

¿Es posible optimizar la frecuencia de evaluación y recálculo del estado de salud en líneas fuera de malla integrando analítica digital y criterios normativos de gestión de condición y riesgo?

Johanna M. Ditta, Leidy F. Ardila, Jordy Gómez, Claudia Bustamante.

Oficinas 25 de Agosto Refinería Barrancabermeja

E.mail: Johanna.ditta@ecopetrol.com.co

Barrancabermeja, Colombia

Resumen

Las líneas fuera de malla (oleoductos, poliductos y gasoductos) concentran amenazas relevantes de integridad y suelen gestionarse con frecuencias de evaluación fijas que no reflejan su condición real. Este trabajo desarrolla y aplica una metodología estandarizada para el cálculo y recálculo dinámico del estado de salud, integrando criterios normativos (API 1160[1], ASME B31.G Mod[3], ASME PCC-2[4], NACE SP0775[5] y SP0206[6]), un índice continuo bajado en lógica RBI coherente con API 1160/API 581[2] aplicada mediante juicio experto estructurado, y analítica digital (Power BI®) enlazada a un sistema CMMS/CBM (SAP). El método clasifica el estado de salud en cinco niveles con semaforización y reglas de decisión, y ajusta la frecuencia de recálculo desde evaluación inmediata hasta 60 meses según condición y riesgo residual. La aplicación en 2.108 líneas analizadas entre 2023 y 2026 evidenció una mejor priorización de recursos, reducción del backlog crítico y una disminución estimada de la exposición al riesgo por reducción del tiempo de permanencia en estados críticos. El enfoque fortalece la gestión de activos en infraestructuras no instrumentadas al habilitar decisiones trazables basadas en condición y riesgo.

Introducción

La gestión de activos físicos en transporte y producción de hidrocarburos enfrenta una tensión permanente entre confiabilidad, seguridad de procesos y eficiencia en la asignación de recursos. En este contexto, las líneas fuera de malla (oleoductos, poliductos y gasoductos secundarios; en tramos aéreos y enterrados) son activos críticos por su dispersión geográficamente, su heterogeneidad de amenazas, entre otros. La experiencia operativa reciente en el operador analizado incluye eventos de falla reales por pérdida de espesor (fugas), lo que refuerza la necesidad de controlar la exposición al riesgo.

El desafío central no es solo “diagnosticar” la condición, sino convertirla en decisiones consistentes: priorización, definición de intervención, y definición de la frecuencia con la que se debe reevaluar el estado de salud para asegurar que el riesgo residual permanezca

dentro de los límites de riesgo organizacional. Este trabajo plantea que una frecuencia fija de evaluación es ineficiente para infraestructuras con variabilidad alta de mecanismos de daño, porque ignora el gradiente de severidad y la dinámica del deterioro.

Las líneas fuera de malla tienden a presentar brechas de información con respecto a inspecciones y trazabilidad limitada de reparaciones, alta diversidad de anomalías y mecanismos de daño: corrosión interna, corrosión externa, amenazas geotécnicas y daños por terceros, entre otros que afectan la integridad de la línea. Estas amenazas impactan la probabilidad de falla y el nivel de consecuencia; por tanto, demandan una gestión por riesgo. En la práctica, cuando la frecuencia de evaluación no se adapta a la condición, se generan dos fallas de gestión típicas: a) Sobre-evaluación de activos sanos (sobrecosto y saturación de backlog de análisis). b) Sub-evaluación de

activos deteriorados (incremento del tiempo de exposición al riesgo, y potencial de eventos no deseados). El resultado es una planificación de mantenimiento que pierde eficacia, incrementa la subjetividad técnica y reduce la capacidad de demostrar cumplimiento con buenas prácticas de ingeniería reconocidas (RAGAGEP).

Relevancia de la condición y el riesgo en tubería con baja instrumentación

En activos con baja instrumentación, el “estado de salud” debe operar como un indicador integrador capaz de traducir señales parciales (END puntuales, inspecciones visuales, datos operativos históricos, evidencias indirectas) en un diagnóstico accionable. Desde la perspectiva de gestión de activos, el valor del indicador está en su capacidad de: priorizar *dónde intervenir primero*, definir *cuándo intervenir*, definir *qué tipo de intervención aplicar* y definir *cuándo reevaluar* para evitar nuevamente riesgo residual.

Por ello, la condición debe integrarse con riesgo: la condición representa el “estado” del deterioro; el riesgo expresa el impacto de ese deterioro bajo operación. Por lo tanto, la norma API 1160[1] enfatiza el uso de información técnica y operativa para la toma de decisiones basada en riesgo, y la norma API 581[2] aplicada mediante juicio experto estructurado. Sin embargo, en líneas fuera de malla se requiere una adaptación práctica: un índice continuo simplificado.

