



Paper Number: 2025-004

**INDICADORES DE DESEMPEÑO (KEY PERFORMANCE INDICATORS) TANQUE DE LAVADO
T-93140 ESTACIÓN PUCUNA BLOQUE 44**

JIMMY ENRIQUE BENAVIDES MORENO

EP PETRO ECUADOR BLOQUE 18/44 PALO AZUL

Resumen

1. Introducción

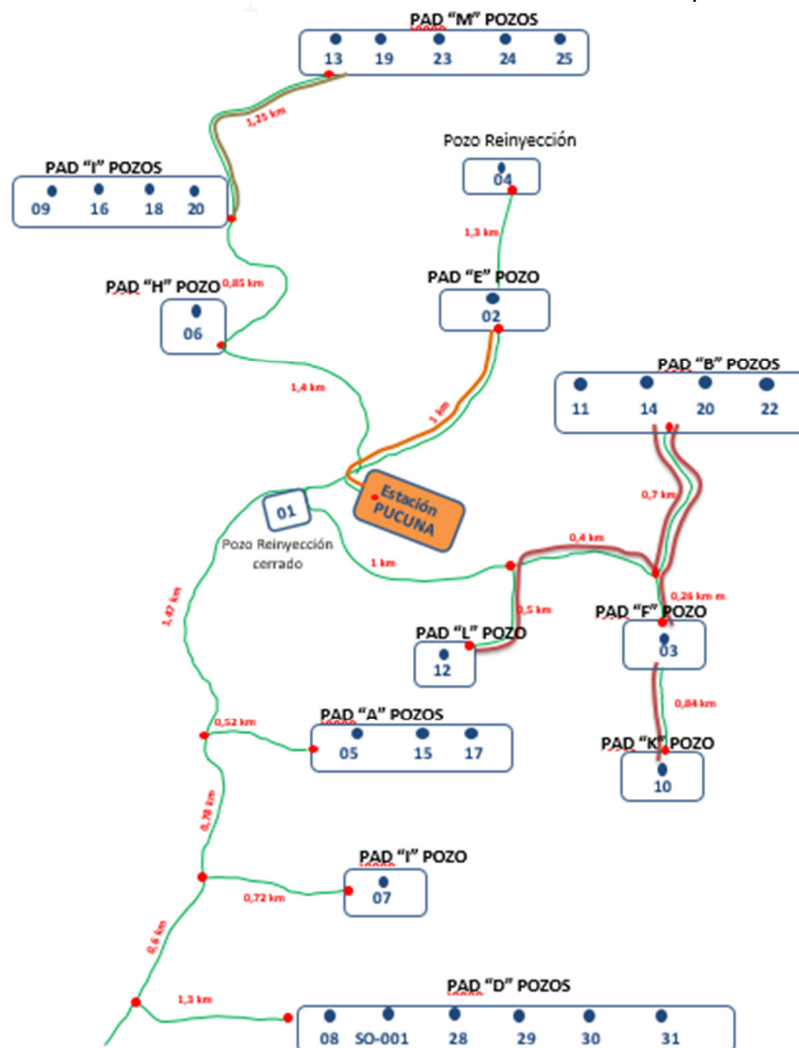
El Bloque 44 Pucuna entra en operación en la década de los años 80, con una producción promedio de 2000 barriles diarios de crudo y un porcentaje de agua inferior al 1%, el sistema inicial de producción es a través del sistema power oil, que consistía en la inyección de crudo a alta presión 4000 psi, a través de un sistema de tuberías a cada pozo, en la imagen Nro. 1 se observa la estación de producción Pucuna, donde se visualizan las facilidades existentes, entre ellas el tanque T-93140



Imagen Nro.1: Vista Estación Pucuna

En el año 2018, luego del incendio en las unidades de bombeo, se cambia el sistema de levantamiento de inyección power oil al, sistema de bombas electro sumergibles (sistema BES), el cual se mantiene hasta la actualidad, con un total de 32 pozos, con una producción de 9200 BLS/Dia.

Diagrama Nro.1: Distribución de Plataformas de Producción con los pozos Bloque 44 Pucuna



La Estación Pucuna, cuenta con un tanque de capacidad 12500 barriles el T-93140, del cual no se tienen registros constructivos, ni de mantenimiento, en el año 2013, el tanque fue sacado de servicio por presentar afectaciones en su integridad, se evidencia manchas de crudo en el cubeto y múltiples perforaciones en el techo.

En el año 2017, se realizó inspección interna del tanque y se concluyó que se requería una reparación integral del recipiente, por presentar corrosión localizada interna severa en el piso, techo y cuerpo, (ver fotografías Nro.1 y 2), se evidencio que no existen sistemas de protección catódica interna, se pudo determinar lo siguiente:

- Existían perforaciones en el piso del tanque.
- El piso estaba conformado por 31 planchas, el 45% de las mismas tenían corrosión severa localizada.
- El primer anillo estaba formado por 5 planchas de espesor nominal 0.375in, presento corrosión severa localizada en todas sus planchas, los espesores mínimos remanentes fueron inferiores al espesor mínimo requerido.
- El segundo anillo en las planchas 2 y 3 presento corrosión localizada severa.
- Existieron áreas con corrosión leve del segundo al quinto anillo.
- El sexto anillo presentó corrosión severa localizada con espesores inferiores al límite de retiro
- El techo presentó perforaciones.
- No existía sistema de protección catódica interna ni externa.
- Accesorios internos con daños severos (corrosión, perforaciones).
- El recubrimiento externo e interno se encontraba en mal estado.
- Anillo de hormigón por debajo del nivel del tanque.



Fotografía Nro. 1: Perforación piso



Fotografía Nro. 2: Picaduras pared

En el año 2018, se contempló la reparación del recipiente de acuerdo a la norma API 653, en esta reparación se incluyó, protección catódica externa e interna, filosofía de operación y control del recipiente.

MECANISMO DE FALLA.

Pérdida de espesor Interna y Externa.

La corrosión causa pérdidas de espesor interna y externa, el acero posee áreas anódicas, catódicas y puente de electrones y los recipientes al estar en contacto con un electrolito,

únicamente se requiere una falla en el recubrimiento y en condiciones normales de operación se dé el contacto directo entre el metal y el electrolito, formándose la celda de corrosión.

Corrosión por picadura

En los tanques el principal mecanismo de falla es la corrosión por picadura, se caracteriza por formar pequeñas concavidades que pueden aumentar rápidamente de profundidad llegando a producir agujeros, comprometiendo la integridad de contención de fluidos del recipiente. (ver fotografía Nro. 3-4).



