



Fuente: Dirección Corporativa de Planeación,
Coordinación y Desempeño
Subdirección de Desarrollo de Proyectos
Gerencia de Ingeniería Especializada
Julio César Sánchez Torres.

Paradigmas

Rompiendo Paradigmas en Sistemas de Protección Catódica para Tanques Atmosféricos en Petróleos Mexicanos

En PEMEX existen alianzas que han permitido establecer nuevos modelos técnicos sustentados en las mejores prácticas de ingeniería para la especialidad en sistemas de control de corrosión

Petróleos Mexicanos a través de la Subdirección de Desarrollo de Proyectos de la Dirección Corporativa de Planeación, Coordinación y Desempeño, tiene dentro de sus principales objetivos fortalecer la aplicación de mejores prácticas de ingeniería en el proceso de desarrollo de proyectos integrales estratégicos; asimismo es importante destacar que la apertura y con-

fianza que ha tenido el personal técnico de las Subdirecciones de Proyectos, Distribución, Almacenamiento y Reparto de PEMEX Refinación, han facilitado construir dentro de la empresa alianzas que han permitido establecer nuevos modelos técnicos sustentados en las mejores prácticas de ingeniería para la especialidad en sistemas de control de corrosión, prácticas que



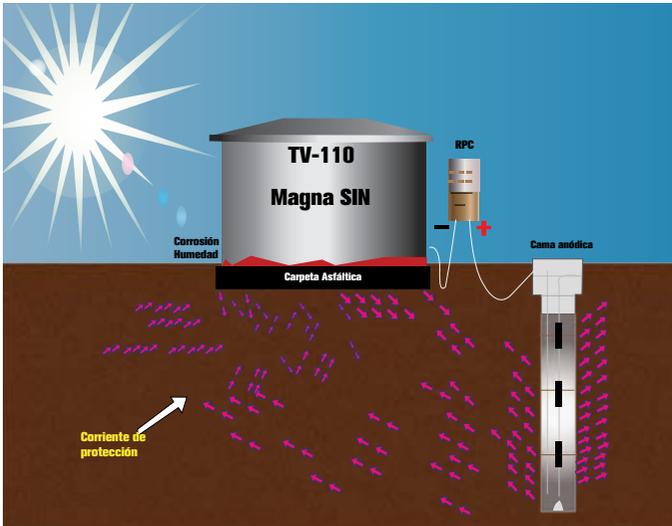


Figura 1. Uso de carpeta asfáltica o losa de concreto como soporte del tanque (Efecto Shielding).



Figura 2. Anillo de concreto y arena como material de relleno para el desplante del soporte del tanque.

tienen una incidencia directa en la preservación de la integridad mecánica de los tanques atmosféricos frente al efecto de la corrosión.

En Petróleos Mexicanos, las losas de concreto o carpetas asfálticas, eran utilizadas como desplante para los tanques atmosféricos con la finalidad de tener una superficie uniforme de trabajo durante el proceso de construcción del fondo de los tanques y, al paso del tiempo, se ha determinado que ambas alternativas contribuyen a la retención de humedad y a la condensación de la humedad ambiental que se genera por la diferencia de temperatura que existe debajo del tanque con el exterior.

Esto ha dado lugar al deterioro del lado externo de las placas del fondo de los tanques por la formación de celdas de corrosión, lo que representa un riesgo mayor para la integridad de las placas debido a que losas de concreto o carpetas asfálticas ofrecen una alta resistencia al

paso de la corriente eléctrica de protección que proviene del Sistema de Protección Catódica, a este efecto se le conoce como “Shielding” (mostrado esquemáticamente en la figura 1), lo que origina el deterioro por corrosión de una manera constante e irreversible en los tanques.

Para mitigar el riesgo por corrosión en el lado externo de las placas del fondo de los tanques, se optó por desplantar los tanques atmosféricos sobre un anillo de concreto en el perímetro y con arena libre de contaminantes (electrolito) vertida para cubrir la totalidad del área del fondo como se muestra en la figura 2, alineándose a las mejores prácticas internacionales. Este arreglo permite que exista el medio para conducir la corriente de protección catódica hacia el lado externo de las placas del tanque, protegiéndolas contra el efecto de la corrosión y, por ende, alargar la vida útil de la instalación.

