les cuesta a

las refinerías \$3.7 billones anualmente solamente en EEUU. De esta cantidad, el tiempo de parada de las plantas o cortes por mantenimiento, representan un coste de \$1.4 billones.

El coste de la corrosión también impacta en la capacidad de producción y en la rentabilidad de una refinería. El informe "Petroleum Refinery Gap Analysis" estima que las paradas por mantenimiento resultan en una pérdida de ingresos entre \$2 billones y \$12 billones.

El mismo informe indica que el monitoreo de la corrosión puede jugar un papel muy importante reduciendo el tiempo de parada e incrementando la rentabilidad.

Los números presentados anteriormente, se refieren tanto a temas de **corrosión interna como externa**. La corrosión externa en refinerías se discutirá en un artículo posterior.

3.1 Corrosión interna

Existen cuatro tipos principales de corrosión interna que pueden afectar a las refinerías:

- **Corrosión relacionada con el agua.** La desalación y destilación de

petróleo crudo generan una considerable cantidad de agua residual que contiene H₂S, CO₂, cloruros y sólidos disueltos. Además, el agua de refrigeración utilizada en operaciones de refinería tiene varios niveles de corrosividad en función de su contenido de cloruros, oxígeno, gases disueltos y microbios.

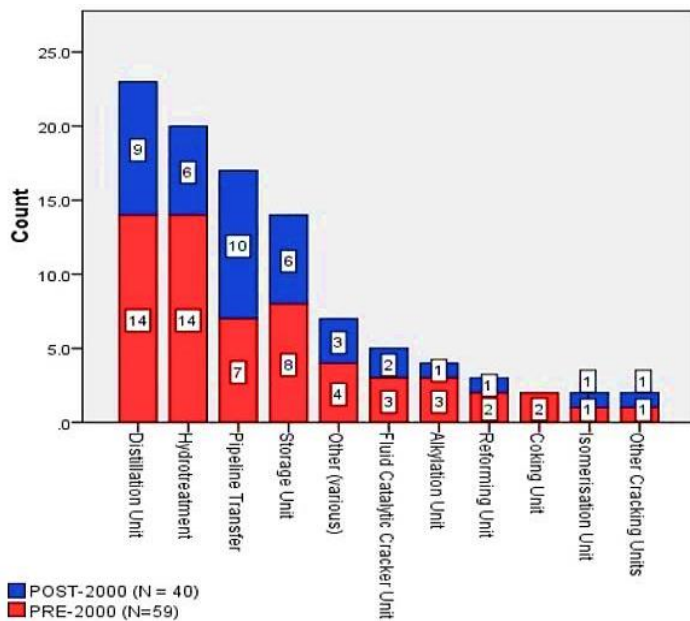


Figura 3 Accidentes relacionados con la corrosión en el sector de la refinería antes del año 2000 (en rojo) y después del año 2000 (en azul). Fuente @Corrosion accidentes relacionados en refinerías de petróleo. “JRC Scientific and Policy Report. European Commission”

- **Corrosión relacionada con el procesamiento.** Las unidades de Crudo se ven muy afectadas por la corrosión. El ácido clorhídrico y dióxido de carbono son los dos agentes corrosivos más comunes. Sin embargo el sulfuro de hidrógeno, ácidos grasos de bajo peso molecular y los ácidos sulfúricos son también posibles causas de corrosión en unidades de crudo en función del tipo de crudo que se procesa.

- **Corrosión por ácidos Nafténicos.** Los ácidos orgánicos presentes en los crudos pueden causar corrosión a alta temperatura, conocida como corrosión por ácidos Nafténicos (Naphthenic acid corrosion). Las tasas de corrosión pueden ser muy elevadas y la localización de áreas de corrosión pueden ser difíciles de identificar.
- **Sulfuro.** El Sulfuro está presente en los crudos de muchas maneras distintas. Si su concentración es mayor a 0.2%, la corrosión se producirá sobre el acero de carbono a temperaturas superiores a 230C.

Un estudio de la Comisión Europea publicado en 2013 informa de los accidentes en refinerías de petróleo relacionados con la corrosión, analizando sus causas y proporcionando orientación para el futuro. Es interesante ver que, mientras que los accidentes eran comunes en unidades de destilación antes de 1999, más recientemente, el mayor porcentaje de los incidentes se registró en las líneas de transferencia a temperaturas relativamente bajas, como se puede ver en la Figura 3. Por otra parte, el 13% de los accidentes fueron en localizaciones por debajo del suelo, que no son tanto el objetivo de las campañas de monitoreo de corrosión pero está claro que se deben mantener bajo control.

