MAGNA

INSTITUCIÓN DE ESPECIALIZACIÓN PROFESIONAL

MAGNA

INSTITUCIÓN DE ESPECIALIZACIÓN PROFESIONAL

CURSO DE ESPECIALIZACIÓN

GESTOR EN TRIBOLOGÍA & LUBRICACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO

Módulo VI: Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM)

MAGNA
INSTITUCIÓN DE ESPECIALIZACIÓN PROFESIONAL

- Principios y metodología del Mantenimiento Centrado en la confiabilidad (RCM)
- Identificación de funciones críticas y modos de fallo relacionados con la lubricación
- Desarrollo de planes de mantenimiento basados en RCM para la gestión de lubricación

Escalera del conocimiento

MAGNA
INSTITUCIÓN DE ESPECIALIZACIÓN PROFESIONAL

INCOMPETENCIA INCONSCIENTE

- No sabes que tú no sabes

INCOMPETENCIA CONSCIENTE

- Sabes que tú no sabes

COMPETENCIA CONSCIENTE

- Sabes que tú sabes cómo

COMPETENCIA INCONSCIENTE

- Instintivo – no se requiere pensamiento

MAGNA
INSTITUCIÓN DE ESPECIALIZACIÓN PROFESIONAL

FILOSOFIAS Y ESTRATEGIAS DE CONFIABILIDAD

¿Qué es confiabilidad en el mantenimiento?

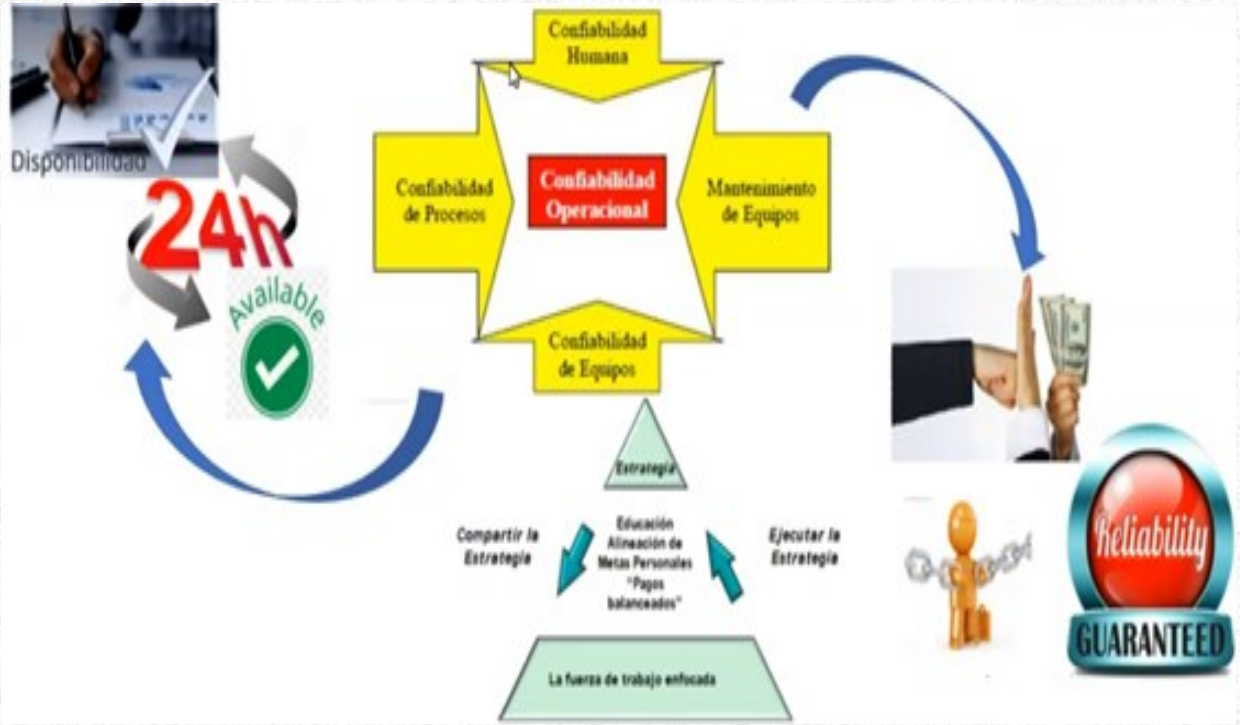
La confiabilidad es la probabilidad de que un equipo, componente, máquina o sistema no falle y realice su función determinada de acuerdo con las condiciones de operación y parámetros pree establecidos como temperatura, presión, caudal, etc., en un determinado lapso de tiempo.

