



Optimización De Frecuencia De Mantenimiento E Impacto En OPEX

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIEROS

Calle 70 No. 9 – 10

E.mail: guillermom@gdo.com.co - ivancm@gdo.com.co

Bogotá, D.C. – Colombia

Resumen

Optimizar el mantenimiento es crucial para la eficiencia y rentabilidad de cualquier operación. Un mantenimiento óptimo previene fallas, extiende la vida útil de los equipos, mejora la seguridad y reduce costos. Para determinar la frecuencia ideal, se analizan el historial, la condición de los equipos, su importancia, los costos y las normativas. Existen métodos como el mantenimiento basado en tiempo, condición, confiabilidad y el RCM. La optimización del mantenimiento reduce costos, aumenta la vida útil de los equipos y mejora la eficiencia operativa.

Proceso

- Una de las metodologías clave para definir tareas de mantenimiento, basada en el análisis de modos de fallo y probabilidad de ocurrencia, fue el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM). Esta metodología definió las funciones del equipo (Odorizadores, bombas, reguladores, etc.) en función de lo que el usuario necesitó que hicieran. Para cada función, se determinaron las fallas funcionales y los modos de fallo, buscando tareas preventivas o permitiendo que el equipo falle según las consecuencias.
- Los intervalos de las tareas se definieron identificando una falla potencial y el tiempo para la falla múltiple (intervalo P-F). Si no hubo tarea preventiva para fallos aleatorios, se realizó una búsqueda de fallas.
- El Mantenimiento Basado en Condición (MBC) fue otra estrategia preventiva sin frecuencia fija, que dependió del monitoreo de variables (horas de uso, número de operaciones, presión, temperatura, etc.) y sus límites para cada equipo. El MBC indicó cuándo un equipo tuvo una falla en desarrollo o inminente, pero no consideró los efectos de la falla ni el beneficio de prevenirlos.
- El MBC tuvo costos de implementación elevados, por lo que su decisión requirió conocer la importancia del equipo y un análisis de costos para evaluar el beneficio en el ciclo de vida.
- La estrategia de mantenimiento en empresas de gas natural pudo modificarse combinando RCM y MBC, para enfocarse en las necesidades de operación, con eficiencia en recursos y mejorando los esfuerzos de mantenimiento.
- Además, se debieron incorporar criterios de Mantenimiento Basado en Riesgo (MBR) para determinar cuándo y las consecuencias de intervenir el equipo, considerando la probabilidad de falla y criticidad. Esto fue parte de la gestión del riesgo en el contexto operacional del equipo y los criterios de valoración definidos.
- Se necesitó una estrategia que combinara la confiabilidad de los equipos (histórico de fallas), el monitoreo de la condición y un análisis de riesgo en las decisiones, para un modelo realista ante la incertidumbre de hacer o aplazar una actividad de mantenimiento. Esto permitió una mejor utilización de recursos, disminuyó el impacto en el servicio, identificó necesidades de renovación y cumplió con los indicadores de eficiencia operacional.
- Para actividades periódicas, se determinaron frecuencias óptimas de intervención a partir del histórico de fallas, calculando la probabilidad de

falla y analizando si las tareas fueron efectivas. Los resultados se evaluaron con la información de lo que se hizo a una familia de equipos y los cambios en frecuencias, considerando las tecnologías del MBC.

- Para actividades no periódicas, se requirió un análisis complementario de riesgo y criticidad para definir la prioridad de intervención. Los resultados disminuyeron el impacto en la asignación de recursos, la afectación a clientes y posibles penalizaciones por indisponibilidad.

- Como estrategia de recolección de información, esta primera etapa se identifican los detalles del evento de falla, y se recopila la información necesaria como evidencia para respaldar lo sucedido. Esta información debe ser reportada por la persona que detecta el evento y luego transmitida al responsable del área o del proceso para su análisis adecuado. Esta etapa es crucial para asegurar que se dispone de información precisa y detallada que permita entender el evento y abordar sus causas de manera efectiva.