4. Aplicaciones de spotOn® U en refinerías.

Algunas de las aplicaciones de spotOn® U en el sector de la refinería son:

- Líneas de transferencia (encima del suelo o enterradas)
- Unidad de destilación de crudo
- Unidad de destilación al vacío
- Fraccionadores

- Amina
- Separador de aguas ácidas
- Alylation
- Líneas de amarre

La Figura 4 muestra un ejemplo de spotOn® U utilizado en la salida de una unidad de separación aromática. La Figura

5 muestra cómo se visualiza el valor de espesor en la plataforma de software shieldCube (www.shieldcube.com).

En este caso el valor de espesor es muy estable, confirmando la baja tasa de corrosión esperada en esta posición bajo condiciones de operación normales.

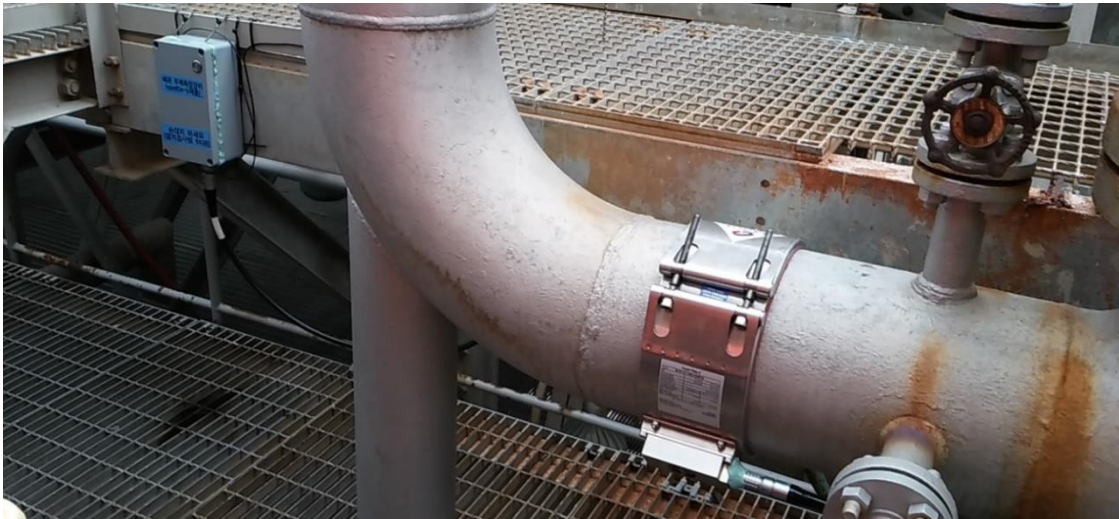


Figura 4 Ejemplo de spotOn® U instalado en tubería en una unidad aromática



Figura 5 Ventana de informe de espesor shieldcube en spotOn® U instalado en una unidad aromática en la 5 Figura 4

La Figura 6 muestra un ejemplo de datos de monitoreo de corrosión spotOn® U tomados en una línea aérea en una Unidad de Destilación de Crudo y exportada desde shieldCube para su posterior análisis.

Como se puede ver claramente a partir de este resultado, la tendencia de corrosión fue cambiando muy rápidamente dependiendo del fluido que fluía dentro de la tubería que estaba siendo monitoreada. Mediciones diarias precisas y fiables se enviaron al cliente para comparar el rendimiento del inhibidor dependiendo del fluido, y posteriormente rectificar el problema de la alta tasa de corrosión mediante la optimización de la estrategia de inyección de inhibidores.

Aunque en la actualidad spotOn® U se utiliza únicamente en tuberías de temperatura relativamente baja, estadísticas recientes muestran claramente

que se focaliza en la gran mayoría de los problemas de corrosión interna presentes en refinerías. Cuestiones tales como corrosión por ácidos Nafténicos a alta temperatura pueden necesitar ser tratados con diferentes tipos de soluciones de monitoreo.