Fotografía Nro. 3: Corrosión localizada piso tanque T-93140



Fotografía Nro. 4: Perforación piso tanque T-93140

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE LOS 50 KPI AL TANQUE T-93140 DE LA ESTACION PUCUNA BLOQUE 44 EP PETROECUADOR.

2. Contexto de Control de Corrosión

KPI 1. Segmentación de la infraestructura.

El tanque T-93140 tiene una capacidad de 12.500 barriles, fue reparado en el año 2018, se cambia en su totalidad el piso, primer y sexto anillos y techo, el material utilizado es acero ASTM A 36, en el año 2023 se realiza medición de espesores del cuerpo y del techo, no se detecta áreas con disminución de espesor.

Con los datos obtenidos en la medición de pared, se crean planes de mantenimiento como inspección visual semestral, inspección ultrasónica puntos de monitoreo cada 5 años, se realiza inspección, inspección interna para el año 2025.

KPI 2. Riesgo de Corrosión.

El tanque almacena agua de formación y crudo, dispone de recubrimiento externos, es un recubrimiento tricapa, Anticorrosivo, barrera epóxica y esmalte de poliuretano, recubrimiento interno tricapa, Epoxi-fenólico, además de un sistema de protección catódica interna de ánodos de sacrificio y externamente corriente impresa.

Se realiza monitoreos anuales de potenciales de protección catódica cuyos resultados en el año 2024 no han sido satisfactorios, con potenciales off inferiores a -500 mv, internamente no sea realizado monitoreo de potenciales de protección catódica.

Se considera que el piso del tanque es el que tiene el principal riesgo de falla, que puede ser causado por corrosión externa e interna.

KPI 3. Localización de la Infraestructura.

El tanque T-93140, se encuentra en el Activo Palo Azul, Bloque 44, Estación Pucuna, se encuentra dentro del área patrimonial de la comuna Huataracu, además por la cercanía al río Coca, en sus márgenes se encuentran centros poblados.

KPI 4. Cuantificación del Riesgo.

El tanque no tiene una Cuantificación del Riesgo, no se tienen datos de probabilidad y consecuencia, determinados bajo una metodología como API 580 – API 581.

La empresa no dispone de un procedimiento que normalice el análisis de riesgo de los tanques, se va a realizar la Cuantificación del Riesgo a través de los KPIs 2 y 3.

KPI 5. Vida de la Infraestructura

El tanque fue reparado en el año 2018, se cambió piso, anillos 1 y 6 y el techo, se instaló protección catódica interna y externa y se adecuo el cubeto para cumplir con las normativas aplicables.

Tabla Nro. 1: Control KPI de 1 al 5

KPI	T-93140	PARAMETROS
1	5	0-1: Capacidad de 1.000 BLS A 5.000 BLS 2-3: Capacidad de 5.000 BLS A 10.000 BLS 4-5: Capacidad mayor a 10.000 BLS
2	5	0-1: Riesgo de corrosión bajo 2-3: Riesgo de corrosión medio 4-5: Riesgo de corrosión alto
3	3	0-1: Consecuencia de falla baja 2-3: Consecuencia de falla media 4-5: Consecuencia de falla alta
4	5	0-1: Riesgo de falla baja 2-3: Riesgo de falla media 4-5: Riesgo de falla alta
5	3	0-1: Vida de 1 a 5 años 2-3: Vida de 5 a 10 años 4-5: Vida mayor a 10 años

3. Corrosión Interna – Modelo (Módulo 6)

KPI 6. Material de Construcción.

Las láminas que conforman el tanque es de material ASTM A36, el cual es validado por el inspector API 653, con un sobre espesor de corrosión permisible, además disponen de recubrimiento interno tricapa, Epoxi-fenólico.

KPI 7. Corrosión Permissible.

El sobre espesor de diseño utilizado en las planchas del tanque es de 0.0625in.

KPI 9 y KPI 10. Perturbaciones aguas arriba y aguas abajo.

El tanque recibe un producto multifásico de los separadores de producción los cuales tienen protecciones de presión, temperatura, nivel, caudal, a marzo de 2025 la producción del campo Pucuna es 9.240 barriles diarios, con un porcentaje de agua del 1%, la estación al no disponer de tanques de agua de formación, el tanque está conectado al sistema de reinyección, a su vez está conectado con el tanque de almacenamiento de crudo, el tanque tiene instalado un sistema de control de nivel y de presión para prevenir eventos no deseados que afecten la integridad del tanque. El fluido almacenado es tratado con un programa de tratamiento químico permanente (inhibidor de corrosión, secuestrantes de oxígeno, y biocidas), enfocados a prevenir que se inicien procesos corrosivos.

KPI 11. Mecanismos de corrosión.

El mecanismo de daño más importante que amenaza al tanque es la corrosión interna localizada en el piso, primer anillo y techo, el nivel del colchón de agua es de 8 ft, por la corrosividad del fluido que se almacena, existen análisis de una muestra del fluido mensuales, en las que se determina que en el fluido existe H₂S. Se controlada con la aplicación de químicos y con el recubrimiento interno del tanque que evita que el agua de formación este en contacto directo con el metal.

KPI 12. Máxima velocidad de corrosión (superficie interna).

Con la inspección realizada en el año 2023, se pudo sacar la velocidad de corrosión, del cuerpo y del techo y se pudo determinar un valor del 32% de pérdida de espesor en el techo (ver tabla. (ver tabla Nro. 2)

Tabla Nro. 2: Espesores mínimos

Área	$t_{\min\text{-req}}$ (mm) (pulg)		$t_{\min\text{-act}}$ (mm) (pulg)		Ubicación $t_{\min\text{-act}}$	% Pérdida de Espesor
Anillo 1	4,80	0,189	8,31	0,327	PL 2 / 4-E	12,57%
Anillo 2	3,98	0,157	5,84	0,230	PL 3 / 1-V	26,05%
Anillo 3	2,87	0,113	5,87	0,231	PL 1 / 4-D	25,73%
Anillo 4	2,54	0,100	5,77	0,227	PL 1 / 4-A	27,02%
Anillo 5	2,54	0,100	5,94	0,234	PL 4 / 4-K	24,76%
Anillo 6	2,54	0,100	5,74	0,226	PL 3 / 4-E	27,34%
Techo	2,29	0,090	4,32	0,170	PL 5 - 2 C	32,00%

KPI 14. Accesorios (superficie interna).

En el año 2018, se cambiaron todos los accesorios del tanque, los accesorios utilizados son validados por el inspector API 653 y cumplen con los requerimientos de las normas aplicables. No se tienen valores ni datos del estado interno de los accesorios.

