

## Como Romper el círculo vicioso del mantenimiento Reactivo, la Estrategia comprobada y Exitosa

### Resumen

Muchas compañías se encuentran atrapadas en un ciclo vicioso de mantenimiento reactivo. A pesar de sus esfuerzos por gestionar de manera más adecuada sus equipos y procesos, con frecuencia no logran mantener los cambios deseados a lo largo del tiempo. Después de 30 años participando y liderando este tipo de proyectos, he identificado las claves para asegurar que los logros iniciales, como la ejecución de tareas de mantenimiento proactivo, la mejora de los indicadores clave de desempeño y la eficiencia operativa, se sostengan de forma permanente.

### Características del Círculo Vicioso del Mantenimiento Reactivo

El mantenimiento correctivo, tal como lo establece la norma EN-13306 en su apartado 7.9, se define como el *"mantenimiento realizado después del reconocimiento de una falla y destinado a restaurar un elemento a un estado en el que pueda realizar una función requerida"*. Este tipo de mantenimiento es común en muchas organizaciones, ya que la producción, la función principal de las empresas, depende en gran medida de los activos físicos. Por ende, el objetivo fundamental del mantenimiento en este contexto es garantizar que esos activos estén disponibles para cumplir con sus funciones o restaurarlas cuando se pierden.

Sin embargo, cuando ocurren fallas, las reparaciones se llevan a cabo en su mayoría sin investigar ni corregir las causas raíz de los problemas. Sin este análisis y la eliminación de dichas causas, la probabilidad de repeticiones de fallas aumenta, dando lugar a un ciclo de reparaciones más frecuentes y costosas. Con el tiempo, la condición de los equipos se deteriora,

perpetuando este ciclo vicioso de reparación, falla y reparación.

Es en este contexto donde se establece el círculo vicioso del mantenimiento reactivo, caracterizado por:

- Reparar lo que se daña.
- Falta de disponibilidad de repuestos.
- Creación de una cultura de "héroes del mantenimiento".
- Pérdidas de producción frecuentes.
- Problemas de HSE (Salud, Seguridad y Medioambiente).
- Horas de trabajo extra.
- Trabajos durante fines de semana.
- Escasa o nula capacidad de planificación.
- Incremento de los costos totales de mantenimiento.

Esta situación resalta la necesidad de adoptar un enfoque más proactivo en el mantenimiento para romper este ciclo y mejorar la eficiencia operativa.

### **Planificación típica del mantenimiento Reactivo**

Planificar se refiere a "hacer un plan" o anticiparse, según la etimología de la palabra. Sin embargo, cuando se trata de fallas que ya han ocurrido, se pierden las ventajas inherentes a la planificación, ya que no se anticipa la falla. Esto impide que se puedan adquirir o solicitar repuestos, preparar herramientas o consumibles. En tales casos, lo que se realiza es más una rápida organización de la ejecución que una verdadera planificación, seguida de un reporte de hallazgos en el equipo o en los componentes afectados. Este enfoque reactivo limita la efectividad del mantenimiento y hace necesario

implementar estrategias más proactivas para mejorar la gestión de los activos.



**Fig n 1.** Diaflujo típico de una planificación en un modelo de mantenimiento reactivo.

En el esquema de planificación representado en la Fig n 1, lo normal es que más del 80% del mantenimiento sea correctivo, mientras que un 15% del mantenimiento aproximadamente se destina a atender situaciones emergentes o cambios de alcance dentro de las fallas ya planificadas. Solo entre un 5% y un 10% de la fuerza de mantenimiento está enfocada en eventos proactivos, los cuales suelen ser considerados incipientes y son menospreciados en la clasificación de prioridades por parte de los planificadores, operaciones y, en algunos casos, incluso por el propio equipo de mantenimiento.

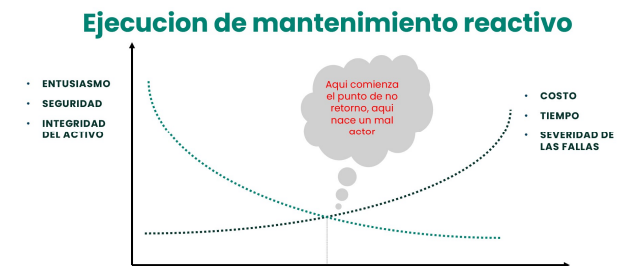
Este tipo de esquema es típico de organizaciones con una cultura reactiva, donde los planificadores se limitan a repetir las tareas de reparación, y los ejecutores se concentran en corregir las fallas a medida que ocurren. La coordinación del mantenimiento se realiza prácticamente de manera diaria, ya que los planes cambian constantemente y es difícil prever cualquier eventualidad.