En las refinerías, distintos temas de corrosión presentan un problema adicional. “¿Dónde podría poner los sensores?” Esta es una pregunta muy apropiada y muy difícil de responder. Por ejemplo, un ingeniero con experiencia en Integridad de refinería preguntaba cómo podría ser posible controlar la corrosión del punto de rocío en sus líneas teniendo en cuenta que cambiar el tipo de crudo estaba causando un cambio en la posición axial de la corrosión. Un comentario muy acertado! Mientras que la mayoría de los demás proveedores de monitoreo de corrosión

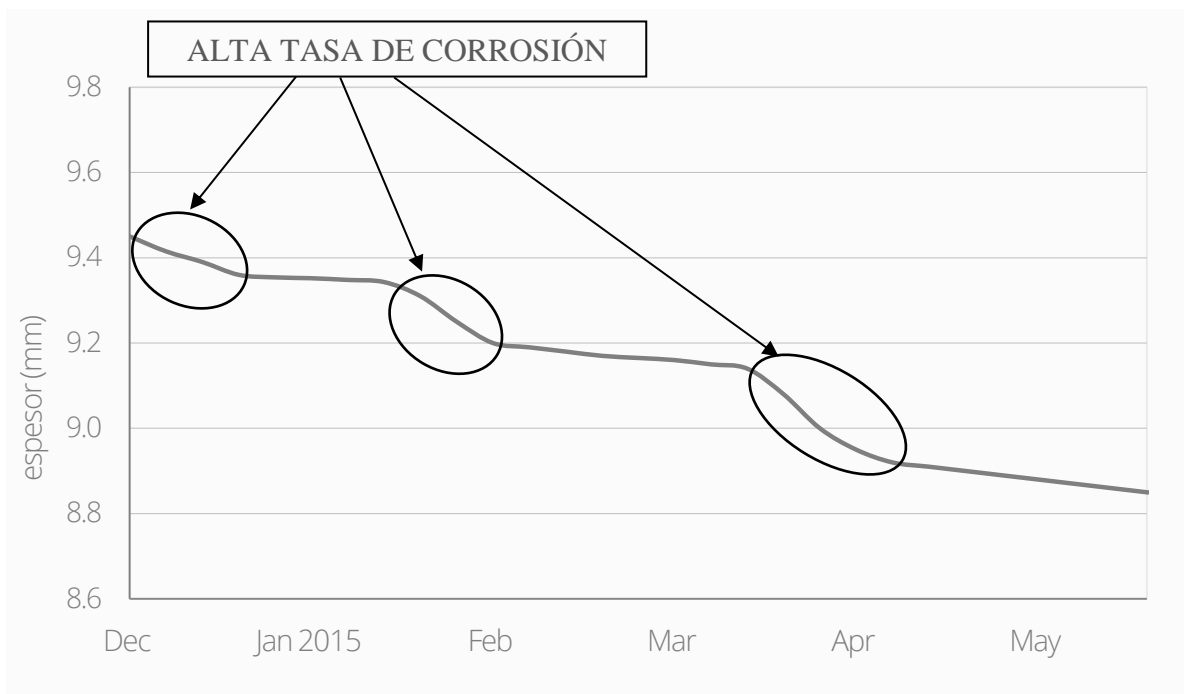


Figura 6 Resultado spotOn® U en la unidad de crudo. Tasa de corrosión variable debido al tipo de crudo. Posible optimización de la dosis de inhibidores utilizando spotOn® U

respondería que es necesario instalar muchos sensores a lo largo del tubo, que quizás es técnicamente posible, pero no es económicamente viable con el contexto económico actual, la solución que A³ Monitoring propondría es utilizar una combinación de sensores móviles. SpotOn[®] U proporcionaría un valor de espesor preciso y una tendencia de espesor en la posición donde la corrosión en el punto de rocío ya ha sido identificada o es más probable que esté presente, y spotOn[®] LR se utilizaría para verificar que la posición elegida es correcta y que se mantiene correcta con el tiempo.

Como los sensores son móviles, si la posición elegida inicialmente no es la mejor, sería posible mover el sensor.

Esta estrategia es particularmente útil en las líneas muy largas tales como por ejemplo las líneas de amarre, en las que identificar manchas representativas puede ser un reto.

Además, en tramos largos de tubería, el uso de la comunicación independiente en cada nodo sin restricción de distancias desde un centro principal puede ser vital para reducir costes.

5. Corrosión en midstream y upstream

El coste de la corrosión en ductos se estima por encima de 5 billones de dólares solamente en EEUU (NACE International) Por lo tanto, la corrosión interna es un

asunto importante en la industria Midstream y Upstream del petróleo y del gas.