Fig 1 Proceso del RCA. Fuente: UNE EN 62740:2015

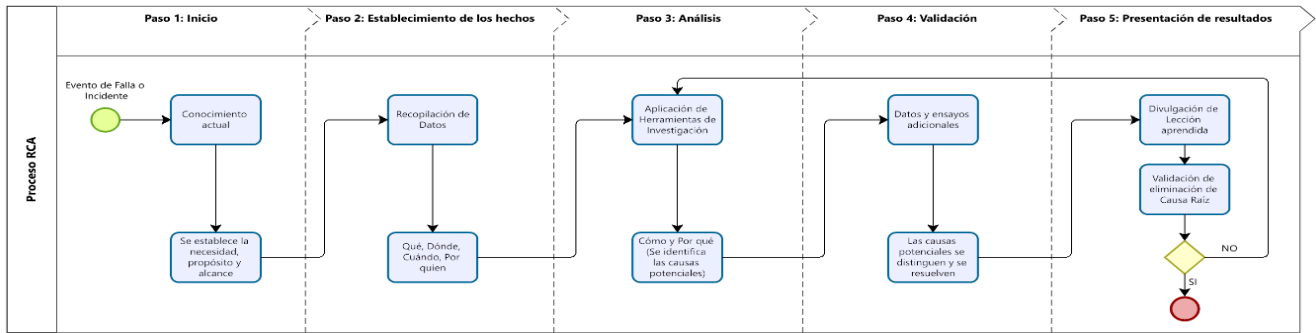
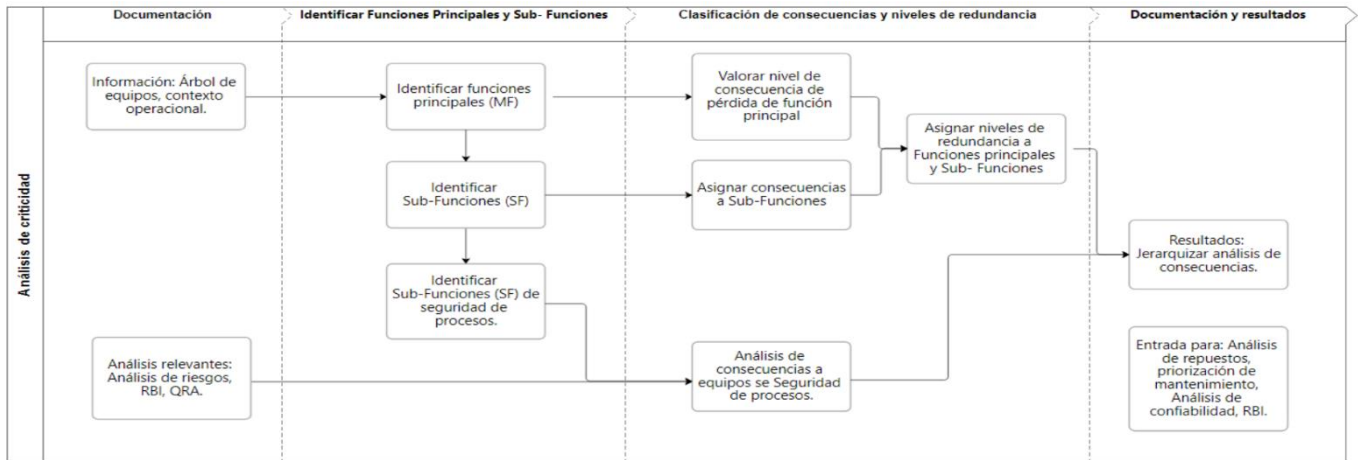


Fig 2 Metodología de análisis de criticidad.



criticidad.