Adicionalmente a lo anterior, a partir del año 2008 la normatividad para el diseño de tanques atmosféricos formaliza el uso de barreras de fuga flexibles (figura 3) para ser instaladas por debajo del fondo del tanque con el objeto de contener el producto en el caso de que se presente una fuga y evitar la contaminación del subsuelo, las características propias de la barrera de fuga (geomembrana plástica) al no ser un electrolito, impide que la corriente de protección catódica pueda cerrar el circuito con el lado externo de las placas de fondo del tanque dando lugar a Sistemas de Protección Catódica ineficientes (figuras 4 y 5).

Figura 3. Barrera de fuga flexible (geomembrana plástica).



Para resolver la interferencia e incompatibilidad entre la barrera de fuga flexible y la protección catódica, se tuvieron que realizar replanteamientos acompañados de análisis técnicos, concluyendo que la mejor configuración que debería tener la cama anódica es en forma de malla cubierta por arena, para ser instalada entre el fondo externo del tanque y la barrera de fuga flexible (figura 6), adicionalmente se aprovecha la evolución de la tecnología y la innovación en los equipos-rectificadores, incorporando por primera vez el monitoreo y control de la protección catódica para dos tanques que se encuentran aislados por la barrera flexible desde un solo equipo-rectificador, el cual provee la protección adecuada al regular la corriente requerida para cada tanque, el valor del potencial tanque-arena se adquiere mediante la distribución equidistante de varios electrodos de referencia de cobre-sulfato de cobre ($\text{Cu}/\text{SO}_4\text{Cu}$) colocados entre el fondo externo del tanque y la cama anódica, (figura 7). A este respecto Petróleos Mexicanos es la primera empresa petrolera en el mundo en incorporar el diseño de Sistemas de Protección Catódica con este tipo de configuración controlando de manera independiente la corriente de protección en dos tanques desde un solo rectificador.

Por otro lado, las camas anódicas de los Sistemas de Protección Catódica por corriente impresa para proteger tanques atmosféricos, se instalan a distancias muy cercanas de las placas del fondo. Estas camas anódicas utilizan, generalmente alrededor de los ánodos, material de relleno carbón de coque metalúrgico o calcinado de petróleo pulverizado (back-fill) para aumentar la superficie de los ánodos que conforman la cama anódica e incrementar la corriente que éstos puedan drenar.

Sin embargo, teniendo en cuenta que el cambio climático podría originar precipitaciones pluviales fuera de lo normal, donde el agua podría ser el medio de migración para que el back-fill entre en contacto con las placas del

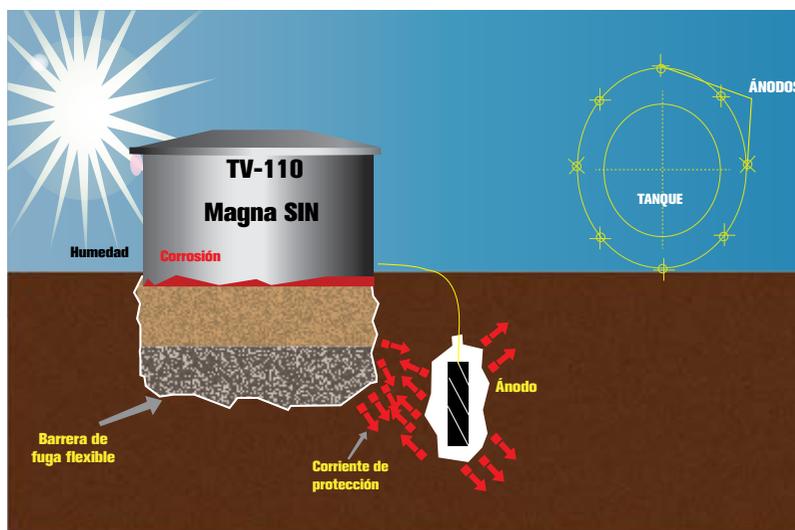


Figura 4. Sistema de Protección Catódica con ánodos de magnesio funcionando deficientemente, por no poder cerrar el circuito.