5.1 Tipos de corrosión

La corrosión interna en tuberías se puede dividir en 2 áreas principales:

- **Corrosión CO₂.** La corrosión por Dióxido de Carbono es una de las formas más conocidas de corrosión en la industria del petróleo y del gas. El CO₂ presente en yacimientos de petróleo y gas normalmente contiene un porcentaje de CO₂ que fluye en las tuberías de transmisión. Factores como el PH y la temperatura afectan al proceso de corrosión por CO₂. A medida que los campos se desarrollan con el tiempo, su composición y las condiciones de funcionamiento podrían llevar a un cambio en la tasa de corrosión en tuberías, por lo tanto los ingenieros de corrosión necesitan tener bajo control el nivel de corrosión en estas tuberías durante toda su vida.
- **Corrosión H₂S.** Las formas de la corrosión H₂S son uniformes, picaduras y grietas por etapas.

La velocidad de corrosión depende altamente de la cinética de la formación de incrustaciones (sulfuros de hierro) y de cómo puede cambiar con la temperatura y con las condiciones de flujo.

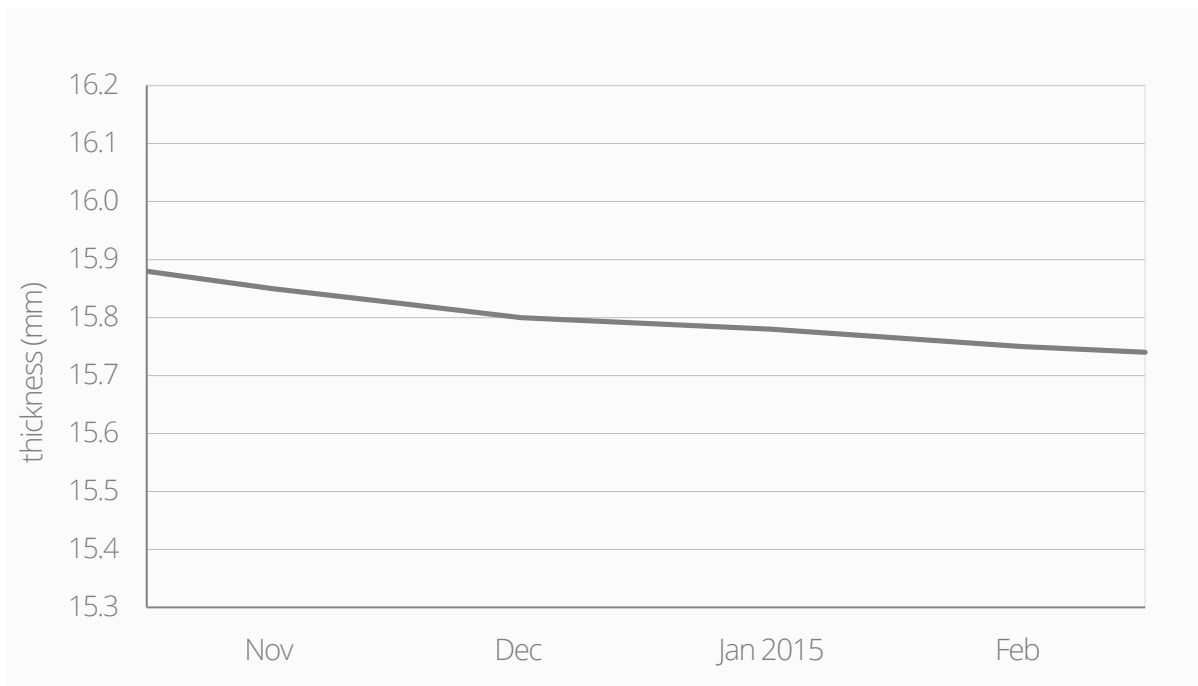


Figura 7 Resultado spotOn® U en una instalación E&P. Optimización de la dosis de inhibidores usando los datos de espesor de spotOn® U

6. Aplicaciones spotOn® U en midstream y upstream

Algunas de las aplicaciones en tuberías midstream y upstream son:

- Procesar tuberías en plataformas marítimas
- Codos de risers en plataformas marítimas
- Tuberías submarinas
- Áreas de alta consecuencia
- Tuberías llevando líquidos altamente corrosivos.
- Puntos de corrosión interna identificados por otros medios
- Tuberías en pendientes
- Lugares de estimación directa