Necesidad de una metodología estandarizada que integre analítica digital y criterios normativos para el cálculo y recálculo del estado de salud

Para gestionar activos, la metodología debe ser estandarizada, con trazabilidad de decisiones, y automatización parcial. La analítica digital habilita esa escala al integrar fuentes de datos, mostrar tendencias, y activar alertas/avisos en la herramienta de gestión de activos (SAP/CBM).

La necesidad específica abordada por este trabajo es la optimización de la frecuencia de evaluación y recálculo del estado de salud. Que propone un recálculo dinámico, el cual depende del nivel de salud y del riesgo residual, en lugar de usar una periodicidad fija. Esto permite enfocar recursos en reducir el tiempo de permanencia de los activos en estados críticos y, en paralelo, mantener controlado los activos en estados estables mediante seguimiento y recálculo oportuno.

El alcance del estudio comprende líneas fuera de malla de oleoducto, poliducto y gasoducto, con diámetros variados, fabricadas en aceros al carbono, en configuraciones aéreas y enterradas. El análisis cubre el periodo 2023 - 2026 e incluye un total de 2.108 líneas evaluadas. Las amenazas dominantes consideradas corresponden a corrosión interna, corrosión externa, afectaciones geotécnicas, por su impacto en el deterioro, el riesgo residual y la priorización de intervenciones.

El aporte técnico del estudio consiste en la consolidación de un modelo estandarizado de estado de salud para líneas fuera de malla, estructurado en cinco niveles con semaforización por umbrales y definiciones operativas que facilitan su aplicación consistente en gestión de activos. Finalmente, la metodología se habilita mediante una integración digital entre Power BI® y SAP ERP ECC HEC, asegurando trazabilidad del diagnóstico y su gestión a través de indicadores clave, análisis de tendencia, criticidad y control del backlog por condición.

Metodología

La metodología propuesta combina un flujo técnico de integridad con una lógica de decisión orientada a gestión de activos. Se estructura en fases, criterios normativos, clasificación del estado de salud, parámetros de cálculo y recálculo, determinación de frecuencia óptima y retroalimentación post-falla.

Diseño conceptual del proceso de evaluación

El proceso se organiza en cinco fases (planificación, inspección, análisis, diagnóstico y actualización digital), diseñadas para convertir datos heterogéneos en decisiones trazables, como se muestra en la figura 1.

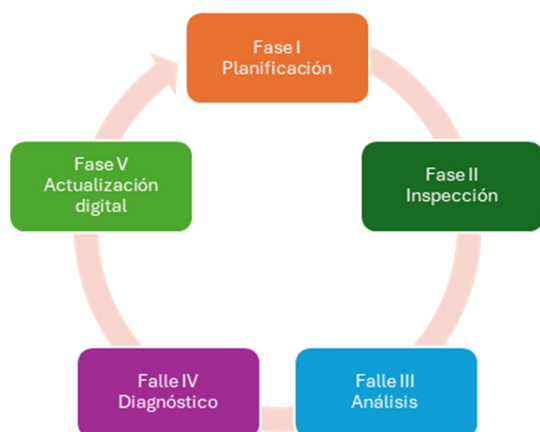


Figura 1. Ciclo del procesamiento de datos para la toma de decisiones.

Fase I. Planificación

- Consolidación del inventario de líneas fuera de malla.
- Definición de alcance, amenazas dominantes y criticidad preliminar.
- Selección del plan referencial de integridad (enfoque API 1160[1]).

Resultados esperados de la fase I, son el listado de líneas priorizadas por criticidad/riesgo para evaluación y programa de inspección por ensayos no destructivos.

Fase II. Inspección

- Inspección visual del derecho de vía.
- END según aplicabilidad (UT A/B Scan, MFL, EMAT, ondas guiadas, etc.).

- Captura de variables de corrosión interna/externa (cupones, fluidos, suelos, protección catódica).

Resultados esperados de la fase II, es el reporte de inspección; localización de anomalías; tasas de corrosión/indicadores indirectos.

Fase III. Análisis

- Identificación de mecanismos de daño y amenazas.
- Cálculo de severidad de anomalías (p.ej., evaluación tipo ASME B31.G Mod.[3]).
- Integración de evidencia operativa e histórica (fallas, reparaciones, condiciones de proceso).