La confiabilidad se puede calcular mediante diversos métodos y algoritmos, sin embargo, todos ellos requieren que exista una base de información histórica adecuada que sea registrada en forma confiable y completa.

ESTRATEGIAS DE CONFIABILIDAD

Es importante puntualizar que en un programa de optimización de Confiabilidad Operacional, es necesario el análisis de los siguientes cuatro parámetros: confiabilidad humana, confiabilidad de los procesos, mantenibilidad de los equipos y la confiabilidad de los equipos.

La variación en conjunto o individual de cualquiera de los cuatro parámetros presentados en la figura, afectará el comportamiento global de la confiabilidad operacional de un determinado sistema.



ESTRATEGIA PARA INCREMENTAR CONFIABILIDAD - RCM

(Reliability Centered Maintenance - RCM)

Defina las funciones de los activos
- Funciones Primarias → productividad
- Funciones Secundarias → seguridad, ambiente, etc.

Defina las fallas funcionales
- ¿Qué constituye un estado de falla?
- ¿Cómo llega el activo a su estado de falla?

Identifique los modos de falla
- Deterioro
- Defectos de diseño
- Errores humanos

Identifique los efectos de la falla
- Evidencia de falla
- Daño físico
- Amenazas de la misión
- Requerimientos de restauración

Identificar las consecuencias de falla
- Consecuencias ocultas
- Consecuencias de seguridad y ambientales
- Consecuencias no operacionales
- Consecuencias operacionales

Análisis de Modos de Falla, Efecto y Criticidad (AMEF)

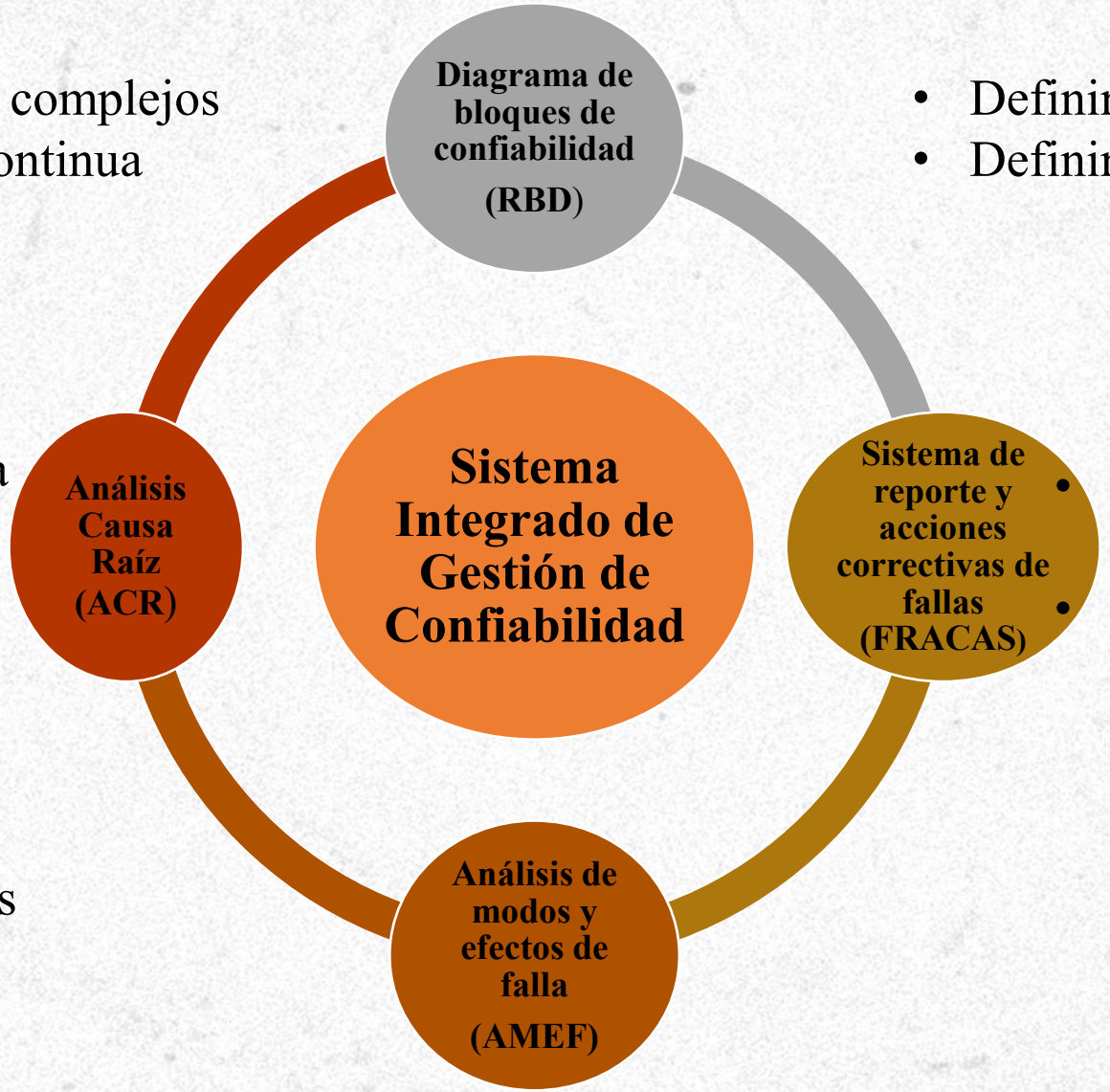
Seleccione la estrategia de mantenimiento apropiado
- Operar hasta la falla
- Rediseño
- Reemplazo/reconstrucción programada
- Sistema redundante
- Mantenimiento basado en condición