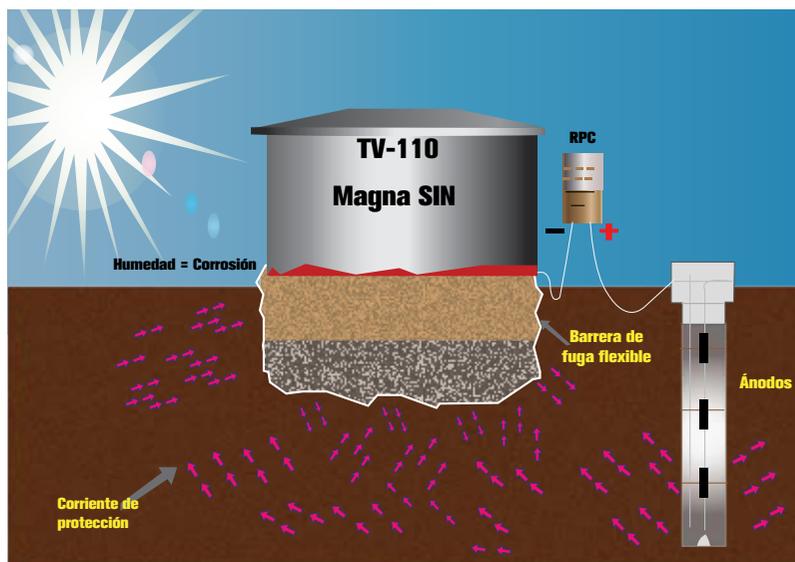


Figura 5. Sistema de Protección Catódica por corriente impresa funcionando deficientemente, por no poder cerrar el circuito.

fondo del tanque (lado externo), lo que puede dar lugar a un riesgo de corrosión galvánica debido a la diferencia de potencial que existe entre el carbón de coque y el acero al carbono; por esta razón, se ha implementado como medida de mitigación la cancelación del uso

Para mitigar el riesgo por corrosión en el lado externo de las placas del fondo de los tanques se optó por implementar nuevas opciones de configuración de camas anódicas



Las alternativas de diseño de los Sistemas de Protección Catódica por Corriente Impresa permiten reducir la frecuencia de mantenimientos preventivos y correctivos

de back-fill en Sistemas de Protección Catódica para tanques atmosféricos.

valor del potencial no era precisa por la caída óhmica asociada al electrolito (arena).

Otro cambio sustancial que se ha implementado en los Sistemas de Protección Catódica está relacionado con el monitoreo y registro del potencial tanque-arena, en donde hasta hace algunos años se utilizaba el método de desplazamiento del electrodo de referencia en el perímetro del tanque (figura 8), método que ha quedado en el pasado, debido a que la información que se registraba respecto al

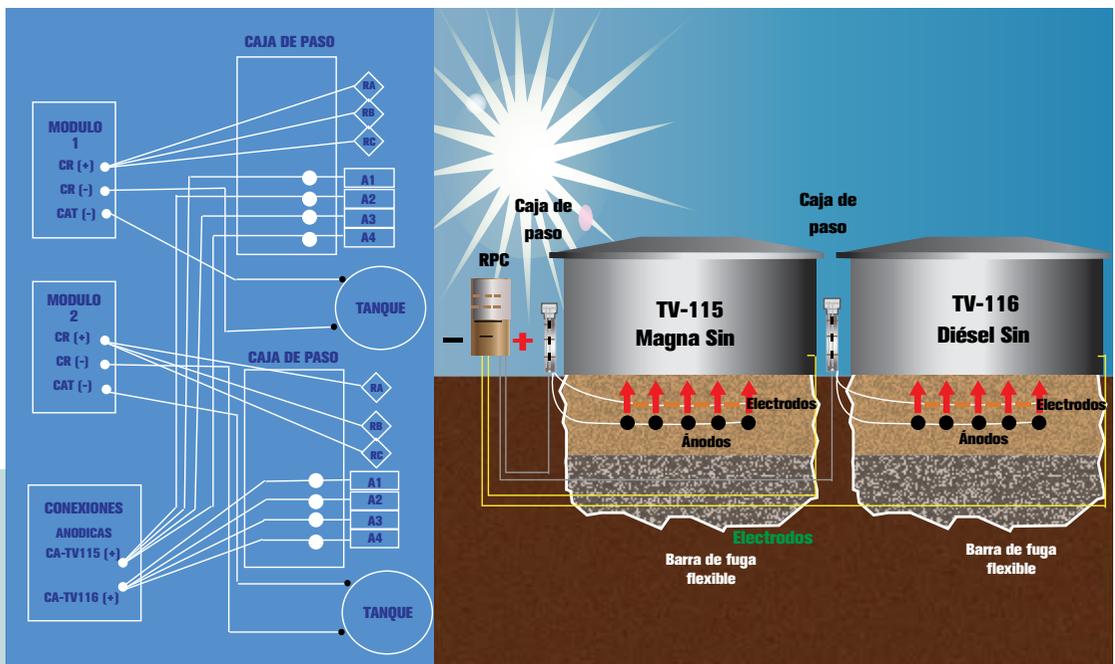
El error de medición se incrementaba conforme a que el diámetro del tanque fuera más grande, y para resolver esta problemática se realizaron análisis técnicos en campo que permitieron establecer una nueva forma de medición y registro del potencial tanque-arena, que consiste en incorporar a los nuevos diseños de Sistemas de Protección Catódica, más de un electrodo de referencia, colocándolos por debajo del tanque a distancias muy cercanas del fondo externo (figura 9a y 9b), con la finalidad de reducir el error de medición que se genera por la caída óhmica a través de la arena.

