

CORROSIÓN EN CABEZA DE FRACCIONADORA TOPPING III

Refinería Luján de Cuyo – YPF S.A

Marcos Gabriel Jofré/YPF S.A/marcos.jofre@ypf.com

Sinopsis

La mayoría de las sales de cloruro del petróleo crudo que llega a una refinería son inorgánicas (cloruro de sodio, magnesio o calcio) y el desalinizador las elimina eficazmente.

Los cloruros no extraíbles no se eliminan en el desalinizador, pero pueden descomponerse mediante el calentamiento y procesamiento posteriores para formar ácido clorhídrico (HCl).

A veces causan problemas de corrosión e incrustaciones. Las formas de estos cloruros aún se están determinando, pero probablemente incluyan cloruros orgánicos (ya sean naturales o agregados mediante tratamientos químicos o mediante la eliminación de desechos en los crudos); cloruros inorgánicos encapsulados en ceras o asfáltenos de alto punto de fusión; o disolventes clorados utilizados en operaciones Upstream.

Durante la Intervención de la Planta de Topping III, en la Fraccionadora se detectó corrosión por HIC, este ácido afectó a materiales de aleación C-22, que dispone de una excelente resistencia a las picaduras, a la corrosión por hendiduras, así como a la rotura por tensiones de corrosión. Asimismo, su resistencia a la Oxidación en medios acuosos que incluyan cloro y mezclas de contenido ácido nítrico o ácidos oxidantes con iones de cloro es extraordinaria. A pesar de ello, todo el Tope de la Torre quedó afectada por este modo de corrosión.

Se presentará como se detectó durante la Inspección, su investigación y reparación durante una Parada Programada.

Introducción

La presente presentación tiene como objetivo exponer los hallazgos, análisis y acciones correctivas derivados de la inspección realizada en la fraccionadora A-101-E del Topping III, correspondiente a la unidad de Refino.

Durante el paro de planta de noviembre de 2023, se detectaron múltiples fenómenos de corrosión en componentes críticos de la torre, tales como casquetes, platos, burlonería y conexiones, comprometiendo la integridad operativa del equipo.

A través de un enfoque técnico basado en normas API y NACE, se llevó a cabo una investigación exhaustiva que incluyó ensayos no destructivos, análisis metalográficos (IPA), revisión de historial operativo y evaluación de condiciones de proceso. Los resultados permitieron identificar tanto desviaciones de fabricación como impactos operativos, particularmente asociados a la exposición intermitente a crudo sin desalar.

Este trabajo resume los principales hallazgos, las causas raíz identificadas y las reparaciones implementadas, con el fin de contribuir a la mejora continua en la gestión de integridad de equipos estáticos en servicio severo.

Desarrollo

Corrosión en Torre Fraccionadora A-101-E – Topping III

Durante la parada de planta de noviembre de 2023 en la unidad Topping III, se realizó una inspección interna de la torre fraccionadora A-101-E con el objetivo de evaluar su integridad estructural. El relevamiento reveló múltiples zonas afectadas por corrosión, lo que motivó un análisis técnico exhaustivo y la ejecución de reparaciones específicas.

Proceso de la Planta: Para comprensión del circuito del Crudo al ingreso de Planta.

LA TORRE DE DESTILACIÓN:

la base de una refinería

Son elementos fundamentales de las refinerías de petróleo ya que en ellas tiene lugar la separación de los diferentes productos de la materia prima. Este proceso se lleva a cabo gracias a las distintas temperaturas de evaporación de los componentes del crudo.

1 PRETRATAMIENTO DEL CRUDO

El crudo recibe un pretratamiento cuando sale de los tanques de almacenamiento. Antes de entrar en la torre de destilación el fluido debe ser desalado. Posteriormente se somete a altas temperaturas en un horno.