KPI 39. Velocidad de corrosión interna después de las actividades de mantenimiento.

En la inspección ultrasónica medición de espesores realizada en el año 2023, no se detectó pérdida de espesor severa en las planchas del cuerpo y del techo, esta inspección se realizó con la técnica de barrido continuo, cubriendo todas las áreas accesibles del recipiente. No se tiene registro del estado del piso.

KPI 40. Reducción de la velocidad de corrosión interna después de las actividades de mantenimiento.

No existen registros comparables entre las velocidades de corrosión antes y después de la reparación del 2018, las condiciones operativas también han cambiado de un sistema de inyección power oil a un sistema bombas electros sumergibles.

Tabla Nro. 3: Detalle de KPIs 6, 7, 9, 10, 11, 12, 14, 39, 40

KPI	T-93140	PARÁMETROS
6	1	0-1: Material adecuado con espesor permisible 2-3: Material adecuado sin espesor permisible 4-5: No se conoce el material.
7	1	0-1: Espesor permisible, adecuado 2-3: Espesor permisible inferior al requerido 4-5: No se conoce el espesor permisible.
9	1	0-1: Plan de control aguas arriba implementado 2-3: Plan de control aguas arriba no implementado 4-5: No tiene plan de control
10	5	0-1: Plan de control aguas abajo implementado 2-3: Plan de control aguas abajo no implementado 4-5: No tiene plan de control
11	3	0-1: Se conocen los mecanismos de corrosión 2-3: Poco conocimiento de los mecanismos de corrosión 4-5: No se conocen los mecanismos de corrosión
12	3	0-1: Se conoce la máxima velocidad de corrosión 2-3: Se tienen valores referenciales 4-5: No se dispone de datos
14	5	0-1: Se conoce el estado de la superficie interna 2-3: Se tienen valores referenciales 4-5: No se dispone de datos
39	3	0-1: Se conoce la velocidad de corrosión 2-3: Se tienen valores referenciales 4-5: No se dispone de datos

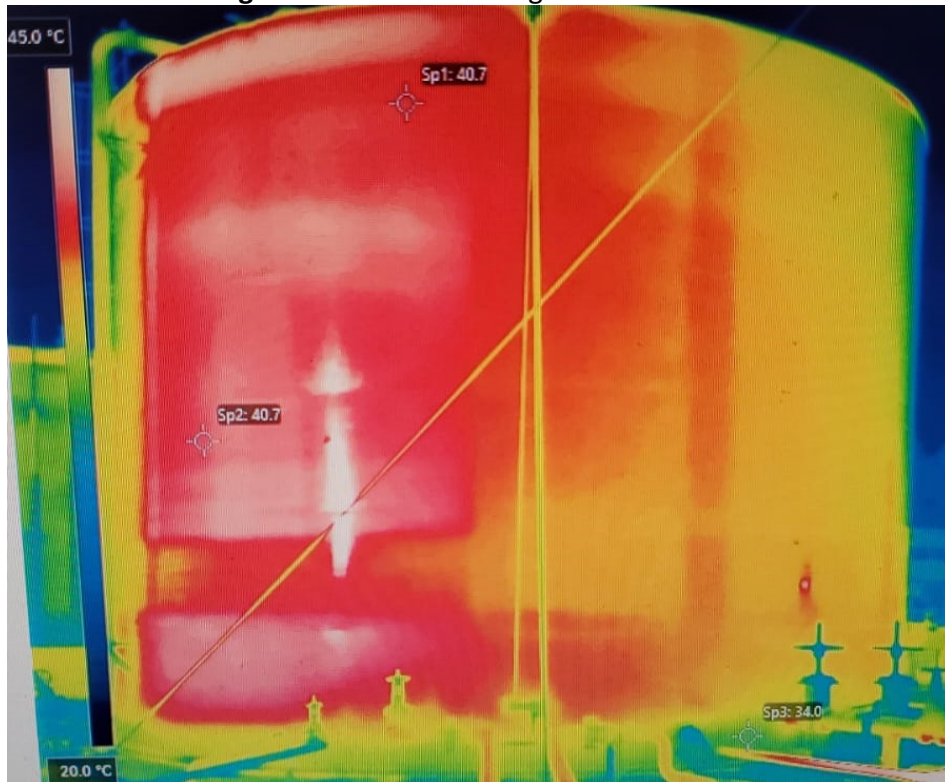
40	3	0-1: Se conoce la reducción de la velocidad de corrosión 2-3: Se tienen valores referenciales 4-5: No se dispone de datos
----	---	---

4. Corrosión Interna – Mitigación

KPI 16. Mitigación para el control de la corrosión interna.

Se cuenta con recubrimiento interno, ánodos de sacrificio Galvotec GA-A-1-20H, y un sobre espesor de seguridad. El análisis del fluido indica la presencia de azufre en un porcentaje de 1.05% M/M (masa), el porcentaje de agua es 0.275%, la cantidad de sedimentos es del 0.006% M/M (masa), mediante termografía se ha determinado la presencia de sedimentos con un volumen aproximado de 50 m³. Se tiene implementado un plan de mantenimiento interno el cual se va a realizar en el año 2030, para realizar limpieza interna e inspección de las estructuras internas.

Imagen Nro.2: Vista termográfica T-93140



KPI 17. Estrategias de mitigación para el control de la corrosión interna.

El tanque es reparado siguiendo las recomendaciones dadas por la norma API 653, los materiales utilizados ASTM A36, es recomendado para este tipo de servicio, además el recubrimiento interno tricapa, Epoxi-fenólico, es el adecuado como método de barrera para disminuir la afectación de los productos corrosivos presentes en la operación.

KPI 18. Velocidad de corrosión interna mitigada.

No se tienen parámetros reales, se tienen valores referenciales del cuerpo y techo tomando como referencia el espesor nominal de las planchas vs la inspección realizada en el año 2023. No se tiene valores del piso.

KPI 19. Eficacia de la mitigación de corrosión interna.

Las mediciones que se realizan nos indican que no existe pérdida de espesor del cuerpo y techo, con lo que se determina la efectividad de las salvaguardas como tratamiento químico, recubrimiento, protección catódica, que buscan disminuir la velocidad de corrosión, se tiene una alta incertidumbre en el estado del piso debido a que no se ha monitoreado el potencial de protección catódica interno y el potencial de protección catódica externo no cumple con lo recomendado por las normas aplicables, lo que se puede ocasionar que existan procesos corrosivos que estén afectando la integridad del tanque.