Resultados

Nivel de Ocupación: Al evaluar el desempeño de la metodología se logró una reducción del 32.6% en la ocupación de las cuadrillas respecto al PDT del 202, con esta disponibilidad de tiempo y la correcta aplicación de la metodología se logro reducir 885mm representados en:

Cifras indexadas		Ene-dic 2024		
Iniciativa		Meta	Eficiencia	%Cumpl
DSO-1&2	Polivalencias	-	85	n.a.
DSO-6	Frec. Mtto.	1	99	106%
Total general		1	5	188%

Evaluación: Realizando la proyección de la continuidad de la metodología híbrida RCA y MCB, en la búsqueda de aumentar la confiabilidad de los equipos y efectividad de las intervenciones se proyecta que la reducción y la disminución del opex sea sostenible en el tiempo

Beneficios

- Funciones Definidas:** Se definieron las funciones de los equipos (Reguladores, Odorizadores, válvulas, etc.)
- Fallas Determinadas:** Se determinaron las fallas funcionales y los modos de fallo para cada función.
- Tareas Buscadas:** Se buscaron tareas preventivas o se permitió que el equipo falle según las consecuencias evaluadas.
- Intervalos Establecidos:** Se establecieron intervalos de tareas identificando fallas potenciales y el tiempo para la falla múltiple (intervalo P-F).

- Búsqueda de Fallas:** Se realizó una búsqueda de fallas si no había tarea preventiva para fallos aleatorios.
- Variables Monitoreadas:** Se monitorearon variables (horas de uso, operaciones, presión, temperatura, etc.) y sus límites para cada equipo en el Mantenimiento Basado en Condición (MBC).
- Fallas Evaluadas:** Se evaluó si un equipo tenía una falla en desarrollo o inminente a través del MBC.
- Análisis Costo-Beneficio Realizado:** Se realizó un análisis costo-beneficio para el MBC, considerando la importancia del equipo y el ciclo de vida.
- Metodologías Combinadas:** Se combinaron RCM y MBC para mejorar la eficiencia y el uso de recursos.
- Criterios de Riesgo Incorporados:** Se incorporaron criterios de Mantenimiento Basado en Riesgo (MBR) para determinar cuándo y las consecuencias de intervenir el equipo.
- Riesgo Gestionado:** Se gestionó el riesgo en el contexto operacional del equipo y los criterios de valoración definidos.
- Confiabilidad Analizada:** Se analizó la confiabilidad de los equipos a partir del histórico de fallas.
- Condición Monitoreada:** Se monitoreó la condición de los equipos.
- Análisis de Riesgo en Decisiones Realizado:** Se realizó un análisis de riesgo en la toma de decisiones.
- Frecuencias Optimizadas:** Se determinaron frecuencias óptimas de intervención para actividades periódicas.
- Probabilidad de Falla Calculada:** Se calculó la probabilidad de falla y se analizó la efectividad de las tareas.
- Resultados Evaluados:** Se evaluaron los resultados con la información de lo que se hace a una familia de equipos y los cambios en frecuencias.



18. Análisis de Riesgo y Criticidad

Realizado: Se realizó un análisis de riesgo y criticidad para actividades no periódicas.

19. **Prioridades Definidas:** Se definieron prioridades de intervención para actividades no periódicas.

20. **Impacto Disminuido:** Se buscó disminuir el impacto en recursos, clientes y penalizaciones por indisponibilidad de percepción o juicio inexacto.

5. Conclusión

- La implementación de una estrategia de mantenimiento optimizada, que combine metodologías como el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM), el Mantenimiento Basado en Condición (MBC) y el Mantenimiento Basado en Riesgo (MBR), ha demostrado ser fundamental para mejorar la eficiencia y rentabilidad en las operaciones de gas natural. A través del análisis exhaustivo de modos de fallo, la evaluación de la condición de los equipos y la gestión de riesgos, se logró reducir significativamente los costos operativos, aumentar la vida útil de los equipos y optimizar la asignación de recursos.
- Los resultados obtenidos, como la reducción del 32.6% en la ocupación de las cuadrillas y la disminución de 885mm en costos, evidencian el impacto positivo de esta estrategia. La proyección de la continuidad de esta metodología

híbrida sugiere que la reducción de costos y la mejora en la confiabilidad de los equipos serán sostenibles a largo plazo, lo que se traducirá en una mayor eficiencia operativa y una mejor gestión de los recursos en el sector de gas natural.