En esta fase se organiza y estandariza la información de cada línea para que sea comparable. Asignando criticidad técnica preliminar, considerando la condición observada y el impacto potencial. Finalmente, se calcula una probabilidad de falla aproximada basada en señales disponibles. Estos tres elementos permiten calcular el índice de salud y priorizar las líneas por riesgo.

Fase IV. Diagnóstico

- Asignación del índice continuo (0–100) y del estado de salud.
- Definición de acciones (CBM, IPMP, inspección) y ventana de intervención.
- Definición de la frecuencia de recálculo según estado y riesgo residual.

Resultados esperados de la fase IV: ficha técnica por línea; recomendaciones de mantenimiento; priorización; próxima fecha de recálculo.

Fase 5. Actualización digital

- Cargue/actualización en Power BI® (tableros e indicadores).
- Registro en SAP ERP ECC HEC (avisos CBM, planes, backlog).
- Seguimiento a KPIs y retroalimentación.

Los entregables de la metodología se materializan en dashboards analíticos, trazabilidad completa en SAP PM/CBM, y en mecanismos de control del backlog por condición, que permiten gestionar la cantidad y antigüedad de intervenciones pendientes en estados Alerta y Emergencia. Adicionalmente, se incorpora el control del cumplimiento mediante indicadores de Acuerdos de Nivel de Servicio (SLA) por estado, asegurando que las acciones definidas se ejecuten dentro de las ventanas de intervención definidas por el modelo y los criterios técnicos de gestión, reduciendo el tiempo de exposición al riesgo.

Criterios normativos y técnicos aplicados

La metodología integra normas y prácticas para asegurar consistencia técnica y alineación con RAGAGEP:

- API RP 1160[1]: marco de gestión de integridad basado en riesgo, identificación de amenazas, priorización, control y mejora continua.
- API 581[2]: fundamentos de cuantificación de riesgo (RBI) usados como referencia para juicio experto estructurado.
- ASME B31.G Modificado[3]: evaluación de pérdida de espesor y resistencia remanente para priorizar intervención.
- ASME PCC-2[4]: selección de métodos de reparación y criterios de ejecución.
- NACE SP0775[5]: preparación e interpretación de cupones de corrosión (corrosión interna).
- NACE SP0206[6]: metodología ICDA para gas normalmente seco (cuando aplique).
- ISO 55000[7]: principios de gestión de activos (valor, alineación, liderazgo, aseguramiento, mejora).

Clasificación del estado de salud

El estado de salud se expresa en un índice continuo de 0 a 100 y se categoriza en cinco niveles, con semaforización por umbrales y definiciones operativas orientadas a gestión como se muestra en la tabla 1.

Definición de parámetros de cálculo y recálculo

Los parámetros de evaluación se organizan en cuatro bloques conceptuales —condición, deterioro, amenazas y nivel de riesgo que orientan la asignación del estado de salud por criterio técnico del analista. En líneas fuera de malla, dada la disponibilidad limitada y heterogénea de información, estos bloques se aplican como criterios de decisión, soportados en evidencia de inspección con END, operación e historial de falla. La asignación se realiza mediante una guía estandarizada que reduce la variabilidad entre analistas y asegura trazabilidad.

Variables cuantitativas y semicuantitativas típicas consideradas en la evaluación:

- Condición / integridad: espesor remanente y/o porcentaje de pérdida de espesor, severidad de anomalías: longitud/diámetro, ERF, integridad del recubrimiento/Protección catódica, evidencias de mecanismos activos de corrosión interna/externa, geotecnia, entre otros.

Tabla 1. Estados de salud, semaforización, rangos de diagnóstico, definición y regla de gestión

Etiqueta de Estado de Salud	Umbral	Parámetros de gestión	Tiempo de atención
En Falla	0	Equipos sin operar; aislados del fluido de proceso. Se recalifica al decidir retorno a operación.	-
Emergencia	1- 30	Requiere acción prioritaria; debe estar en el plan de mantenimiento del año en curso o contar con aviso CBM con fecha fin deseada dentro del mismo periodo. Incluye mecanismos de daño no dependientes del tiempo en equipos sin inspección.	< 6 meses
Alerta	31 - 60	Atención en menos de 2 años; debe incluirse en el plan de la próxima vigencia. Incluye anomalías que requieren atención	6 – 24 meses
Observación	61-80	Condición detectada que requiere seguimiento en fechas distintas al plan original; inspecciones entre 2 y 5 años por adelgazamientos; atenciones con fecha de inicio deseada posterior a 2 años.	24-60 meses
Bueno	81-100	Sin anomalías que comprometan integridad; continúa sin variación en planes IPMP; recomendaciones que no comprometen integridad.	60 meses

- Deterioro y tendencia: tasa de corrosión cuando se dispone de medición directa o aproximada (cupones/inspección), tendencia de deterioro ($\Delta\text{espesor}/\Delta t$), recurrencia de anomalías o de intervenciones.