UN MODELO INTEGRADO PARA GESTION DE LA CONFIABILIDAD

MAGNA
INSTITUCIÓN DE ESPECIALIZACIÓN PROFESIONAL

- Analizar problemas complejos
- Apoyar la mejora continua

- Definir flujo
- Definir y estandarizar funciones



- Catalogar y "Dolarizar" riesgos para la eficiencia de la manufactura
- Especificar acciones correctivas y realizar análisis de costo-beneficio
- Comparar los resultados proyectados con los resultados reales

- Estandarizar la taxonomía de los modos y causas de falla
- Estandarizar el proceso de estandarizar de colecta de datos

CULTURA DE CONFIABILIDAD

MAGNA
INSTITUCIÓN DE ESPECIALIZACIÓN PROFESIONAL

La CONFIABILIDAD trata de 80% CULTURA y 20% todo lo DEMÁS

Una cultura de mantenimiento positiva y enriquecedora es un activo crítico de la planta

- **La cultura decide a quién contratamos y a quién no**
- **La cultura fomenta la formación y las habilidades laborales excepcionales**
- **La cultura dice sí a las herramientas correctas, las mejoras de las máquinas y los procedimientos correctos**
- **La cultura celebra los éxitos proactivos y purga los hábitos de mantenimientos reactivos**

Palabras que caracterizan la transformación a la gestión de plantas enfocadas en la confiabilidad

MAGNA
INSTITUCIÓN DE ESPECIALIZACIÓN PROFESIONAL

ANTES

- Indiferencia
- Culpa
- Frustración
- Desperdicio
- Desconfianza
- Pesimismo
- Pérdidas
- Empirismo