Tabla Nro. 4: Detalle de KPIs 16 – 17-18-19

KPI	T-93140	PARÁMETROS
16	2	0-1: Cuenta con mitigación en base al diseño en base a las condiciones operativas 2-3: Cuenta con mitigación en base al diseño 4-5: No cuenta con mitigación en base al diseño
17	4	0-1: Mitigación mejorada a las condiciones actuales 2-3: Mitigación implementada a las condiciones actuales 4-5: La mitigación no se realiza de manera adecuada
18	4	0-1: Mitigación basada en una línea base 2-3: Se tienen parámetros, pero no son reales 4-5: Se desconoce la velocidad de corrosión real
19	4	0-1: Se conocen eficiencia de la mitigación de corrosión. 2-3: Se tienen parámetros con alta incertidumbre 4-5: Se desconoce la eficiencia real

5. Corrosión Interna – Monitoreo**KPI 24. Técnicas de monitoreo de corrosión interna.**

Se utiliza como técnica de monitoreo de corrosión interna, la medición de espesores por ultrasonido convencional y por arreglo de fases que ha indicado un perfil de datos que no se ha podido validar con otra técnica de inspección como inspección visual.

KPI 25. Cantidad de probetas de corrosión interna.

En el tanque no se tiene probetas (cupones de corrosión).

KPI 26. Monitoreo de velocidades de corrosión interna.

Con los espesores detectados en la inspección ultrasónica medición de espesores, realizada en el año 2023, en la tabla Nro. 5, se detallan el número de anillo, numero de plancha y el área específica donde se detectaron las áreas con mayor pérdida de espesor, las cuales se va a monitorear cada 2 años.

Para calcular la tasa de corrosión real o a corto plazo, se tomó en cuenta la diferencia del espesor anterior nominal $t_{prev-nom}$ que representa el espesor inicial de operación o espesor nominal con el que fue construido el tanque, y el espesor mínimo actual $t_{min-act}$, a esta diferencia se la relaciona con el tiempo en servicio del tanque, esto en concordancia con las ecuaciones establecidas en API RP 575 numeral 7.2.3.

Para categorizar o clasificar la velocidad de corrosión se tomó en cuenta la tabla 2 de la norma NACE RP0775-2005 (norma para cupones de corrosión), en base a la velocidad de corrosión promedio de cada anillo y techo.

Tabla Nro. 5: Velocidad de corrosión

% Pérdida de Espesor	Ubicación		Tasa de Corrosión (Cr) mm/año	
			Máxima	Promedio
12,57%	Anillo 1	PL 2 / 4-E	0,1194	0,0445
26,05%	Anillo 2	PL 3 / 1-V	0,2058	0,1850
25,73%	Anillo 3	PL 1 / 4-D	0,2033	0,1849
27,02%	Anillo 4	PL 1 / 4-A	0,2134	0,1826
24,76%	Anillo 5	PL 4 / 4-K	0,1956	0,1799
27,34%	Anillo 6	PL 3 / 4-E	0,2160	0,1506
32,00%	Techo	PL 5 - 2 C	0,2352	0,1821

KPI 27. Precisión del monitoreo de corrosión interna.

La precisión del monitoreo de corrosión interna es baja, si bien se tienen datos del cuerpo y techo, no se tienen datos del piso.

KPI 32. Frecuencia de inspección de corrosión interna.

Se tiene implementado plan de inspección interna, está planificado realizar inspección interna para el año 2030. Además, se está realizando medición de espesores en áreas con pérdida de espesor con una frecuencia de dos años.

KPI 33. Comparación entre inspección y monitoreo de corrosión interna.

En el tanque solo se realizan trabajos de inspección con el método de medición de espesores, al no existir otra técnica de inspección o monitoreo de corrosión interna no es posible realizar comparaciones.

Tabla Nro. 6: Detalle de KPIs 24-25-26-27-33

KPI	T-93140	PARÁMETROS
24	4	0-1: Dos o más técnicas de monitoreo complementarias 2-3: Una técnica técnicas de monitoreo, pero efectiva 4-5: No cuenta una técnica técnicas de monitoreo, pero efectiva
25	5	0-1: Probetas ubicadas en todas las zonas críticas y no críticas 2-3: Probetas ubicadas en zonas no críticas 4-5: No se dispone de probetas
26	4	0-1: Tasas de corrosión de dos monitoreos dentro del 10% 2-3: Tasas de corrosión de dos monitoreos dentro del 11% al 25% 4-5: Tasas de corrosión de dos monitoreos mayores al 25% o se desconoce
27	5	0-1: Tasas de corrosión mitigadas de dos monitoreos dentro del 10% 2-3: Tasas de corrosión mitigadas de dos monitoreos dentro del 11% al 25% 4-5: Tasas de corrosión mitigadas de dos monitoreos dentro de > 25% o se desconoce
33	4	0-1: Tasas de corrosión de dos monitoreos dentro del 10% 2-3: Tasas de corrosión de dos monitoreos dentro del 11% al 25% 4-5: Tasas de corrosión de dos monitoreos mayores al 25% o se desconoce

6. Corrosión Externa – Mitigación

KPI 20. Selección de las técnicas de mitigación de la corrosión externa.

La técnica de mitigación de corrosión externa es a través de la protección catódica por corriente impresa implementada en la reparación del tanque, conformada por el rectificador que es la fuente de energía DC, el cual suministra la corriente necesaria para la PC del tanque. El rectificador es de la marca KMT, modular entrada 480 VAC, 60Hz, salida de 50(V)DC / 20(A)DC y 24 (A)DC para dos tanques en paralelo y enfriado por aire NEMA 3R.

KPI 21. Implementación de mitigación para el control de la corrosión externa.

Se ha realizado monitoreo anual de los potenciales de protección catódica, en el año 2025 se registran valores inferiores a los iniciales y no estarían cumpliendo con los potenciales

recomendados por NACE-AMPP Standard SP0193-2016, se está realizando evaluación a través de una empresa externa para determinar la causa raíz, cabe indicar que en el año 2023 se conectó al rectificador un tanque de 15.000 BLS. Como se muestra en la Tabla Nro 7, existe una alta variación entre los valores medidos en el año 2018 con los valores del año 2025.