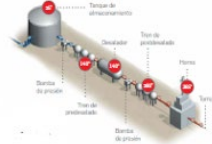


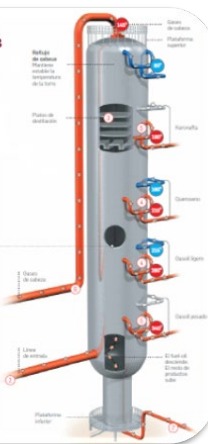
FOTO 1

TEMPERATURAS DE LA TORRE DE DESTILACIÓN

- Temperatura de la corriente caliente
- Temperatura de la corriente fría
- ➔ Extracción o entrada caliente
- ➔ Retorno de la línea fría

FOTO 2

FOTO 3

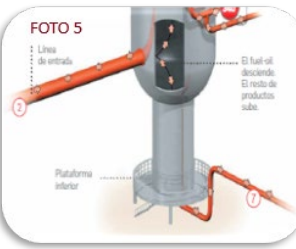


2 ENTRADA DEL CRUDO

El crudo se introduce a través de la línea de entrada. Los productos que tienen mayor temperatura de destilación "caen" hacia el fondo de la torre. Los componentes más ligeros, que suponen entre un 60% y un 70%, se evaporan y ascienden por el interior de la torre de destilación.

FOTO 4

FOTO 5



3 EXTRACCIÓN DE LOS PRODUCTOS

FOTO 6



FOTO 7

4 RECICLOS DE QUEROSENO Y GASOIL LIGERO

Estos dos elementos se extraen de la torre, pasan por un cambiador de calor y se vuelven a introducir a menor temperatura. Este proceso enfría el interior de la torre.

5 PROCESO DE DEPURACIÓN CON VAPOR DE AGUA

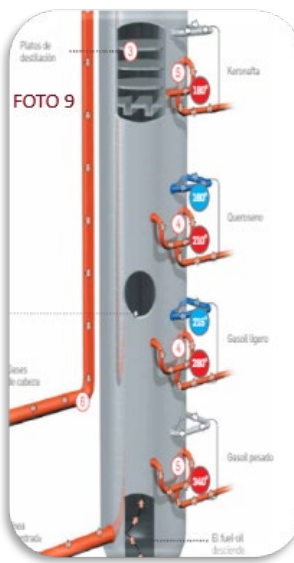
Cada línea de extracción posee un "stripper", que es un depósito donde se aplica a cada producto vapor de agua a 147°. El objetivo es conseguir un fluido limpio, sin residuos.

FOTO 8



- A El producto sale desde la cubeta de extracción.
- B El vapor de agua entra en el "stripper" y desciende en su interior.
- C Los vapores procedentes del "stripper" retornan a la torre interior.
- D Los componentes más pesados se bombean en el fondo.

FOTO 9



6 SALIDA DE LOS GASES DE CABEZA CONDENSADOS

Los elementos más ligeros se recogen a través de una tubería que se sitúa en la cabeza de la torre. Se trata de los gases licuados del petróleo, que son el propano y el butano. También se extraen pentanos y nafta.