Asignación del índice (0–100) y del estado de salud

El índice de estado de salud (0–100) se utiliza como una escala estandarizada de codificación

Tabla 1.

Reglas SI/ENTONCES para acciones y recálculo (núcleo operacional)

Como mecanismo de aseguramiento de la calidad con el fin de asegurar consistencia y trazabilidad entre analistas se tiene en cuenta que la asignación del estado de salud se soporta en evidencia verificable (inspecciones con END e histórico de falla) y se valida mediante revisión técnica por pares o multidisciplinaria en casos

del diagnóstico y se asigna por criterio del analista, dentro del rango correspondiente a cada estado. Es decir, primero se determina el estado de salud con base en la evidencia y la guía de clasificación, y posteriormente se registra un valor numérico dentro del rango para facilitar tendencias y visualización. La clasificación operativa se estructura como se muestra en la otros.

críticos. Como se muestra en la

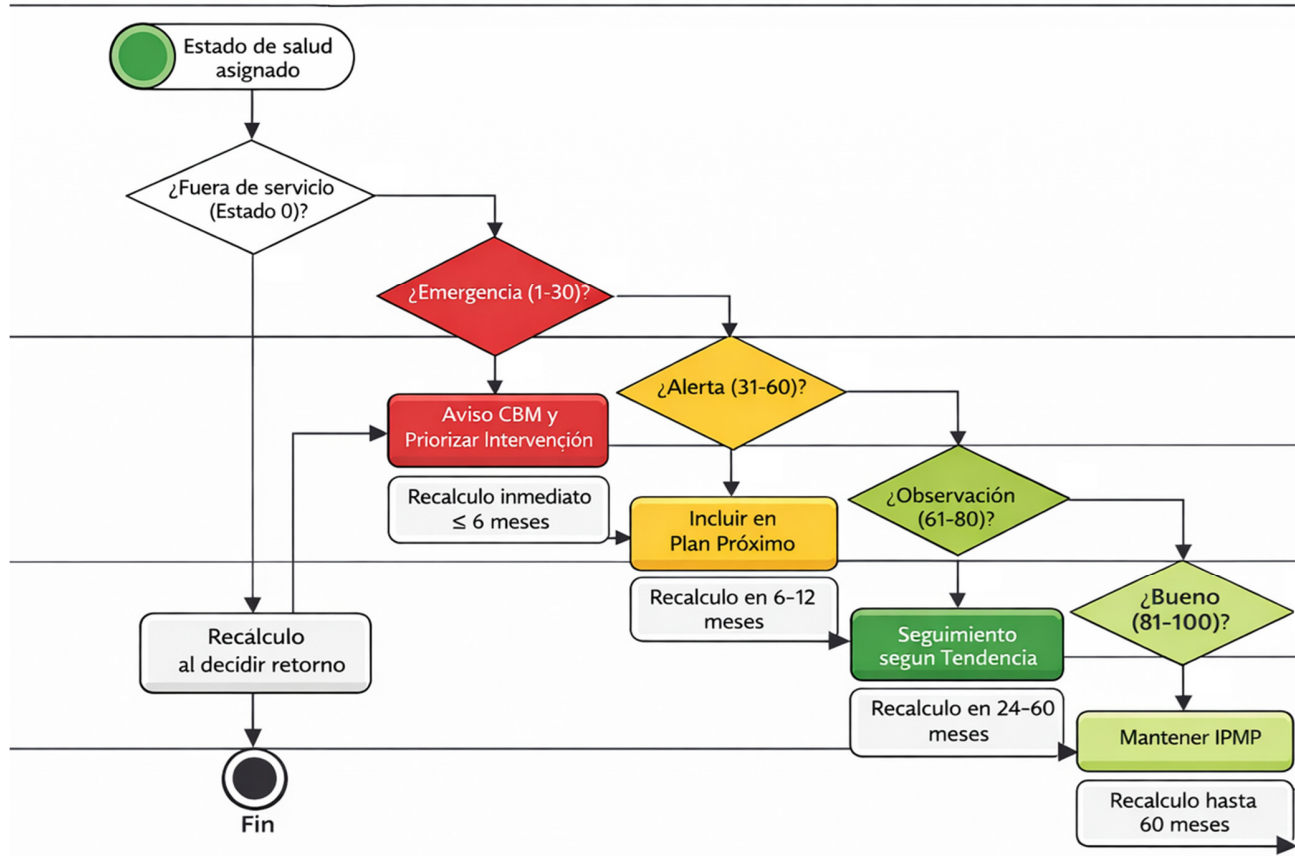


Figura 2, el flujo BPMN estandariza la gestión posterior a la asignación del estado de salud, definiendo por categoría (Fuera de servicio, Emergencia, Alerta, Observación y Bueno) las acciones requeridas y la ventana de recálculo correspondiente.