Tabla Nro. 7: Valores PC 2018 vs 2025

Ítem	Punto de Prueba		Valores 2018 Potencial (-mV Cu/CuSO4)		Valores 2025 Potencial (-mV Cu/CuSO4)	
			ON	OFF	ON	OFF
1	Celda de Referencia 1	Estructura	-1400	-951	-455	-331
2	Celda de Referencia 2	Estructura	-1360	-880	-1793	-182
3	Celda de Referencia 3	Estructura	-1520	-920	-1289	-255
4	Punto de prueba - Anillo de concreto.		-1340	-860	-544	-458

KPI 22. Corrosión externa mitigada esperada.

Los valores del potencial negativo deberían cumplir con por lo menos uno de los criterios recomendados por NACE-AMPP, se espera una vida útil estimada de 20 años, sin embargo, al no tener el potencial de protección mínimo requerido la velocidad de corrosión se podría incrementar.

KPI 23. Eficacia de la mitigación de la corrosión externa.

El sistema de protección catódica por corriente impresa implementada en la reparación del año 2018, ha presentado inconvenientes, se está trabajando a través de una empresa externa, para reparar y/o recalibrar todo el sistema.

Tabla Nro. 8: Detalle de KPIs 20-21-22-23

KPI	T-93140	PARÁMETROS
20	1	0-1: Estrategias de mitigación óptimas consideradas desde la etapa de diseño 2-3: Estrategias de mitigación adecuadas basadas en el conocimiento actual 4-5: Estrategias de mitigación basadas empíricamente
21	2	0-1: Control de la corrosión y línea de base desde el primer año 2-3: Control de la corrosión desde el primer año, pero no desde la línea de base 4-5: Se implementó el control de la corrosión, pero se desconoce la línea de base

22	4	0-1: Tasa de corrosión mitigada basada en la línea de base 2-3: No hay base para la selección de la tasa de corrosión mitigada 4-5: Tasa de corrosión mitigada desconocida
23	5	0-1: 99% Disponibilidad de prácticas de mitigación 2-3: 95-99% Disponibilidad de prácticas de mitigación 4-5: Menos del 95% de disponibilidad de prácticas de mitigación

7. Corrosión Externa – Modelo

KPI 6. Material de construcción.

Las láminas que conforman el tanque es de material ASTM A36, el cual es validado por el inspector API 653, con un sobre espesor de corrosión permisible, además disponen de recubrimiento tricapa, Anticorrosivo, barrera epóxica y esmalte de poliuretano.

KPI 7. Corrosión permitida.

El sobre espesor de diseño utilizado en las planchas del tanque es de 0.0625in.

KPI 9 y KPI 10. Perturbaciones aguas arriba y aguas abajo.

Las perturbaciones aguas arriba y abajo no influyen en la corrosión externa que puede afectar al tanque.

KPI 11. Mecanismos de corrosión.

El principal mecanismo de corrosión, es la corrosión localizada que puede producirse en la parte externa de las planchas del tanque, cuando se da una falla en el recubrimiento y está en contacto con un electrolito, en el caso del piso la protección catódica no está alcanzando potenciales de polarización mínimos requeridos lo que favorece que se inicien procesos corrosivos en la base del tanque. Se tiene implementado un plan de inspección visual semestral, en donde no sea encontrado áreas con corrosión externa.

KPI 13. Velocidad máxima de corrosión (superficie externa).

En Petroecuador no existe un procedimiento que delimite valores mínimos ni máximos de velocidad de corrosión externa en tanques. Al no tener acceso al piso, no se tienen valores para analizar y se siguen las recomendaciones dadas por la norma API 653.

KPI 14. Accesorios.

Los accesorios del tanque, se encuentran protegidos por recubrimiento externo, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento de reparación validado por el inspector API 653. En las inspecciones semestrales no se ha detectado deterioro por corrosión externa.

KPI 41. Velocidad de corrosión externa después de las actividades de mantenimiento.

No se puede determinar valores.

KPI 42. Reducción de la velocidad de corrosión después de las actividades de mantenimiento.

No se puede determinar valores.

Tabla Nro. 9: Detalle de KPIs 6-7-10-11-13-14-41-42

KPI	T-93140	PARÁMETROS
6 EC	1	0-1: Selección del material basado en el control de la corrosión 2-3: Material adecuado para el control de la corrosión 4-5: Material estándar no pensado para el control de la corrosión
7EC	1	0-1: Sobre espesor adecuado para el control corrosión 2-3: Sobre espesor insuficiente para el control de la corrosión 4-5: No se considera sobre espesor para el control de la corrosión
9 EC	0	0-1: Plan de control aguas arriba implementado 2-3: Plan de control aguas arriba no implementado 4-5: No tiene plan de control
10 EC	0	0-1: Plan de control aguas abajo implementado 2-3: Plan de control aguas abajo no implementado 4-5: No tiene plan de control
11 EC	2	0-1: Conocimiento adecuado de los mecanismos de corrosión 2-3: Pocos conocimientos sobre los mecanismos de corrosión 4-5: Ningún conocimiento sobre los mecanismos de corrosión
13	0	0-1: Velocidad de corrosión según el modelo 2-3: velocidad de corrosión mayor que el modelo 4-5: Tasa de corrosión desconocida
14 EC	1	0-1: Inspector API 653 involucrado en algunas etapas 2-3: Inspector API 653 involucrado en algunas etapas 4-5: Inspector API 653 no involucrado
41	0	0-1: Se reduce la tasa de corrosión después de las actividades de mantenimiento 2-3: No reduce la tasa de corrosión después de las actividades de mantenimiento 4-5: Se desconoce la tasa de corrosión después de las actividades de mantenimiento
42	0	0-1: Tasa de corrosión dentro del 10% de lo esperado 2-3: Tasa de corrosión inferior al 10% de lo esperado 4-5: La tasa de corrosión es más del 10% de lo esperado

8. Corrosión Externa

KPI 28. Técnicas de monitoreo de corrosión externa.

Para el monitoreo de inspección externa se lo realiza, de acuerdo con lo establecido en el numeral 6.3.2.1 de la norma API 653, que especifica que la frecuencia de la inspección debe ser de 5 años o RCA/4N años (donde RCA es la diferencia entre el espesor medido en el cuerpo

y el mínimo espesor requerido en milímetros, N es la velocidad de corrosión en mm/año) el que sea menor de los dos valores.