FOTO 10

FOTO 11



7 SALIDA DE FONDO

FOTO 12

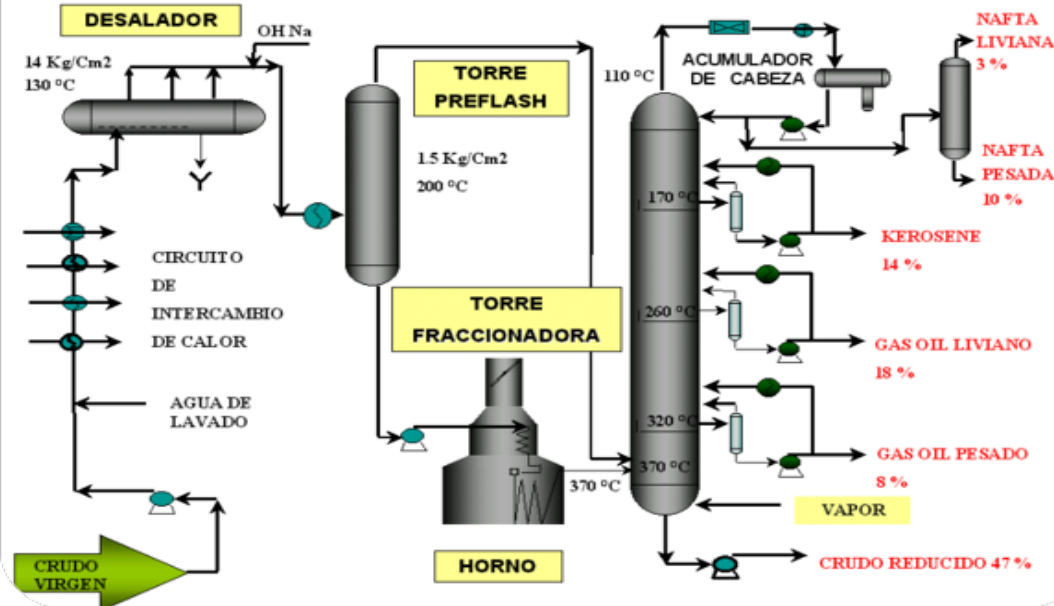
El fuel oil es el componente con un punto de destilación mayor, por lo que no se evapora sino que se recoge en el fondo de la torre de destilación.

FOTO 13



FOTO 14

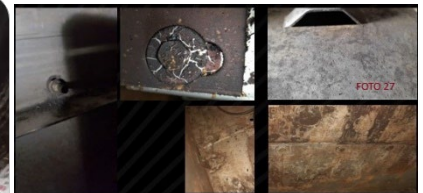
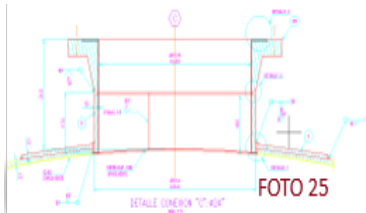
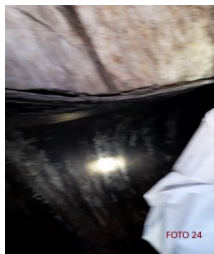
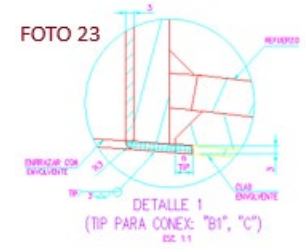
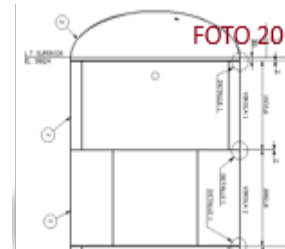
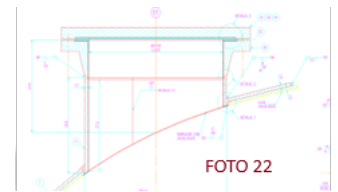
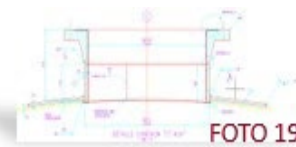
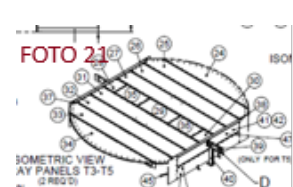
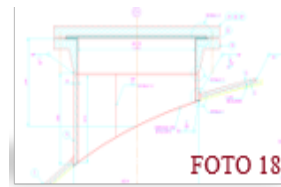
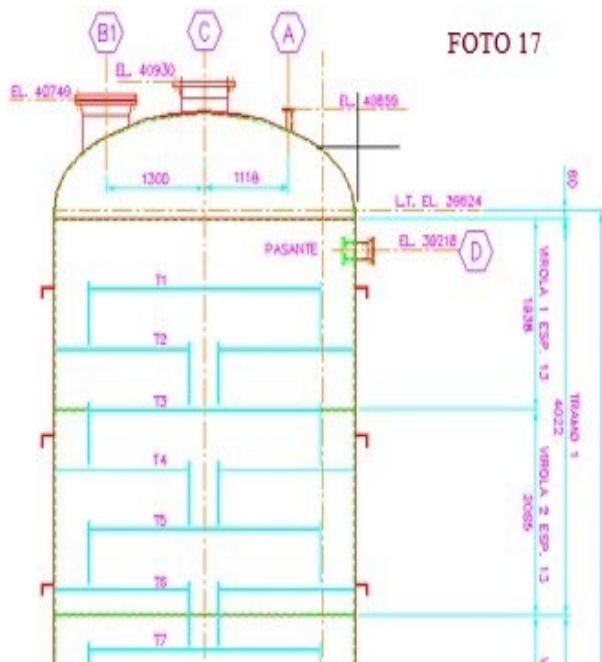
UNIDAD DE DESTILACION ATMOSFERICA - TOPPING