La distribución de los electrodos de cobresulfato de cobre (Cu/SO_4Cu) se realiza en función del diámetro del tanque y considerando el ángulo de cobertura desde el posicionamiento del electrodo, el cual es monitoreado desde el equipo-rectificador en forma automática y permanente, esta innovación permite obtener mediciones de potencial tanque-arena con mayor certidumbre en los niveles de protección catódica.

Figura 6. Instalación de la cama anódica.



Figura 7. Dos SPC por corriente impresa controlados de manera independiente desde un solo rectificador.





A partir de 2008, la normatividad para el diseño de tanques atmosféricos formaliza el uso de barreras de fuga flexibles para ser instaladas debajo del fondo del tanque

Asimismo, para el caso específico de tanques de almacenamiento que operen a una temperatura superior a los 60°C, se ha incorporado como parte de la innovación un sistema de riego por goteo (implementado desde la caseta que protege al equipo-rectificador) con la finalidad de tener conductividad en la zona de contacto entre los electrodos de referencia y la arena; esto permitirá asegurar

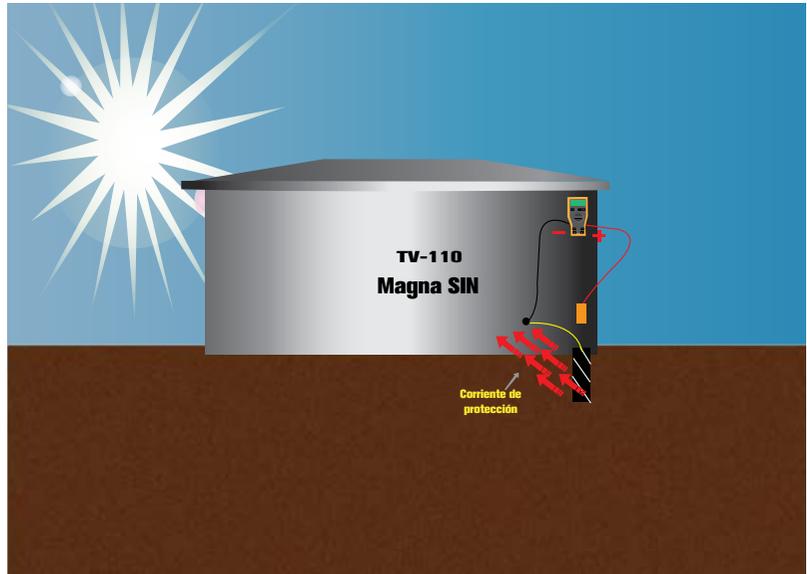


Figura 8. Medición de potenciales tanque-electrolito, método tradicional de desplazamiento del electrodo.



METALMECÁNICA ESPECIALIZADA DEL GOLFO S.A. DE C.V.

Especialistas en Infraestructura del Ramo Petrolero



- Trabajos Especializados de:**
- Soldadura y Pailería con Equipo de Plasma
 - Soldadura Semiautomática y Arco Sumergido
 - Procesos MIG y TIG
 - Rolado de Placa y Estructuras

- Fabricación de:**
- Tanques Cilíndricos API
 - Recipientes a Presión con Estampado ASME
 - Equipos Portátiles de Separación para Industrias Extractivas
 - Prefabricado de Tuberías para Procesos Industriales

FABRICACIÓN EN PLANTA Y EN SITIO



Ubicación de planta sin problemas de tránsito a bordo de autopista Tuxpan-Gtz. Zamora a un costado del puente Cazonces III poblado Pital y Mozutla Mpio. de Papantla, Ver.

www.megsa.com.mx
 megsa.ventas@hotmail.com
 megsa_cv@hotmail.com
 01 (784) 82 17172, 01 (784) 82 17187