Tabla Nro. 10: Inspección visual T-93140

2.1 BASE O ANILLO DE CONCRETO				2.5 ACCESORIOS DEL CUERPO DEL TANQUE			
	SI	NO	N/A		SI	NO	N/A
a. Base en buen estado sin roturas ni grietas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	a. Válvulas, bridas, venteos, etc. operativos y sin corrosión	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Base libre de socavaciones o vegetación	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	b. Hermeticidad de bridas, manholes, válvulas, etc.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. Base libre de acumulación de agua lluvia	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	c. Aislamiento térmico en buen estado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
d. Sello adecuado entre pestaña de fondo y Base	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	d. Sistema de descarga a tierra conectado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.2 CUBETO Y DIQUE				2.6 SISTEMAS DE MEDICIÓN O AFORO			
			N/A		SI	NO	N/A
a. Drenaje del cubeto con inclinación correcta	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	a. Boca, pestaña y tubo de aforo en buen estado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Válvulas y rejillas de drenaje, operativas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	b. Sistemas de medición automática en buen estado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. Área libre de basura y material inflamable	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	c. Altura referencial concuerda con tablas de calibración	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. Impermeabilización de cubeto en buen estado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	d. Sensores de nivel y temperatura en buen estado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. Gradas y accesos al cubeto en buen estado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	e. Sistemas de medición de nivel en buen estado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f. Rampa de acceso vehicular	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2.7 TECHOS/PLATAFORMAS SUPERIORES			
g. Correcta protección de cables eléctricos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		SI	NO	N/A
h. Tuberías de entrara y salida, soportadas y pintadas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	a. Libres de corrosión y bien pintados	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i. Paredes de cubeto libres de roturas y fisuras	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	b. Drenajes en buen estado y sin obstrucciones	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
j. Luminarias operativas y en buen estado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	c. Sello mecánico techo - tanque en buen estado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
k. Capa de ripio protectora sobre el piso del cubeto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	d. Techo libre de acumulación de agua	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
l. Sello entre cubeto y tuberías sin filtraciones	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	e. Cordones de soldadura en buen estado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.3 SISTEMA CONTRA INCENDIOS (SCI)				f. Pernos, espárragos, tuercas completos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	SI	NO	N/A	g. Techo libre de deformaciones visibles	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
a. Componentes Operativos (bombas y válvulas)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	h. Plataforma superior y pasamanos en buen estado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Sistema Cardox operativo y en buen estado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
c. Líneas del SCI empaquetadas (presurizadas)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
d. Espuma extintora vigente	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
e. Tanque de agua del SCI lleno y en buen estado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
f. Integridad y funcionamiento de accesorios	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
2.4 CUERPO DEL TANQUE					SI	NO	N/A
	SI	NO	N/A				

a.	Recubrimiento en buen estado y sin corrosión	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b.	Código, capacidad y producto pintados en cuerpo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c.	Escaleras de acceso seguras y en buen estado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d.	Cordones de soldadura en buen estado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e.	Bridas, válvulas y demás accesorios sin fugas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f.	Agitadores, manholes y bocas en buen estado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g.	Cuerpo del tanque sin deformaciones visibles	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h.	Tanque sin asentamiento o inclinación visible	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2.8 ACCESORIOS DE TECHO/PLATAFORMA		SI	NO	N/A
a.	Accesorios en buen estado, sin corrosión y completos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b.	Aislamiento térmico en buen estado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
c.	Escalera basculante en buen estado (Techo Flotante)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d.	Venteos y alivios de presión operativos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e.	Drenajes emergentes en techo flotante en buen estado y operativos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
f.	Pontones en buen estado (Techo Flotante)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

KPI 29. Cantidad de puntos de monitoreo de corrosión externa por unidad de área.

No se tiene puntos de monitoreo de corrosión externa, el recubrimiento del tanque está en buen estado, no se observan áreas con corrosión. El piso esta expuesto a agentes corrosivos no se tiene acceso para colocar puntos de monitoreo, no se puede analizar este KPI.

KPI 30. Velocidad de corrosión externa de monitoreo.

La velocidad de corrosión externa es monitoreada mediante inspección visual, utilizando galgas digitales, no se tiene datos, no se puede analizar este KPI.

KPI 31. Precisión del monitoreo de corrosión externa.

Se realiza inspección visual, siguiendo las recomendaciones de la norma API 653, con personal técnico certificado e instrumentos calibrados, al no tener acceso al piso los datos son imprecisos.

KPI 32. Frecuencia de inspección de corrosión externa.

La frecuencia de inspección de corrosión externa del cuerpo y techo es semestral, la frecuencia para la inspección en el piso del es 10 años

KPI 34. Comparación entre la inspección y monitoreo de corrosión externa.

No se han realizado la comparación entre la inspección y monitoreo de corrosión externa, no se puede analizar este KPI.

Tabla Nro. 11: Detalle de KPIs 28, 29, 30, 31, 32, 34

KPI	T-93140	PARAMETROS
28	2	0-1: Dos o más técnicas complementarias de monitoreo 2-3: Una técnica de monitoreo 4-5: No tiene técnicas de monitoreo

29	0	0-1: Puntos de monitoreo en áreas críticas 2-3: Puntos de monitoreo fuera de áreas críticas 4-5: No se tienen puntos de monitoreo
30	0	0-1: Tasas de corrosión de dos monitoreos inferior al 10% 2-3: Tasas de corrosión de dos monitoreos entre el 11% - 25% 4-5: Tasas de corrosión de dos monitoreos superior al 25%
31	0	0-1: Mitigación de la tasas de corrosión de dos monitoreos inferior al 10% 2-3: Mitigación de la tasas de corrosión de dos monitoreos entre el 11% - 25% 4-5: Mitigación de la tasas de corrosión de dos monitoreos superior al 25%
32	2	0-1: Frecuencia de la inspección establecida por RBI 2-3: Frecuencia de la inspección establecida por API 653 4-5: Frecuencia de la inspección establecida empíricamente
34	0	0-1: Tasas de corrosión del monitoreo e inspección inferior al 10% 2-3: Tasas de corrosión del monitoreo e inspección entre el 11% - 25% 4-5: Tasas de corrosión del monitoreo e inspección superior al 25%

9. Mediciones

KPI 35. Mediciones.

Sea realizado mediciones de espesor del cuerpo y del techo, lo cual nos dan valores que pueden darnos una trazabilidad en tiempo sobre cómo está avanzando la corrosión interna. Del piso no se tienen valores, externamente el recipiente no presenta corrosión externa, no se tiene acceso a la cara externa del piso, por lo cual no se tiene mediciones para realizar análisis.

KPI 36. Validación de los datos de mediciones.

Los datos registrados fueron analizados según la norma API 653, para la inspección externa numeral 6.3.2.1 y para el monitoreo interno cuando la velocidad de corrosión no es conocida, se debe realizar la medición de espesores en cuerpo y techo cada 5 años, cuando la velocidad de corrosión se conoce, el máximo intervalo para realizar medición de espesores debe ser el menor entre $RCA/2N$ y 15 años de acuerdo con el numeral 6.3.3.2.