Inspección Interior:





Burlonería corroída

Indicaciones Lineales en Paso Hombre. Conexión salida de Gases de otro material.

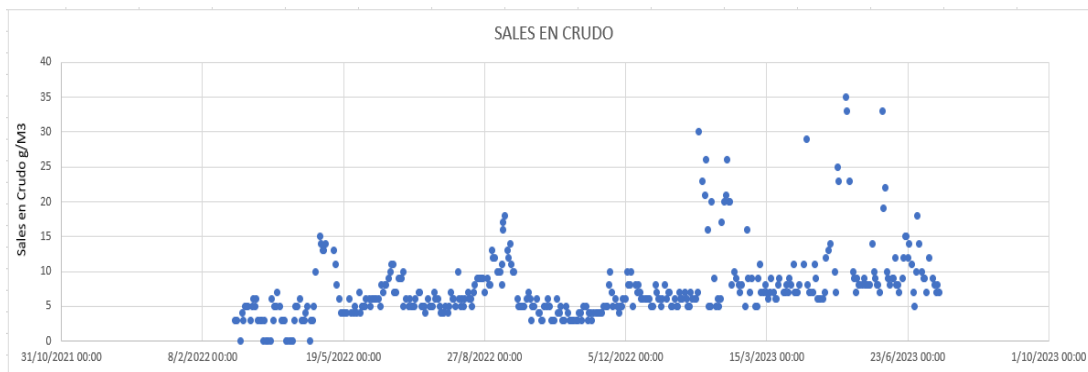
El análisis técnico posterior descartó fallas de fabricación como causa principal, aunque se reconocieron desviaciones en materiales. La causa raíz fue atribuida a la exposición intermitente a crudo sin desalar, producto de cortes en los desaladores. Esta condición favoreció la formación de ácido clorhídrico (HCl), responsable del patrón de corrosión observado. Ensayos como IPA, réplicas metalográficas y tintas penetrantes confirmaron esta hipótesis.

Investigación: Se realizaron estudios desde las condiciones de Proceso, equipos con mal funcionamiento y la construcción del Recipiente entre otros.

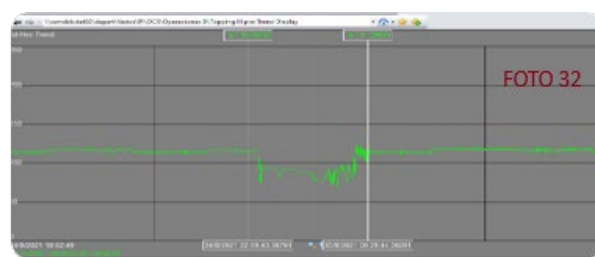
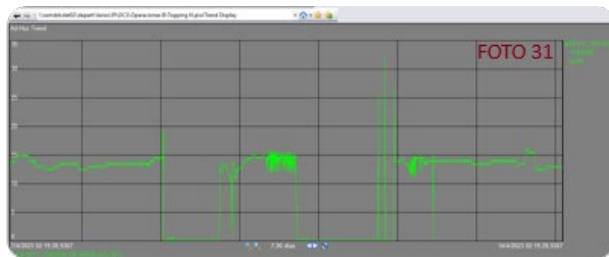


PIE de fabricación de Equipo

Ensayos Metalográficos y control de Aleados PMI.