REFERENCIAS

- [1] Moubray, J. (1997). Reliability-centered maintenance. Industrial Press.
- [2] Smith, A. M., & Mobley, R. K. (2008). The reliability centered maintenance handbook. Butterworth-Heinemann.
- [3] Jardine, A. K. S., Lin, B., & Banjevic, D. (2006). A review on machinery diagnostics and prognostics. Mechanical Systems and Signal Processing, 20(1), 1-22.

Guillermo León Molina Paz. Ingeniero Industrial especialista en Gerencia de Proyectos de la Universidad Autónoma de Occidente, con mas de 8 años en experiencia en implementación de proyectos de tecnología para procesos de operación y mantenimiento, sistemas Scada, SAP PM y Oracle Field Service.

Se ha destacado como Product Owner con experiencia en sistemas SCADA, SAP PM y Oracle Field Service. Ha liderado implementaciones que optimizaron eficiencia operativa y redujeron costos, Gestion de backlog, priorizando funcionalidades y colaborando con stakeholders para definir requisitos claros. Integré sistemas (Oracle Field Service con CRM/ERP. Dando foco a la entrega exitosa de soluciones tecnológicas que generan valor y mejoran procesos, como planificador de mantenimiento se generar una visión estratégica y orientada a resultado, con altas habilidades de comunicación y colaboración que facilitan la coordinación con diferentes equipos y



8° CONGRESO MUNDIAL
DE MANTENIMIENTO Y
GESTIÓN DE ACTIVOS



21 · 22 · 23

MAYO · 2025

Centro de Convenciones
Cartagena de Indias · Colombia



Federación Iberoamericana
de Mantenimiento



22° Congreso Iberoamericano de Mantenimiento

27° Congreso Internacional de Mantenimiento y Gestión de Activos - CIMGA

departamentos, asegurando una ejecución eficiente de las tareas de mantenimiento.

Iván Felipe Correa Moriano. Ingeniero Electricista especialista en Gerencia de Mantenimiento y Confiabilidad de la Universidad Autónoma de Occidente, actualmente cursando una maestría en administración de negocios de la universidad EAFIT, con más de 15 años de experiencia en mantenibilidad y confiabilidad.

Ha liderado equipos en la gestión integral de mantenimiento, con énfasis en la mejora continua, eficiencia operativa y seguridad. Su enfoque en la implementación de estrategias de mantenimiento centradas en la confiabilidad se ve reflejado en su capacidad para establecer estándares operativos basados en mejora continua. Su experiencia en multinacionales y en el sector de hidrocarburos respalda su habilidad en la formulación de estrategias para la gestión de mantenimiento, sirviendo como un soporte crucial para la

administración de activos y el logro de los objetivos organizacionales. Su visión proactiva se enfoca en asegurar la eficiencia y la seguridad en los procesos.

Guillermo Leon Molina Paz

3148595652

Av 2an 75hn 35

Gases de Occidente – Centro Comercial Chipichape

– Bodega 2, Piso 4

guillermom@gdo.com.co

Cali

Colombia

Ingeniero planificador de mantenimiento

Gases de Occidente

Ingeniero Industrial

Iván Felipe Correa

3103545159

Av 6n 52n 24

Gases de Occidente – Centro Comercial Chipichape

– Bodega 2, Piso 4

ivancm@gdo.com.co

Cali

Colombia

Jefe de Mantenimiento.

Ingeniero Eléctricista.