Tabla Nro. 12: Detalle de KPIs 35 y 36

KPI	T-93140	PARAMETROS
-----	---------	------------

35	4	0-1: Todos los datos relacionados a corrosión están disponibles y utilizables 2-3: Todos los datos relacionados a corrosión están disponibles, pero no utilizables 4-5: No se dispone de datos relacionados a corrosión
36	3	0-1: Datos validados según procedimiento 2-3: Datos no validados según procedimiento 4-5: Datos no validados según procedimiento ni utilizados para determinar rata de corrosión

10. Mantenimiento

KPI 8. Condiciones normales de operación.

El tanque está operando de acuerdo a su diseño, las condiciones normales de operación son estables, cuenta con un sistema de que establece criterios de operación y control para la optimización del sistema.

Para el monitoreo de niveles en el tanque de lavado T-93140 se instalaron tres indicadores de nivel con tag LI-PNP-T93140-1, LI-PNP-T93140-2, LI-PNP-T93140-3, Cada indicador de nivel para facilitar una correcta medición y operación durante el llenado y vaciado del tanque los indicadores de nivel están instalados según el detalle a continuación (plano 44OS143717-PNP-66-003). Primer indicador entre el primer al tercer anillo. Segundo indicador entre el tercer y quinto anillo. Tercer indicador entre el cuarto y sexto anillo.

Este sistema de monitoreo de los parámetros operativos del Tanque de Lavado T-93140, también incluye un indicador de temperatura instalado en el primer anillo, para poder determinar la temperatura interna del tanque.

Se instalaron dos transmisores para el monitoreo desde la sala de operación desde el sistema SCADA.

KPI 15. Comisionamiento.

El tanque T-93140, de acuerdo al dossier de calidad fue reparado siguiendo las recomendaciones dadas por la norma API 653 5th Ed., los trabajos fueron recibidos a satisfacción por técnicos certificados y se procedió a realizar el estampe de reparación, como se puede observar en la fotografía Nro. 5.

RECONSTRUIDO POR API 653 5th Ed.					
PROPIETARIO			PETROAMAZONAS E.P.		
Reconstruido por			PANAMERICAN ENGINEERING PANAPENSA S.A.		
Fecha Finalización			29-12-2018	Norma Original	Desconocida
Numero de Serie				Fecha Construc.	Desconocido
				Norma Vigente	API 650 12th Ed.
				Apéndice	U
				TAG	T-93140
Anillo	Esfuerzo	Material	Diámetro	50' 0"	
Cuerpo	Admisible		Altura	36' 2"	
1	36000 Psi	ASTM - 36	Gravedad	1.05	
2	30000 Psi	Desconocido	Presión Operación	4.9	"H2O
3	30000 Psi	Desconocido	Vacío Operación	-1	"H2O
4	30000 Psi	Desconocido	Nivel Máximo	35' 2"	
5	30000 Psi	Desconocido	Capacidad	12500	BLS
6	36000 Psi	ASTM - 36	Max Temp	131	°F

Fotografía Nro. 5: Placa Reparación API 653

KPI 37. Procedimiento para el cronograma de mantenimiento.

No se dispone de un procedimiento específico para establecer el cronograma de mantenimiento, por lo que las inspecciones se realizan en base al tiempo de la reparación y siguiendo las recomendaciones de la norma API 653. La severidad de la corrosión estimada durante la última inspección también se considera para la planificación de las inspecciones

KPI 38. Actividades de mantenimiento.

Existen actividades de mantenimiento que están planificadas, para el año 2030, siguiendo las recomendaciones dadas en la última inspección, entre estas actividades sea considerado, limpieza interna, cambio de ánodos de sacrificio, reparación de recubrimiento, reparación de estructuras internas.

El mantenimiento del rectificador de protección catódica está retrasado en espera de servicio de un proveedor externo.

Está retrasado el mantenimiento del rectificador a espera de servicio externo.

KPI 43. Capacidad de la fuerza laboral.

No se tiene personal técnico suficiente, se dispone de un técnico con lo cual no se cubre adecuadamente con los mantenimientos para el control y la mitigación de las corrosión interna y externa.

KPI 44. Experiencia y conocimiento de la fuerza laboral.

El personal tiene más de 5 años de experiencia trabajando en el área de integridad mecánica, pero el 90% de los trabajos son relacionados a ensayos no destructivos

específicamente medición de espesores, para lo cual el personal tiene certificaciones en ultrasonido convencional niveles II ASNT TC 1A, también se realizan trabajos de protección catódica y recubrimientos, pero los técnicos no tienen certificación certificaciones en protección catódica o inspección de recubrimientos.

KPI 45. Información para la base de datos.

No se dispone de un plan estructurado de control de la corrosión, que permita la recolección para tener un registro adecuado y crear una base de datos. La información disponible es muy escasa y se almacena de manera manual.

KPI 46. Información de la base de datos.

Se tiene información del espesor de las paredes del cuerpo y techo, con lo cual se Ha establecido una frecuencia de inspección, la estructura del tanque que está expuesta al ambiente no presenta afectación por corrosión, se desconoce el estado del piso.

Tabla Nro. 13: Detalle de KPIs 8-15-37-38-43-44-45-46

KPI	T-93140	PARÁMETROS
8	1	0-1: Condiciones de funcionamiento dentro del rango 2-3: 10% Fuera de las condiciones de funcionamiento adecuadas 4-5: Condiciones frecuentes de funcionamiento inadecuadas
15	3	0-1: Puesta en marcha adecuada y establecimiento de la línea de base 2-3: Puesta en marcha adecuada, pero no se ha establecido una línea de base 4-5: Puesta en marcha incorrecta
37	3	0-1: Procedimiento de mantenimiento preventivo basado en riesgo API 580 -581 2-3: Mantenimiento preventivo basado sin considerar el riesgo 4-5: Mantenimiento correctivo
38	4	0-1: Personal suficiente y con la formación adecuada para el control de la corrosión 2-3: Personal suficiente y con la formación inadecuada para el control de la corrosión 4-5: Personal insuficiente y con la formación inadecuada para el control de la corrosión
43	4	0-1: Todos los datos relacionados a corrosión están disponibles y utilizables 2-3: Todos los datos relacionados a corrosión están disponibles pero no utilizables 4-5: No se dispone de datos relacionados a corrosión

44	3	0-1: Todo el personal tiene más de cinco años de experiencia con certificaciones AMPP-ASNT 2-3: Todo el personal tiene al menos de cinco años de experiencia sin certificaciones AMPP-ASNT 4-5: Experiencia desconocida del personal de corrosión
45	3	0-1: Recopilación y almacenamiento automáticos de datos de corrosión 2-3: Datos medidos y almacenados manualmente 4-5: No se almacenan datos medidos
46	3	0-1: Datos verificados, almacenados y utilizados de forma proactiva 2-3: Datos verificados y almacenados, pero no utilizados de forma proactiva 4-5: Gestión inadecuada de los datos

11. Gerenciamiento

KPI 47. Estrategia de comunicación interna.