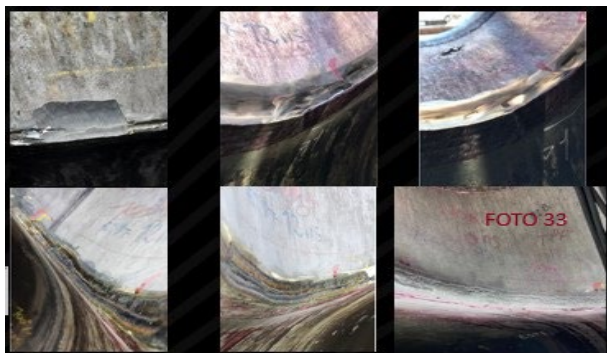
Contenido de Sales en Crudo.



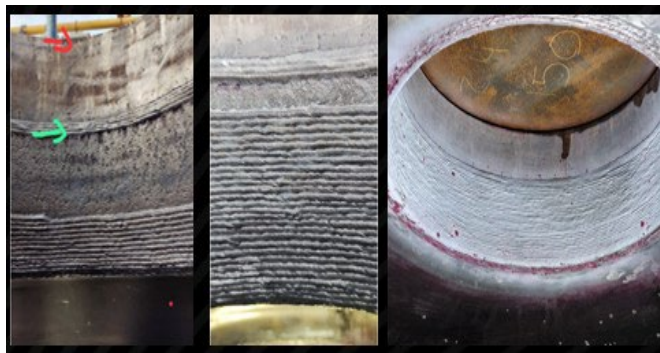
Historial de Temperatura en Torre Fraccionadora

Las reparaciones incluyeron la eliminación de soldaduras afectadas, aplicación de Overlay con ENiCrMo-10, decapado y pasivado de superficies según ASTM A380, y reemplazo de burlonería con materiales compatibles disponibles en almacén. En el caso del tramo 1, se reutilizó burlonería 304 tras verificar su compatibilidad dimensional y resistencia.

Reparaciones: Para tener en cuenta que se realizaron en tiempos de Parada de Planta, respetando el cronograma de este. Sin extensión del tiempo y sin pérdidas de lucro cesante.