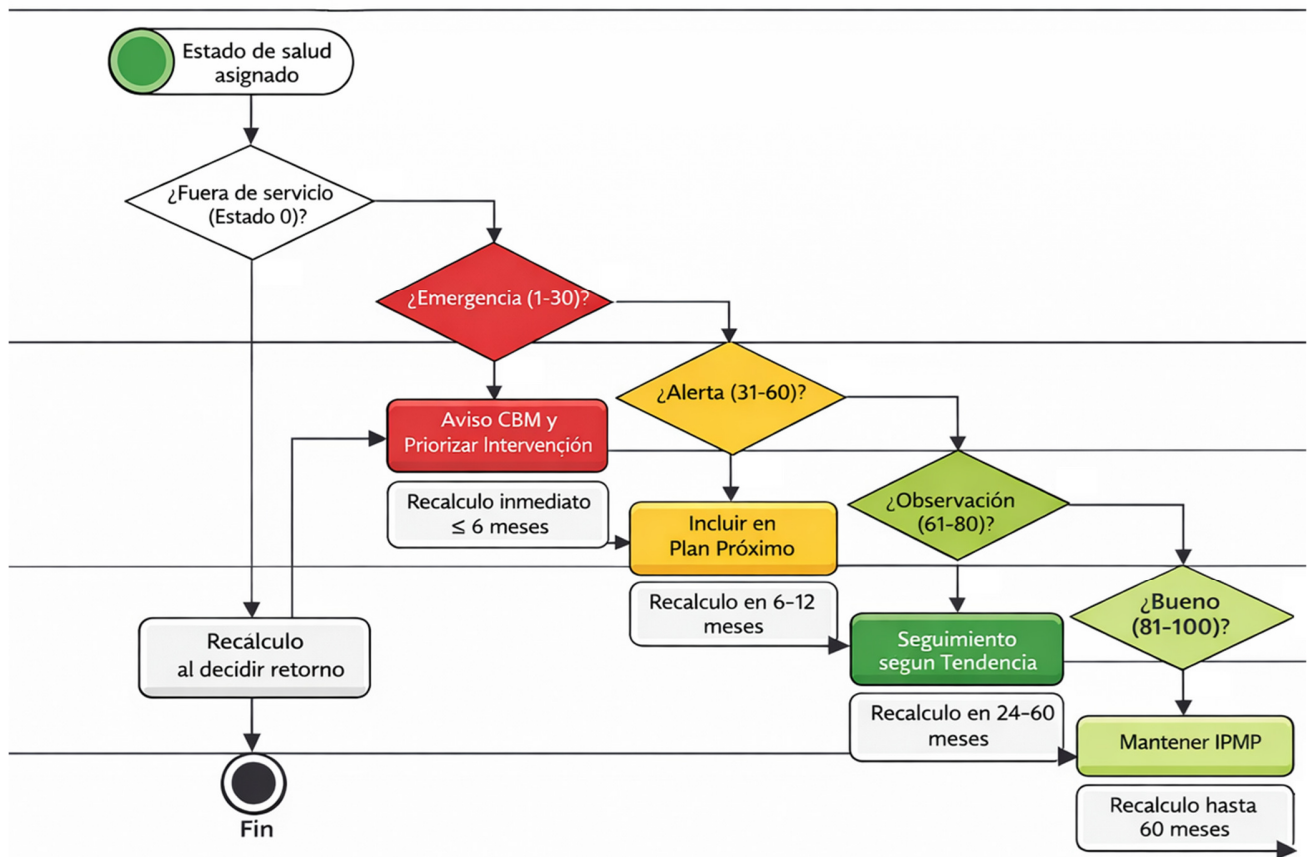


Figura 2. Proceso de gestión y recálculo según estado de salud.