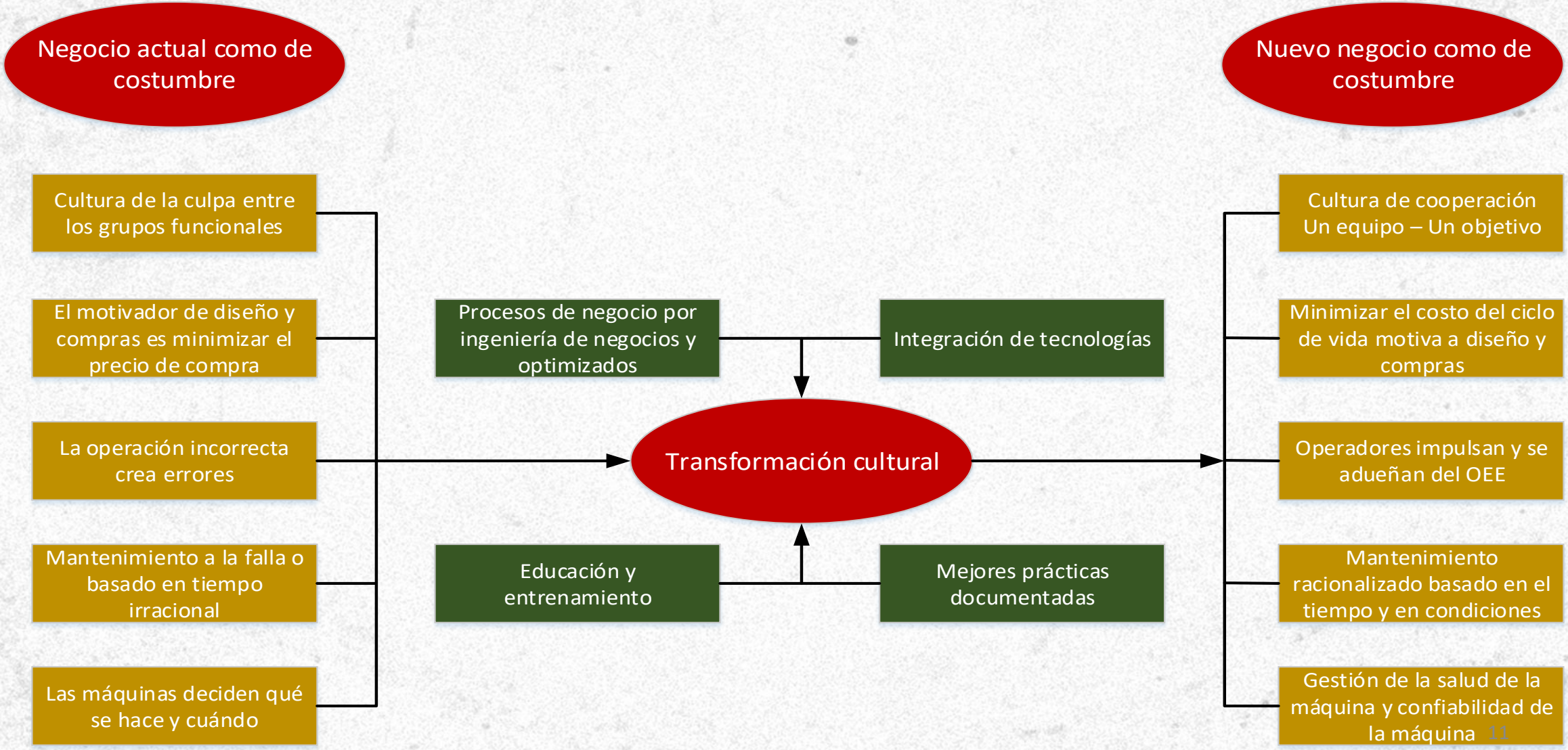
CATALIZADOR

- Capacitación
- Invertir
- Planificación
- Creer
- Trabajo duro
- Soporte de gerencia
- Medición
- Crisis

DESPUÉS

- Orgullo
- Seguridad laboral
- Trabajo en equipo
- Habilidades laborales y aspiración profesional
- Conocimiento
- Optimismo
- Mentoring
- Recompensas

UN NUEVO NEGOCIO COMO DE COSTUMBRE PARA LA CONFIABILIDAD DE LA MAQUINARIA



Ciclo conductual de la desesperación

Continuado por:
- Mismas operaciones
- Mismo mantenimiento
- Mismo diseño
- Volver a comprar los mismos problemas

Las máquinas se descomponen

Causado por:
- Diseño deficiente
- Instalación deficiente
- Operación deficiente
- Mantenimiento deficiente