El mantenimiento reactivo, como se ha descrito, presenta problemas que no desaparecerán a menos que se genere un cambio en la forma de abordar el proceso de mantenimiento. Se

recomienda adoptar un enfoque proactivo, que utilice herramientas tecnológicas de última generación y que transforme la mentalidad de la organización en torno a lo que realmente implica el mantenimiento efectivo.

### Ejecución Típica en un Ambiente Reactivo

La ejecución en un ambiente reactivo se asemeja a una aventura para los mantenedores, quienes operan en un entorno de constante incertidumbre. Aunque el espíritu heroico puede mantener el ánimo elevado al principio, este entusiasmo tiende a disminuir con el tiempo, lo que puede impactar negativamente en la seguridad de las personas y en la integridad de los activos. La Fig n 2, ilustra cómo este comportamiento se desarrolla a lo largo del tiempo, destacando la tendencia a la reducción del compromiso y la creciente presión que enfrentan los mantenedores. Esta situación resalta la necesidad de un cambio hacia un enfoque de mantenimiento más proactivo y estructurado, que no solo mejore la moral del equipo, sino que también garantice un entorno de trabajo más seguro y confiable.



**Fig n 2** Modelo de ejecución Reactiva Vs estado del activo y costo

Como se observa en la curva, a medida que pasa el tiempo, tanto los comportamientos y emociones de los mantenedores como las condiciones externas asociadas al activo y a la actividad comienzan a deteriorarse, alcanzando límites que, en muchos casos, son inaceptables. El entusiasmo inicial de quienes realizan el mantenimiento y buscan recuperar las funciones

de los activos se debilita al ver que sus esfuerzos no eliminan de manera definitiva las causas de las fallas. A pesar del esmero en la ejecución, la situación no solo depende de su esfuerzo, lo que genera dudas en los mantenedores sobre su rol en esta problemática.

Este estado de ánimo también puede llevar a que las acciones se vuelvan cada vez más inseguras.

Varios estudios han relacionado la accidentalidad en instalaciones industriales con el nivel de mantenimiento y la intensidad de las acciones sobre los activos físicos. Algunas de estas consideraciones incluyen:

La mayoría de los accidentes durante las tareas de mantenimiento están relacionados con una planificación deficiente.

Según la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo (EU-OSHA), se estima que entre el 14% y el 17% de los accidentes ocurridos entre 2004 y 2022 estuvieron vinculados a operaciones de mantenimiento en la industria.

Un estudio de la Health and Safety Executive (HSE) del Reino Unido reveló que el 66% de los accidentes mortales ocurrieron durante el mantenimiento correctivo (tras una avería o funcionamiento irregular de la máquina), mientras que el 25% se produjo durante la limpieza preventiva y el 9% restante sucedió durante tareas de revisión, lubricación, pintura y otras cuya naturaleza (preventiva, correctiva o de mejora) era difícil de determinar.

Por estas razones y muchas más, podemos concluir que la práctica del mantenimiento correctivo, y particularmente el estar atrapados en el círculo vicioso del mantenimiento reactivo, puede ser un factor contribuyente a la accidentalidad laboral, algo que resulta completamente inaceptable. Este panorama subraya la necesidad urgente de adoptar un enfoque de mantenimiento más proactivo y seguro.

### **Indicadores típicos de una organización inmersa en el círculo vicioso del mantenimiento reactivo**

Hoy en día, todas las empresas, incluso aquellas que predominantemente realizan mantenimiento reactivo, cuentan con indicadores para el seguimiento de su gestión. Algunos de los estándares más utilizados y sus comportamientos en este tipo de mantenimiento son:

- Costo de mantenimiento por unidad de producción: Normalmente alto, ya que el mantenimiento reactivo resulta ser el más costoso a largo plazo.
- Índice de cumplimiento de planificación: Muy bajo, incluso por debajo del 50%. La programación de mantenimiento frecuentemente no se respeta, siendo el trabajo emergente el que predomina en la organización del trabajo.
- Backlog: Van muy altos, superiores a las 10 semanas. Los equipos programados no se finalizan debido a que surgen prioridades aparentemente más urgentes o a la falta de repuestos.
- Wrench Time: Muy bajo, aproximadamente entre el 30% y el 40%, ya que el caos imperante impide la organización y la eficiencia.
- Relación proactivo vs. reactivo: Aproximadamente un 20% proactivo frente a un 80% reactivo. Casi todo el mantenimiento es de carácter emergente.
- Órdenes de trabajo completadas: Se mantienen constantes, dado que el personal y la cantidad de órdenes emergentes se sostienen con un incremento leve pero permanente a lo largo del tiempo.
- Tasa de falla: Siempre creciente o constante. No hay tiempo suficiente para realizar análisis sobre los modos de falla predominantes, identificar malos actores

o establecer programas para la eliminación de defectos.