La Figura 7 muestra un ejemplo de datos de monitoreo de corrosión spotOn® U,

sacados de una tubería enterrada en una instalación upstream, y exportados desde shieldCube para un análisis posterior. La configuración fue como en la Figura 8, donde el tubo entra en el suelo en un ángulo. El cliente ya era consciente de que el área crítica de corrosión para la red de tuberías dentro de su instalación era la posición de reloj de las 6 en punto, en el punto de entrada en el suelo debido a la pendiente de la tubería. Cualquier otra estrategia para el control de la corrosión tales como cupones o UT manual en esta sección de la tubería unpiiggable, requeriría unos costes muy elevados debidos a las excavaciones regulares necesarias para tomar cualquier medida. En este caso, spotOn® U estaba permanentemente enterrado y una unidad de comunicación estaba localizada por encima del suelo.



Figura 8 Ejemplo de instalación spotOn® U en una instalación E&P. El sensor fue enterrado y la unidad de comunicación ubicada por encima del suelo

La tasa de corrosión registrada durante los primeros 2 meses estaba alrededor de 20mpy. Después de discutirlo con el cliente y optimizar la dosis de inhibidores, la tasa de corrosión se redujo a alrededor de 11mpy. Este es un claro ejemplo de cómo spotOn® U puede ser usado para reducir costos e incrementar la rentabilidad

mediante la ampliación de la vida útil de los activos.

Otro ejemplo de aplicación es el uso de spotOn® U en plataformas marinas. El coste de inspección en plataformas marinas es mucho mayor que una aplicación similar por ejemplo en una refinería. El envío de una tripulación de 4 personas de las cuales 2 son para la inspección y 2 para la construcción de andamios para una sola campaña de inspección de unas semanas podría ser mucho más caro que colocar algunos sensores permanentes que puedan dar datos de forma remota y continua durante varios años.

Este enfoque reduce el riesgo de fracaso (debido a la frecuente recolección de datos), riesgo de accidentes (debido a que hay menos personal involucrado) y reduce drásticamente los costes de inspección.

La Figura 9 muestra un resultado típico de monitoreo de espesor presentado en el software shieldCube. En este caso las lecturas de espesor confirmaban una tasa de corrosión muy baja.



Figura 9 Resultado de espesor típico spotOn® U

7. Conclusiones

- La Corrosión Interna en la industria del Petróleo y Gas es un asunto muy importante debido a los costes involucrados con el mantenimiento e inspección. En el clima económico actual es necesario optimizar gastos para maximizar la vida de los activos, ya que no hay suficiente efectivo para construir nueva infraestructura o para soportar pérdida de negocio debido al tiempo de inactividad inesperado. Los Ingenieros de corrosión de materiales, argumentan que una mejor elección de material daría lugar a ahorros. Aunque esto puede ser correcto para nuevos proyectos, el desafío actual es tratar con la infraestructura existente y obtener hasta el último centavo de ella. Esto es posible utilizando el monitoreo spotOn[®] U y empleando la información procedente de dicho sistema de monitorización precisa para optimizar estrategias de gestión de corrosión.
- SpotOn[®] U se puede usar en una variedad de instalaciones downstream, midstream y upstream, dada la

flexibilidad para ser utilizado tanto en la superficie y bajo tierra. Teniendo en cuenta que cada unidad puede comunicar datos independientemente, spotOn[®] U es la solución de monitoreo UT más barata cuando los objetivos que deben ser monitoreados se extienden sobre un área bastante grande.

- La solución “plug-and-go” spotOn[®] U reduce inmensamente el esfuerzo de implementación en comparación con cualquier otra solución de monitorización disponible en el mercado. Es posible implementar spotOn[®] literalmente dentro de las 24 horas desde la decisión de implementar el monitoreo de corrosión en una localización específica.
- SpotOn[®] U también se puede integrar con otras soluciones como por ejemplo spotOn[®] LR. Utilizando la tecnología de integración, el rango de detección se optimiza, los objetivos se identifican de manera segura y a tiempo y el coste se reduce considerablemente.

Para más información sobre las capacidades del **Sistema de Monitoreo de Corrosión y Erosión spotOn[®] U** por favor **contacte con A³ Monitoring**:

 info@a3monitoring.com

o nos puede **llamar a:**



+44 (0)20 3078 6777



+ 55 214 042 0528



+ 1 (713) 597-6113



+ 57 134 41774



+ 52 558 526 3579