Comportamiento reforzado

Perpetuación auto catalítica de la mala práctica

Máquinas reparadas

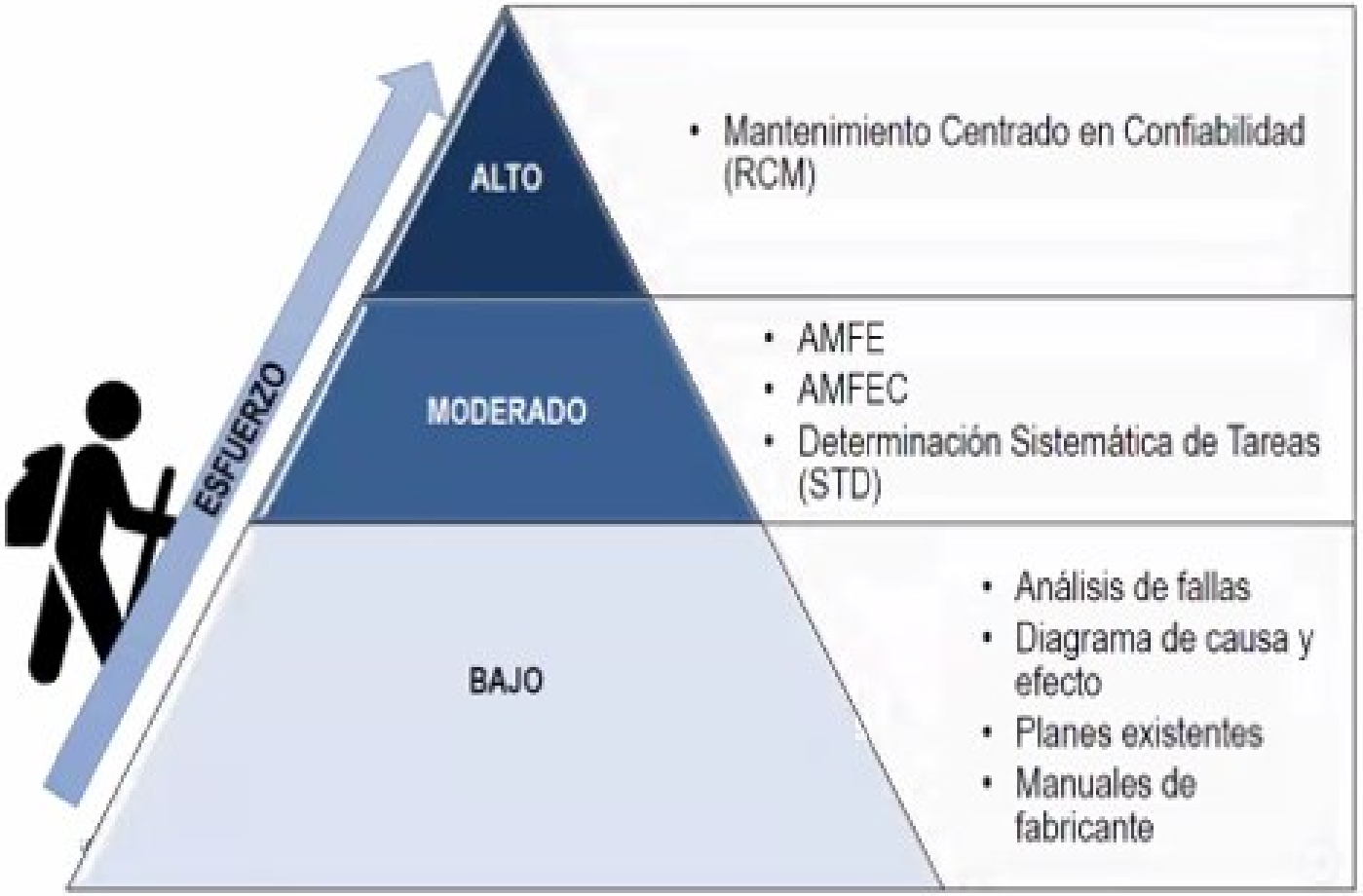
Resultado en:
- Juego de culpas
- Sin ACR

La administración debe intervenir aquí para afectar el cambio

Acciones recompensadas

Reforzado por:
- Extrínseco (Horas extras)
- Intrínseco (Felicitaciones)