Aunque se utilizan estos indicadores, se consideran del tipo "lagging" o rezagados, ya que su función principal es registrar que las cosas no están funcionando de manera adecuada. No obstante, sirven como una línea base para el mejoramiento, y cuando se implementan cambios, ayudan a comprender el verdadero impacto de las acciones realizadas. Este seguimiento puede ser clave para fomentar una transición hacia un modelo de mantenimiento más proactivo y eficiente en el futuro.

### **Proceso de implementación de estrategias de mantenimiento proactivo basadas en las metodologías RCM/FMEA**

Después de más de 50 años de desarrollo de la ciencia de la confiabilidad aplicada al mantenimiento, se ha concluido que el acercamiento más costo efectivo hacia el diseño de estrategias de mantenimiento proactivo se realiza a través de los análisis de RCM o FMEA particularmente sobre los activos y proceso más críticos de la organización, con esto se garantiza en principio el cubrimiento de los modos de falla más significativos a través de tareas de mantenimiento proactivas que deben ser ejecutadas o basadas en el tiempo o basadas en la condición, dependiendo esto de múltiples variables que son analizadas en detalle por los expertos. Estas metodologías se utilizan durante la etapa del diseño y posteriormente deben ser organizadas en el CMMS y ejecutadas con rigurosidad y su efectividad ser controlada a través de un proceso debidamente establecido como se describe a continuación:

#### **Diseño**

En esta etapa se revisa la estrategia actual de la empresa y se determina la necesidad de adaptar lo existente o crear todo desde cero, aquí no hay nada definido pues cada caso es diferente pero

en la mayoría de los casos la información existente es aprovechable y se puede utilizar, mucha de la información existente se creó en esfuerzos o proyectos anteriores que tenían las mismas intenciones pero casi siempre se comprueba que fueron iniciativas que cayeron en la inercia y la estrategia se intentó implementar pero no se pudo sostener en el tiempo y entonces todo volvió a ser como antes. Las subetapas de este proceso son:

- Configurar el listado maestro de equipo con la mayor cantidad de información posible.
- Estructurar el Árbol de Jerarquía de equipos, se recomienda hacerlo bajo ISO14224
- Realizar el Ranking de criticidad de equipos.
- Realizar el Análisis RCM/FMEA
- Realizar la Optimización y empaquetamiento de las tareas proactivas.

#### **Despliegue**

En esta etapa se realiza la implementación de la estrategia en el CMMS y contiene las siguientes subtarear.

- Despliegue de tareas hacia el árbol de jerarquía, esto se hace de manera masiva hacia los equipos de las mismas familias a quienes aplique la misma estrategia.
- Determinar variaciones específicas para equipo o grupo de equipos únicos. Si hay algunos equipos a los que les aplique la estrategia pero que tengan características especiales que hagan que la periodicidad o que la intensidad de las tareas varíe, en esta etapa se aplica esa variación específica.
- Pruebas de rutas de implementación, análisis de línea base. Aquí se entrena, se adquiere tecnología requerida, se empaquetan las tareas para aprovechar recursos, oportunidad en tiempo y para

determinar las líneas base de lo que será el proceso proactivo de planificación, programación y ejecución de la organización.

Vale la pena aclarar que lo mas recomendado es que todo se maneje desde un CMMS pero estos sistema ayudan a la organización y digitalización documental, si no demás no está funcionando el CMMS tampoco funcionara adecuadamente y no será más que otro desperdicio de preciados recursos.

### Sostenimiento

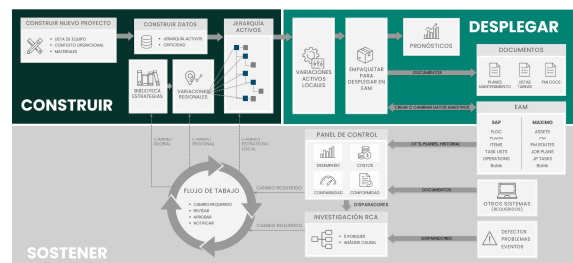
Es la etapa mas importante para el futuro de la gestión del mantenimiento proactivo, esta etapa requiere mucho trabajo y es la que va a permitir que lo que se ha diseñado se mantenga en el tiempo y arroje los resultados que se han esperado por parte de la organización, las subtareas de este proceso son:

- Se debe definir con que periodicidad se va a revisar la efectividad de la nueva estrategia. La recomendación es que se realice de manera general cada año.
- Definir cuáles son los indicadores claves a los que se les va a hacer seguimiento y que van a ser la base de las decisiones de sostenimiento y/o cambio de la estrategia o parte de ella. Se recomienda que en principio sean indicadores sencillos, entendibles para toda la organización como lo son Tasa de Falla, tipo de Modos de falla, Cumplimiento de la programación de mantenimiento, Ordenes de trabajo Proactivas ejecutadas Vs Ordenes de trabajo reactivas ejecutadas, Origen de las ordenes de trabajo etc. Algunos indicadores son de seguimiento semanal, otros mensual, trimestral y anuales.
- Programa de eliminación de defectos. Cada falla debe ser analizada a diferentes niveles de acuerdo con la criticidad de la misma, esta es la base del

mejoramiento continuo, así se van eliminando causas raíz y se generan planes de mejoramiento a los cuales hay que hacerles seguimiento constante, es aquí donde la ingeniería de mantenimiento y confiabilidad entrega su mayor aporte, toda la organización debe estar involucrada en este proceso.

- Ajuste y despliegue de tareas revisadas. Una vez se determinen modificaciones requeridas de acuerdo con los resultados estas se realizan y se despliegan nuevamente en el CMMS para que todo quede registrado adecuadamente. Para esto se recomiendan herramientas especializadas que permitan hacer modificaciones masivas en los CMMS con esto no se pierde la oportunidad de ajuste en el tiempo pues hacerlo de manera manual toma mucho tiempo y no permite obtener los resultados esperados de manera eficiente.

En la Fig n 3 se presenta un esquema general de los procesos descritos



**Fig n 3** Modelo de construcción, despliegue y sostenimiento de la estrategia.

Un proceso completo como el descrito y con subprocesos de apoyo y sostenimiento como los que se presentan a continuación garantizan que el diseño, la implementación y lo más importante la ejecución y su sostenimiento en el tiempo sean posibles.

A continuación, se describen con mayor detalle los procesos complementarios y las acciones que deben dar soporte permanente a este



recursos y fortalece la cultura de prevención y mantenimiento proactivo dentro de la organización, asegurando así la maximización de la disponibilidad y confiabilidad de los activos.

### **Cambios organizacionales**

Algunos cambios organizacionales importantes que deben acompañar todo el proceso de transición hacia un enfoque de mantenimiento proactivo son:

- Implementar un programa de mantenimiento proactivo semanal: Este programa debe planificarse al inicio de cada semana y revisarse al final para asegurar que se esté preparado con el personal, las herramientas y los insumos necesarios para cumplir con las actividades programadas. Si no existen, se deben crear roles específicos para los programadores de mantenimiento proactivo.
- Definir niveles de autorización: Es esencial establecer claros niveles de autorización para realizar cambios en las estrategias de mantenimiento o cualquier modificación que afecte las tareas proactivas. Las órdenes de trabajo emergentes deben ser autorizadas por los niveles más altos de la gerencia para garantizar que se prioricen adecuadamente.
- Análisis de causa raíz para paradas no programadas: Todas las paradas importantes que no hayan sido programadas deben ser sometidas a un análisis de causa raíz (ACR). Además, se debe implementar un programa de eliminación de defectos que asegure que los resultados de los ACR se ejecuten y que las acciones tomadas produzcan beneficios reales.

- Establecer un comité de seguimiento: Formar un comité de seguimiento que brinde apoyo continuo a las iniciativas de mantenimiento proactivo. Este comité puede ser responsable de monitorear el progreso, medir resultados, y abordar cualquier desafío que surja durante la implementación.

Estos cambios son fundamentales para asegurar una transición efectiva y sostenible hacia un enfoque de mantenimiento proactivo, lo cual mejorará la eficiencia operativa y la confiabilidad de los activos en la organización.

### **Proceso de control y aseguramiento de la gestión**

Como en todo proceso de mejora, es fundamental implementar un control estricto sobre los resultados obtenidos. Para ello, es clave hacer seguimiento a los KPIs propuestos y mantener los estándares establecidos. Lo más importante —y donde reside la clave del éxito que permite romper el círculo vicioso del mantenimiento— es no priorizar las acciones de mantenimiento reactivo y emergente por encima de las actividades de mantenimiento proactivo. Es en este punto donde todos los esfuerzos pueden comenzar a desvanecerse.

Es esencial tener paciencia, ya que, en promedio, el proceso de implantación de la cultura del mantenimiento proactivo toma entre 5 y 6 años desde el inicio del proyecto hasta su completa consolidación, lo cual se reflejará en indicadores sólidos, permanentes y en constante mejora.