Reparación de Pasa Hombre



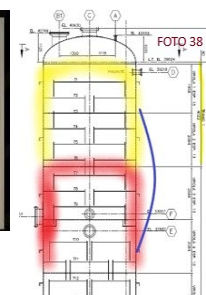
Reparación de Conexión de Salida



Reparación de Casquete y Envoltente



Reacondicionamiento de Burlonería

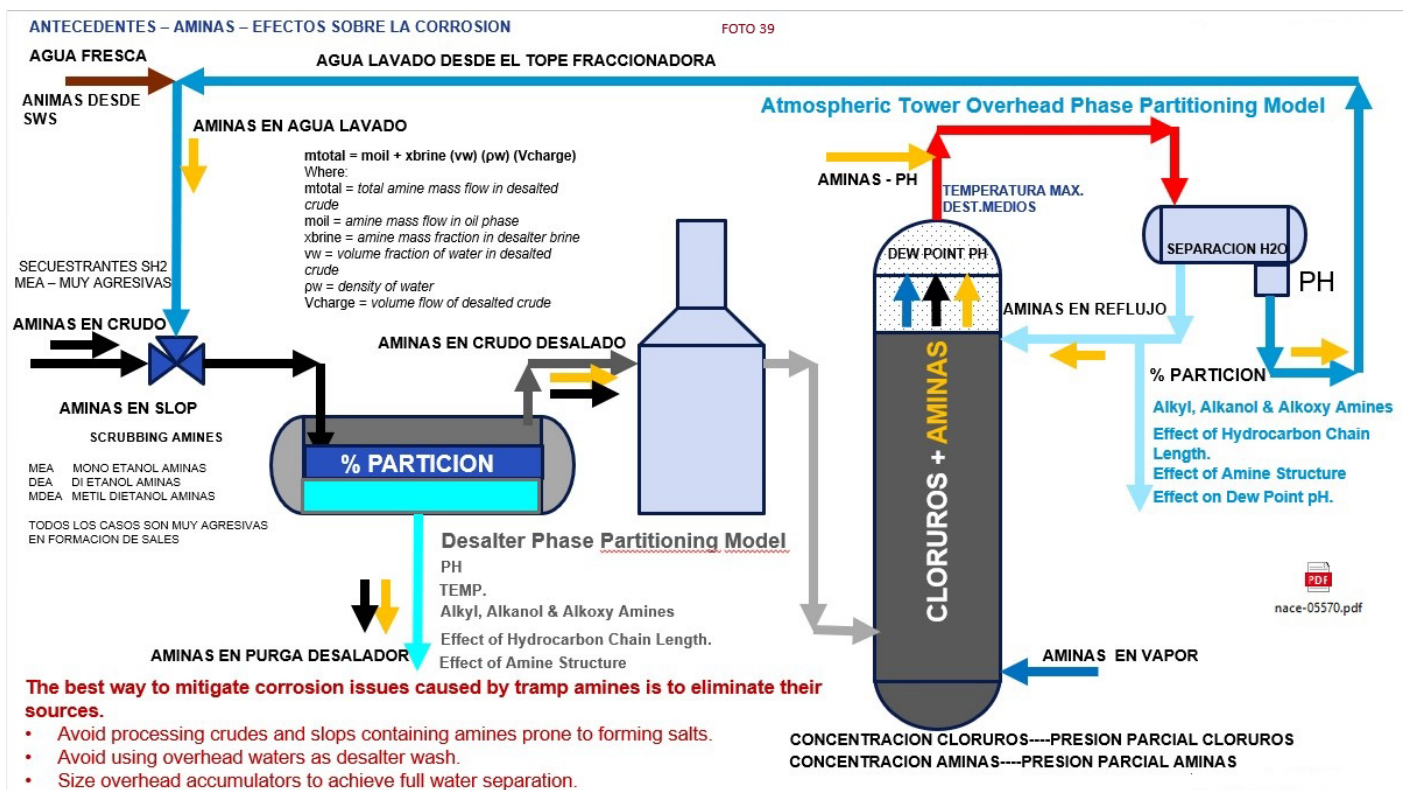


Conclusión:

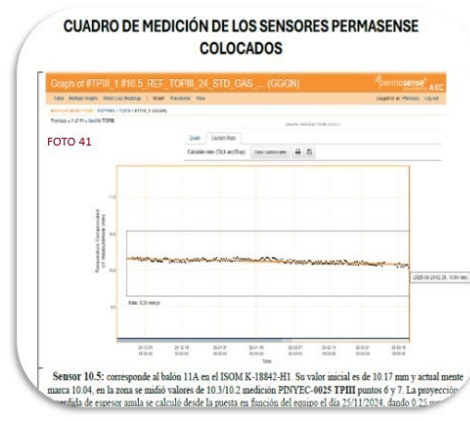
Este caso pone de manifiesto la importancia de mantener la continuidad operativa de los sistemas de desalado y de verificar rigurosamente los materiales utilizados en fabricación y reparación. La experiencia adquirida refuerza la necesidad de controles más estrictos en la selección de materiales, la ejecución de soldaduras y la vigilancia de condiciones de proceso. El abordaje integral permitió restaurar la integridad de la torre y generar aprendizajes valiosos para futuras paradas de planta.