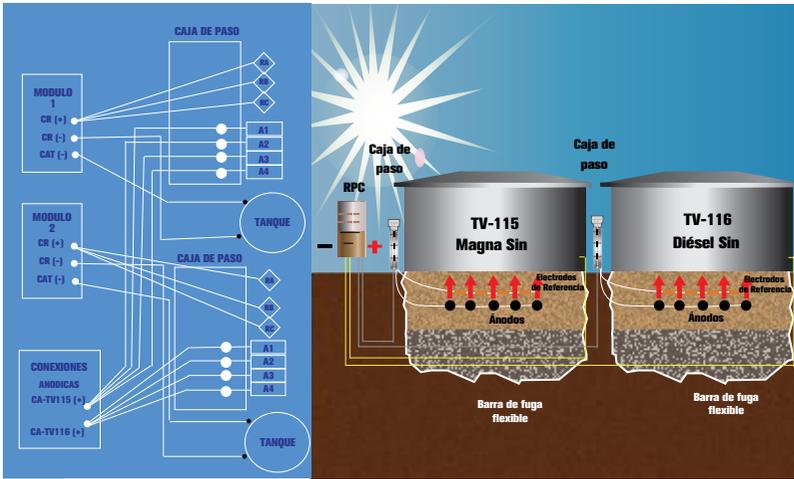


Figura 9a. Distribución de varios electrodos de referencia de Cu/SO₄Cu, para medición de potenciales tanque-arena (electrolito).

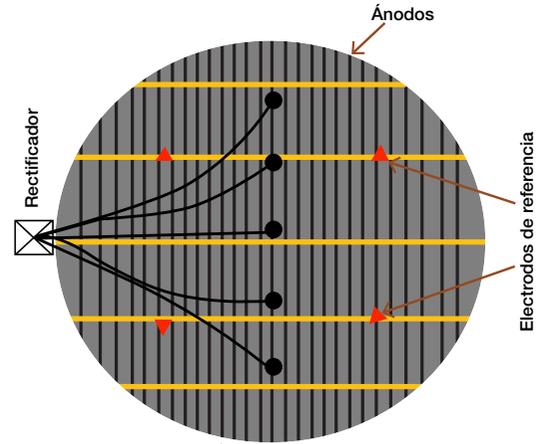


Figura 9b. Vista en planta de la distribución de varios electrodos de referencia de Cu/SO₄Cu.

que la medición y registro de los potenciales tanque-arena sean confiables y estables.

Beneficios:

- Se reducen los costos de mantenimiento y se incrementa de la vida útil de los tanques atmosféricos.
- Mitigación del riesgo por contaminación de subsuelo asociado a fugas de productos por efecto de la corrosión.
- Contribución para mantener y operar Sistemas de Protección Catódica que funcionan eficientemente y que contribuyen en el ase-

guramiento de la integridad mecánica de los tanques atmosféricos.

Conclusiones:

- Las opciones de configuración camas anódicas y de diseño de los Sistemas de Protección Catódica por Corriente Impresa, presentados en este documento, permiten reducir la frecuencia de mantenimientos preventivos y correctivos del lado externo de las placas de fondo de los tanques de almacenamiento atmosféricos, mediante la mitigación del proceso de corrosión, asegurando una operación continua de la instalación y la protección del medio ambiente.

En la tabla No. 1, se describen las instalaciones que cuentan con este Sistema de Protección Catódica:

Lugar	Cantidad de tanques que tienen este sistema	Capacidad (Miles de barriles)
Terminal Marítima Tuxpan	6	100 (5) y 55 (1)
Estación Cima de Togo	2	10 y 30
Estación Tepetitlán	1	15
Refinería Madero	2	100 c/u
Estación Linares	1	30
Casa de Bombas Poza Rica	2	55 y 100
Estación San Martín Texmelucan	1	15
Estación Nuevo Teapa	2	5
TAR Tapachula	7	5(1),10(3), 15 (1) y 20(2)
Estación de Rebombeo Degollado	4	5 (2) y 15 (2)
TAR Lázaro Cárdenas	1	100

- Como resultado de este trabajo, es importante promover y participar en la aplicación de mejores prácticas dentro y fuera de PEMEX, en procedimientos de diseño, constructivos y operativos, incluyendo la filosofía de operación de los sistemas de protección catódica, para la mejora en la administración del sistema, que contribuya en la mitigación de la corrosión del lado externo de las placas de fondo de los tanques de almacenamiento atmosféricos.



LA MEJOR COMPAÑÍA PARA UNA INDUSTRIA QUE NO SE DETIENE.

El nivel de especialización en seguros de Responsabilidad Civil y Daños que México necesita.

www.gmx.com.mx

(55) 54.80.40.00

01.800 718.89.46

 GMXSeguros

 @GMXSeguros