Determinación de frecuencia óptima de evaluación

La frecuencia óptima se determina como una función del estado de salud, la criticidad y la tendencia de deterioro. El método propuesto combina:

a) Ventanas base por estado:

- Bueno: hasta 60 meses.
- Observación: 24–60 meses.
- Alerta: 6–12 meses.
- Emergencia: inmediato–6 meses.
- Fuera de servicio: al retorno.

b) Ajustes por tendencia y riesgo residual:

- Si la tendencia de deterioro se acelera se reduce la ventana al límite inferior del rango.
- Si el activo tiene alta consecuencia se reduce la ventana aun si el índice de salud está en Observación.
- Si el activo carece de inspección y presenta mecanismos dependientes del tiempo, el recálculo no puede exceder la ventana definida para Alerta/Observación según criterio técnico.

c) Análisis estadístico y correlaciones (cuando exista histórico suficiente):

- Se proponen correlaciones entre índice de salud y variables de deterioro (tasa de corrosión, %pérdida, recurrencia) para parametrizar umbrales internos.
- Se propone análisis de tendencia por familias para ajustar ponderaciones y rangos.

Indicador de efectividad (en ausencia de línea base de riesgo):

- Reducción de exposición al riesgo medida como reducción de tiempo de permanencia en estados críticos, y reducción de backlog crítico vencido.

Estandarización post-falla y retroalimentación

La metodología incorpora retroalimentación como requisito de mejora continua:

- Cada evento de falla o fuga por pérdida de espesor genera una actualización de la base de datos: mecanismo real, ubicación, severidad, modo de reparación, y condición post-intervención.
- Se recalibra el índice (ponderaciones o puntajes) por familia de activo cuando se observe sesgo sistemático.
- Se actualizan reglas SI/ENTONCES cuando se identifiquen mecanismos no dependientes del tiempo que requieren gestión prioritaria en ausencia de inspección.
- Se documenta la lección aprendida y se incluye en el plan referencial de integridad.

4. Implementación Digital

La implementación digital es el habilitador de escala y trazabilidad. Se integran:

- Power BI® como capa de analítica: tableros de estado de salud, riesgo residual proxy,

tendencia de deterioro, semáforo por criticidad, y backlog por condición.

- SAP PM/CBM como capa de ejecución: avisos CBM, órdenes, planes de inspección/mantenimiento, fechas fin deseadas y seguimiento de cumplimiento.

Arquitectura funcional:

- 1) Fuentes de datos: inspecciones, END, corrosión interna/externa, condiciones operativas, historial de fallas, geoposicionamiento.
- 2) Modelo de datos: normalización de variables, asignación del índice del estado de salud, cálculo de próxima fecha de recálculo.
- 3) Visualización: panel portafolio, panel por familia, panel por activo, panel backlog.
- 4) Integración SAP: creación/actualización de avisos CBM, actualización de planes y seguimiento de vencimientos.



Figura 3. Arquitectura de datos y flujo Power BI® – SAP PM/CBM.

Resultados y discusión

Descripción del caso y alcance

Se analizaron 2.108 líneas fuera de malla entre 2023 y 2026. Los activos incluyen oleoducto, poliducto y gasoducto; diámetros variables y material acero al carbono; ambientes aéreos y enterrados. Los mecanismos de daño dominantes

fueron corrosión interna/externa, amenazas geotécnicas y daños por terceros.

Resultados de clasificación y priorización

La aplicación del índice continuo y la clasificación de estados permitió:

- Identificar portafolios en estados Alerta y Emergencia que requerían intervención prioritaria.
- Generar una línea base del estado de salud por área.
- Establecer criterios consistentes para incorporar equipos sin inspección según tipo de mecanismo de daño (dependiente/no dependiente del tiempo).

Optimización de la frecuencia de recálculo

- El principal resultado de gestión es la migración de un esquema fijo de reevaluación hacia un esquema dinámico con ventanas diferenciadas, como se muestra en la Tabla 2. Este ajuste reduce el tiempo de exposición al riesgo en activos críticos, y evita dedicar capacidad analítica excesiva a activos estables.

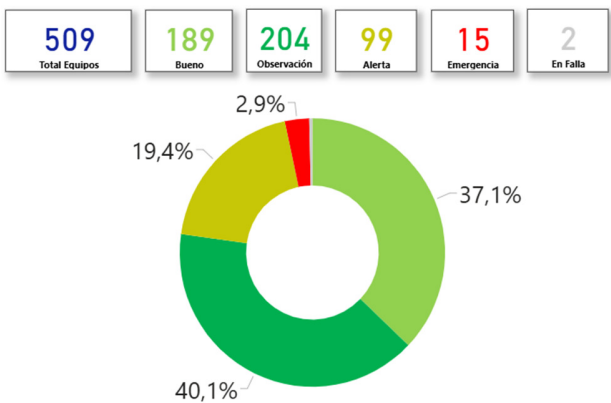


Figura 4. Distribución de líneas analizadas por estado de salud.