Solo uniendo los diferentes procesos y subprocesos descritos, con disciplina y paciencia, se lograrán los objetivos y se implementará una cultura de mantenimiento proactivo. Este enfoque no solo potenciará la productividad de la empresa, sino que también contribuirá a reducir la accidentalidad, mejorar las condiciones anímicas y laborales del

personal, y permitir una cada vez mayor profesionalización de la función de mantenimiento.

### **Presentación de ejemplos de Éxito**

#### **Ejemplo de la industria de O&G y de Minería**

País, Colombia Compañía Estatal, 9.800 equipos rotativos, implementación de la estrategia de mantenimiento proactivo para equipo rotativo que incluye:

- Implementación del programa de toma de vibraciones portátil
- Rutas de Lubricación
- Seguimiento a modos de falla críticos
- División de frentes ejecutores
- Reunión de planificación semanal incluyendo personal de confiabilidad.
- Cumplimiento de la programación de mantenimiento por encima del 95%

#### **Clave del éxito:**

- Mantener los frentes ejecutores separados durante los 5 años que duro la transición.
- Revisión de la Tasa de falla medida semanalmente
- Determinación de los malos actores para hacer seguimiento especial.
- RCA para cada una de las fallas de los equipos A & B dentro de la clasificación de criticidad
- RCA generales y planes de acción para los principales modos de falla como, por ejemplo, falla en Rodamientos, escape por sello mecánico y otros.

País, Chile Compañía minera privada, 22.000 activos, desarrollo de estrategias de mantenimiento proactivas mediante metodología FMEA:

- 10% porcentaje de equipos A&B
- Matrix de criticidad 5x5
- 200 familias de equipo de equipos

- 20k+ tareas proactivas
- Planes de reparación

#### **Clave del éxito:**

- Mantener los frentes ejecutores separados durante los 5 años que duro la transición.
- Tasa de falla medida semanalmente.
- Entrenamiento y creación de la cultura del cambio y de la confiabilidad.
- Acompañamiento de tercera parte para evitar desviaciones del proceso.
- Implementación del programa de Eliminación de Defectos

### **Conclusiones y Recomendaciones**

Romper el círculo vicioso del mantenimiento reactivo implica tres etapas importantes: diseño, despliegue y sostenimiento. Sin embargo, es esta última etapa la que representa el principal desafío para las organizaciones, ya que pone a prueba valores fundamentales de los cuales muchas carecen, como la disciplina, la organización, la orientación al logro y la paciencia. Solo al cumplir con estos preceptos se pueden lograr resultados duraderos.

Según estudios de la Society for Maintenance and Reliability Professionals (SMRP), se estima que más del 70% de los proyectos relacionados con cambios en el mantenimiento y la confiabilidad en la industria pesada fracasan. Gran parte de estos fracasos se atribuyen a la resistencia al cambio y a la falta de constancia para sostener los nuevos procesos implementados. Por lo tanto, es crucial que las organizaciones se enfoquen en desarrollar una cultura que valore y apoye la disciplina y el compromiso a largo plazo, para asegurar el éxito en la implementación de estrategias de mantenimiento proactivo.



## **Bibliografía**

Gertler, J. 1998, Fault Detection and Diagnosis in Engineering Systems, Marcel Dekker, Inc. New York.

Donald H. Nyman and Bill N. Mountjoy  
Maintenance and Operational Reliability: 24 Essential Building Blocks  
Industrial Press Inc. Sep 2021

R. Keith Mobley  
Maintenance Engineering Handbook seven edition  
MC Graw Hill 2008

Richard D. Palmer  
Maintenance Planning and Scheduling Handbook Second Edition  
McGraw-Hil 2006

**Eduardo Cote Botero** cuenta con 30 años de experiencia en el campo de la confiabilidad y el mantenimiento. Trabajó durante 12 años en la refinería de Barrancabermeja de ECOPETROL como ingeniero de confiabilidad de equipos rotativos. Posteriormente, durante 15 años, se desempeñó en General Electric II en diversos roles, incluyendo Principal Reliability Engineer, Training Manager, Customer Reliability Manager y Customer Service Leader para América Latina. En los últimos 3 años, ha ocupado el cargo de Gerente de Ingeniería en Baker Hughes ARMS Reliability para América Latina. A lo largo de su carrera, ha liderado proyectos de mejora de mantenimiento y confiabilidad en 15 países, abarcando las industrias de gas, petróleo, minería y generación de energía.

**Eduardo Cote Botero**  
Telefono 315-927-7974  
Carrera 7 # 123-35 piso 4  
Bogota, Colombia