Para poder Mitigar y controlar la corrosión, es necesario la gestión de los cloruros orgánicos en el crudo no puede abordarse con una única solución técnica, sino que requiere una estrategia integral que combine control de origen, monitoreo analítico riguroso y ajustes operativos específicos. Es fundamental establecer límites estrictos en las especificaciones de calidad del crudo (<1 ppm de cloruros orgánicos), implementar metodologías de muestreo y análisis confiables (como ASTM D7536), y reforzar los sistemas de detección temprana mediante sensores en línea y análisis de aguas de proceso.

Mitigación y Control:



Mitigación con Inyección de Neutralizantes



Control de espesores con Sensores On Line Permasense

Desde el punto de vista operativo, se recomienda optimizar el proceso de desalado, ajustar las condiciones de operación de las torres de destilación (como la temperatura de cabeza y el diseño del sistema de condensación), e inyectar neutralizantes como NaOH en puntos estratégicos. Asimismo, es clave revisar las estrategias de inspección y mantenimiento, considerando los mecanismos de daño identificados.

En definitiva, la experiencia acumulada en CILC y en otras refinerías demuestra que incluso concentraciones bajas de cloruros orgánicos pueden desencadenar eventos de corrosión severa si no se gestionan adecuadamente. La prevención, basada en el conocimiento técnico y la vigilancia continua, es la herramienta más eficaz para proteger la integridad de los activos y garantizar la continuidad operativa.

Este caso pone de manifiesto la importancia de mantener la continuidad operativa de los sistemas de desalado y de verificar rigurosamente los materiales utilizados en fabricación y reparación. La experiencia adquirida refuerza la necesidad de controles más estrictos en la selección de materiales, la ejecución de soldaduras y la vigilancia de condiciones de proceso. El abordaje integral permitió restaurar la integridad de la torre y generar aprendizajes valiosos para futuras paradas de planta.

Bibliografía:

API 510

ASME VIII DIV.1

ED-C-01.00 (PROCEDIMIENTO DISEÑO YPF).

ASTM D 473

ASTM D 4929-22 (Determination of Organic Chloride Content in Crude Oil)

EFFECT OF ORGANIC CHLORIDE CONTAMINATION OF CRUDE OIL ON REFINERY CORROSION
(Paper N° 00694)

NACE Publication 21415 (Potential Effects of Upstream Additives on Refinery Corrosion and Fouling).

NACE Corrosion Control in the Refining Industry

NACE 34105 - Effect of Nonextractable Chlorides on Refinery Corrosion and Fouling - Item No. 24226

TOPING OVERHEAD CORROSION NACE 34109

CV

Título y lugar de estudio:

Técnico Universitario – Mantenimiento e instalaciones Industriales- Universidad Nacional de Cuyo.

Posgrado en Soldadura UTN Mendoza.

Diplomatura en Gestión d Activos y Mantenimiento, Universidad Austral

API 510 certificado (API)

Especialización en Calderas de Potencia – CEACCA

Corrosion Technisian certificado NACE

Especializaciones:

PCC-2

NBIC

API 653 - Tank Inspection

API 571 – Mecanismos de Daño que Afectan Equipamiento Fijo •

API 580 – Inspección Basada en Riesgo (RBI).

API 570 - Piping Inspector

API 510 - Reparaciones, Alteraciones e Inspección de Recipientes a Presión.

API 936 – Recubrimiento Refractario

API 579-1/ASME FFS-1: Fitness-for-Service (Aptitud para el servicio de Recipientes de Presión, Tuberías y Tanques de Almacenamiento)

Cargo actual en la empresa: Analista de Inspección Operativa – Ingeniero de Inspección - Senior

Trayectoria (diferentes empresas en las que hizo su carrera):

2 años pasante en Repsol-YPF

5 años PENTA S.A

2 años H.A.S.A

16 años YPF S.A