Efectos en backlog y trazabilidad

En ausencia de una línea base histórica de riesgo cualitativo comparable, el desempeño se evalúa mediante KPIs de exposición y gestión:

- Backlog por condición: cantidad y antigüedad de avisos CBM asociados a estados Alerta/Emergencia.
- Cumplimiento de Acuerdo de Nivel de Servicio (SLA) por estado: porcentaje de avisos CBM con fecha fin deseada dentro del periodo definido por política.
- Tiempo de permanencia en estados críticos: indicador de exposición al riesgo (menor tiempo en rojo/amarillo implica menor exposición).
- Priorización de recursos: fracción del esfuerzo enfocada en activos críticos.

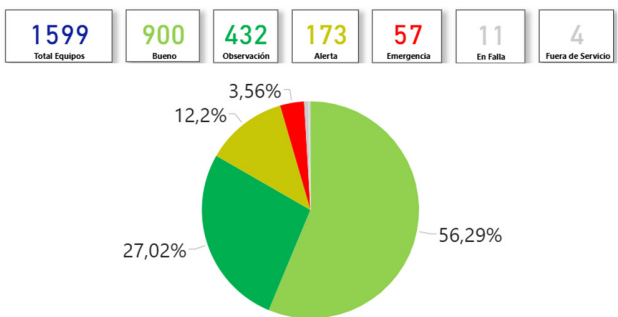


Figura 5. Backlog por condición y criticidad (Power BI® + SAP).

Discusión técnica: valor para gestión de activos

El modelo aporta valor directo en tres dimensiones: en decisión, estandariza la asignación de urgencia y define de forma explícita cuándo reevaluar el activo, cerrando un vacío frecuente en la gestión de líneas fuera de malla; en ejecución, vincula el diagnóstico de condición con la gestión en SAP/CBM, reduciendo la pérdida de información y fortaleciendo la trazabilidad desde el hallazgo hasta la acción; y en aseguramiento, facilita demostrar el cumplimiento de buenas prácticas

de ingeniería mediante criterios claros y auditablemente consistentes, lo que soporta

procesos de verificación y auditorías internas.

Tabla 2. Regla de recálculo dinámico por estado y criterios de ajuste.

Estado de salud	Rango índice	Ventana base de recálculo	Acción/gestión asociada	Disparadores para ventana corta
Fuera de servicio / Falla	0	Al decidir retorno a operación	Mantener aislado; evaluar integridad antes de reinicio	Retorno a operación programado; cambios de condición durante almacenamiento; intervención previa al arranque.
Emergencia	1–30	Inmediato – ≤ 6 meses	Generar/actualizar aviso CBM; priorizar intervención en vigencia	Anomalía crítica (pérdida de espesor severa); evidencia de mecanismo activo no dependiente del tiempo sin inspección; alta consecuencia (zona sensible); tendencia acelerada; historial de falla.
Alerta	31–60	6 – 12 meses	Incluir en plan de próxima vigencia; atención < 2 años	Vida remanente < 4 años; mecanismo dependiente del tiempo sin inspección; recurrencia de anomalías; incremento de severidad; alta criticidad/consecuencia; dificultades de acceso que incrementen tiempo de exposición.
Observación	61–80	24 – 60 meses	Seguimiento; inspecciones fuera del plan original	Tendencia al deterioro (empeoramiento progresivo); cambio en condiciones operativas; evidencia de amenaza emergente (bajos inundados, geotecnia); aumento de interferencias/terceros; incertidumbre alta por información incompleta.
Bueno	81–100	Hasta 60 meses	Mantener IPMP; monitoreo rutinario	Si existe incremento de consecuencia (cambio de entorno); cambio operacional relevante; nueva evidencia de amenaza; o brecha prolongada de inspección, reducir ventana (p. ej., 36–48 meses).

Las principales limitaciones del enfoque están asociadas a la disponibilidad, completitud y calidad de la información, ya que en líneas fuera de malla la evidencia de condición suele ser heterogénea y, en algunos casos, limitada, lo que condiciona la consistencia y sensibilidad del indicador de salud registrado, especialmente cuando existen brechas de inspección. Adicionalmente, es necesario realizar calibración por familias de activos (por ejemplo, enterradas vs. aéreas, por mecanismo dominante, material/diámetro o contexto ambiental) para reducir sesgos derivados de inspección selectiva

y asegurar comparabilidad técnica entre segmentos con diferentes niveles de información. Finalmente, se recomienda fortalecer el módulo de retroalimentación post-falla y post-intervención, incorporando de manera sistemática los hallazgos reales, causas y resultados de reparación, con el fin de mejorar el aprendizaje del sistema, ajustar criterios de evaluación y aumentar la capacidad del modelo para discriminar oportunamente activos con mayor probabilidad de deterioro acelerado.