No existen indicadores de cumplimiento de inspección o mantenimiento de tanques, sobre específicamente en lo referente al mantenimiento interno, que es crítico ya que no se puede realizar por restricciones de liberación del tanque durante la operación.

KPI 48. Estrategia de comunicación externa.

Existe un área de comunicación externa pero no es usual que se relacione con el área de corrosión.

KPI 49. Revisión del gerenciamiento de la información.

No está vinculada a la información de corrosión en la operación, no se realiza revisión de gerenciamiento de la información.

KPI 50. Frecuencia de falla.

Se Ha registrado una falla por corrosión en el piso del tanque.

Tabla Nro. 14: Detalle de KPIs 47-48-49-50

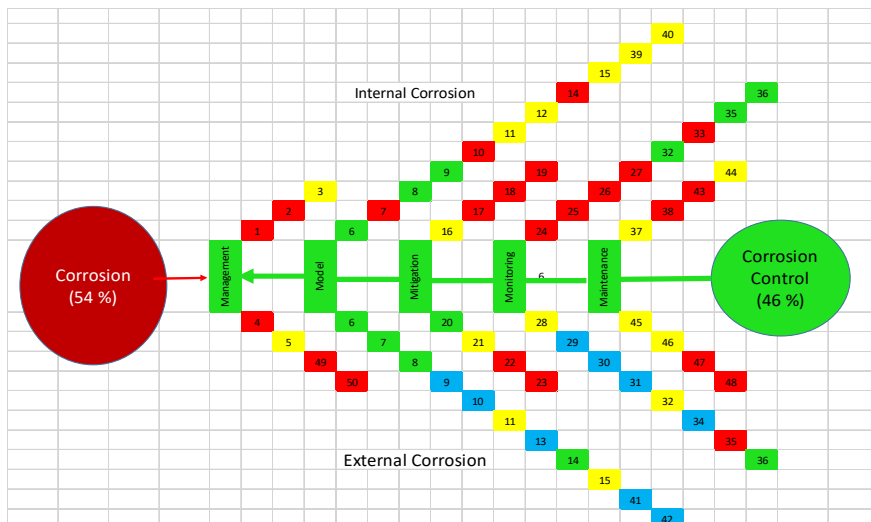
KPI	T-93140	PARÁMETROS
47	4	0-1: Comunicación interna adecuada 2-3: Algo de comunicación interna 4-5: Comunicaciones internas inadecuadas
48	4	0-1: Comunicación interna adecuada 2-3: Algo de comunicación interna 4-5: Comunicaciones internas inadecuadas

49	5	0-1: Revisión anual de KPIs 2-3: Revisión de KPIs cada 2-5 años 4-5: Cronograma no establecido para la revisión de KPIs
50	3	0-1: Cero fallos del equipo 2-3: Un fallo del equipo 4-5: Mas de un fallo del equipo

12. Resumen del Estatus de los KPIs y Estatus de la Infraestructura

Como resumen tenemos que el tanque T-93140 tiene un estatus de corrosión del 54% y un control de la corrosión del 46%, lo que nos indica que el equipo está expuesto a procesos corrosivos.

Estos valores también nos indica que tenemos que realizar a corto plazo actividades para controlar la corrosión de mejor manera y el tanque no tenga una falla catastrófica.



13. Conclusiones

Al aplicar los indicadores de desempeño KPIs, se determina que se controla la corrosión en un porcentaje del 46% y un 56% está expuesto a la corrosión, se identifican oportunidades de mejora para el control de la corrosión que deben ser implementadas en los planes de mantenimiento, como las siguientes:

- Ensayos no destructivos incluido inspecciones visuales: Se puede mejorar mediante la instalación de sensores en puntos críticos. Estos sensores pueden interactuar con sistemas de monitoreo en tiempo real que ayudarían a establecer velocidades de corrosión, vida útil estimada, entre otros.

- Protección Catódica: El nuevo sistema instalado en 2018 tiene problemas, por lo que se sugiere una reparación y / o recalibración del sistema. Adicional se sugiere la instalación de un sistema de monitoreo de potencial de la protección catódica interna del tanque que es crítico para saber el nivel de polarización de las superficies internas incluido el fondo del tanque.
- Protección Catódica, si bien el sistema se instaló en el 2018, a la fecha está presentando problemas, se debe potenciar todo el sistema para que no vuelva a ocurrir, además se debe complementar el monitoreo externo con un monitoreo interno, dado que existe un antecedente de falla del piso caudado por corrosión.
- Procedimientos Internos: La empresa carece de normativa interna directamente aplicable al control de la corrosión de tanques, por lo que se recomienda que se creen este tipo de procedimientos - normas para facilitar su implementación y optimizar los recursos existentes
- Comunicación: Existe una inadecuada comunicación entre los departamentos en el campo, sin embargo, la comunicación hacia las gerencias en Quito es deficiente. Se sugiere mejorar estos canales de comunicación posiblemente utilizando herramientas como el software de Mantenimiento Máximo Oil & Gas.
- Personal: Se tiene personal insuficiente, además se requiere de un programa de capacitación continua para un mejor control de la corrosión

14. Referencias

- T-93140-06032017-PUCUNA INFORME INSPECCIÓN ULTRASÓNICA Y VISUAL TANQUE LAVADO-OT170578487-V1R1-REPORTE AUDITORIA
- B44-PCN-07232017-INFORME INSPECCIÓN TÉCNICA TANQUE LAVADO T 93140-OT-170704189-V1R1-REPORTE AUDITORIA
- T-93140-05222017-INSPECCION VISUAL INTERNA TANQUE DE LAVADO T-93140-OT170455268-V1R1-REPORTE AUDITORIA
- FILOSOFÍA DE OPERACIÓN TANQUE T-93140
- FR-IT-ME-TV-02-009-23_TANQUE LAVADO T-93140 RV01
- ANÁLISIS QUÍMICO 250311-ZPF-072-2025-JA
- DOSSIER DE CALIDAD T-93140
- NORMA API 653