Conclusiones

- Es posible optimizar la frecuencia de evaluación y recálculo del estado de salud en líneas fuera de malla mediante un enfoque dinámico basado en condición y riesgo residual, integrando criterios normativos y analítica digital.
- La clasificación de salud en cinco niveles con umbrales definidos y definiciones operativas habilita una gestión estandarizada, reduce la subjetividad y mejora la trazabilidad de decisiones.
- El índice continuo tipo API 581 simplificado permite priorización por riesgo en contextos de información limitada, manteniendo coherencia conceptual con RBI.
- La integración Power BI® – SAP PM/CBM habilita escala para portafolios de miles de activos, mejora el control del backlog y fortalece la gestión basada en datos.

Recomendaciones

- Calibrar el índice continuo por familias de activos (enterradas vs aéreas; mecanismo dominante) e incorporar análisis de sensibilidad para identificar drivers principales.
- Implementar un esquema formal de SLA por estado de salud en SAP (fechas fin deseadas; responsables; seguimiento), y reportar cumplimiento como KPI.
- Robustecer la retroalimentación post-falla y post-intervención (campos obligatorios de causa, reparación, condición final) para mejorar aprendizaje y ajustar ponderaciones.
- Incorporar gradualmente validaciones estadísticas de tendencia y correlaciones

(cuando el histórico lo permita) para afinar rangos de recálculo dentro de las ventanas.

Referencias

- [1] American Petroleum Institute, API Recommended Practice 1160, “Managing System Integrity for Hazardous Liquid Pipelines,” 3rd ed., 2023.
- [2] American Petroleum Institute, API 581, “Risk-Based Inspection Technology,” 3rd ed., 2016.
- [3] ASME, ASME B31G, “Manual for Determining the Remaining Strength of Corroded Pipelines,” 2012.
- [4] ASME, ASME PCC-2, “Repair of Pressure Equipment and Piping,” 2022.
- [5] NACE SP0775, “Preparation, Installation, Analysis, and Interpretation of Corrosion Coupons in Oilfield Operations,” 2013.
- [6] NACE SP0206, “Internal Corrosion Direct Assessment Methodology for Pipelines Carrying Normally Dry Natural Gas (DG-ICDA),” 2006.
- [7] International Organization for Standardization, ISO 55000, “Asset management — Overview, principles and terminology,” 2014.
- [8] ASME, ASME B31.4, “Pipeline Transportation Systems for Liquids and Slurries,” 2019.
- [9] ASME, ASME B31.8, “Gas Transmission and Distribution Piping Systems,” 2020.

Hojas de vida

Johanna Milena Ditta Sarmiento, Ingeniera Metalúrgica egresada de la Universidad Industrial de Santander, Especialista en Gerencia de Mantenimiento y Confiabilidad de la

Universidad Pontificia Bolivariana. Con experiencia en integridad y mantenimiento de equipos estáticos e infraestructura para el transporte de hidrocarburos, liderazgo en los procesos de confiabilidad en todo el ciclo de vida de los activos, con foco en Seguridad de Procesos y Disciplina Operativa.

Leidy Florén Ardila Alvarado, Ingeniera Metalúrgica y Magíster en Ingeniería de Materiales, con amplia experiencia en integridad y mantenimiento de activos industriales. Experta en inspección, monitoreo y aseguramiento de integridad de tuberías, aplicando normativas clave para optimizar la seguridad y eficiencia operativa. Enfocada por la innovación en procesos sostenibles, ha liderado investigaciones para el desarrollo de tecnologías avanzadas en materiales, impulsando soluciones de alto impacto en la industria.

Jordy Gómez Miranda, Ingeniero Mecánico egresado de la Universidad Industrial de Santander, con experiencia en la industria de Oil & Gas en el rol de Ingeniero de Integridad, donde recopila y analiza información técnica relacionada con mantenimiento e inspección, conforme a normativas internacionales y evaluando el estado de los activos.

Claudia Bustamante Pineda, ingeniera Metalúrgica, Especialista en Gerencia de Proyectos. Con certificación nivel II en técnicas de Ensayos No Destructivos (UT, PT, MT y VT). Tiene amplia experiencia en inspección de activos, mantenimiento y aseguramiento de calidad en plantas y estaciones a nivel nacional. Experiencia en paradas de planta y proyectos de mantenimiento, coordinando el área de calidad, asegurando el cumplimiento de los estándares en cada etapa del proceso de la industria oil & gas.