METODO VS ESFUERZO



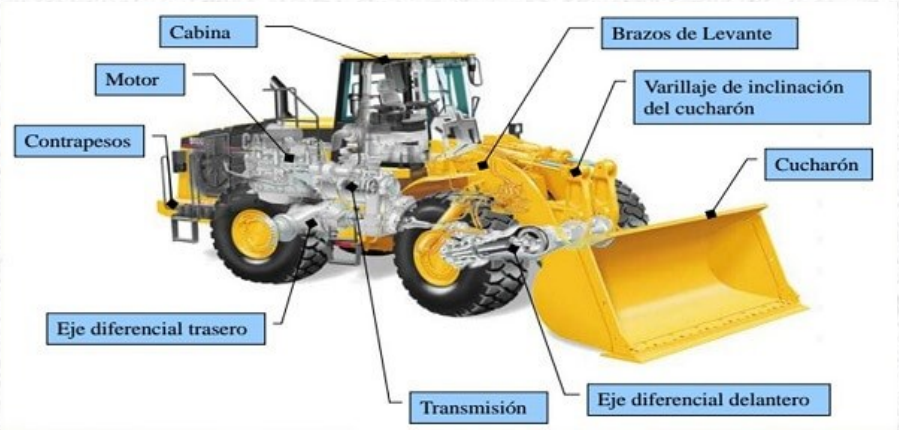
PRINCIPIOS DEL RCM

1. El objetivo primario del RCM es preservar la función del sistema

2. Identificar los modos de fallas que pueden deshabilitar la función

3. Priorizar las necesidades de la función (modos de falla)

4. Seleccionar las tareas de PM aplicables y efectivas para los modos de falla prioritarios



ALGUNOS CONCEPTOS DE RCM

MAGNA
INSTITUCIÓN DE ESPECIALIZACIÓN PROFESIONAL

La metodología del RCM se enfoca en que hacer y porque hacerlo

El cuando, la frecuencia de las tareas provendrá de un análisis complementario

Los métodos tradicionales para determinar las tareas de PM están enfocados en la selección de tareas que pueden ser ejecutados en el equipo

La premisa básica del RCM es preservar la función no preservar el equipo

MAGNA
INSTITUCIÓN DE ESPECIALIZACIÓN PROFESIONAL

El propósito en el RCM es contar con una base racional para explicar porque hacemos una tarea de PM

Las tareas seleccionadas se derivaron de la comprensión y análisis de los modos de falla y son las mas apropiadas para preservar la función

Los métodos tradicionales para determinar las tareas de PM están enfocados en la selección de tareas que pueden ser ejecutados en el equipo

La captura de FMECA es parte del personal de mantenimiento y operaciones quienes están comprometidos y tiene un sentido de pertenecía .

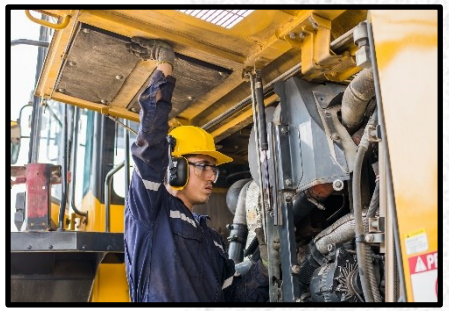
MAGNA
INSTITUCIÓN DE ESPECIALIZACIÓN PROFESIONAL

EQUIPO DE RCM

Facilitador

Supervisor Operaciones

Técnico Mantenimiento



Supervisor Mantenimiento

EQUIPO DE TRABAJO

Operador

NORMAS PARA IMPLEMENTAR RCM

MAGNA
INSTITUCIÓN DE ESPECIALIZACIÓN PROFESIONAL

ESTÁNDARES

SAE JA1011

Evaluation Criteria RCM Processes: Criterios de evaluación del proceso de RCM

SAE JA1012

Guide RCM Standard: Guía para el RCM estándar.

SAE J1739

Failure Mode And Effect Analysis: Análisis de modos y efecto de fallas

MANTENIMIENTO PREDICTIVO

El MPd es la serie de acciones que se toman y las técnicas que se aplican con el objetivo de detectar fallas y defectos de la maquinaria en las etapas incipientes para evitar que las fallas se manifiesten catastróficamente durante la operación del equipo y que ocasionen paros de emergencia y tiempos muertos causando un impacto financiero negativo.

Este tipo de mantenimiento puede ayudar a predecir fallas en etapas tempranas del activo.

- Mantenimiento planificado
- Mantenimiento basado en la condición
- Mantenimiento basado en el estado
- La filosofía es: “SI NO ESTA DAÑADO, NO LO CAMBIES”

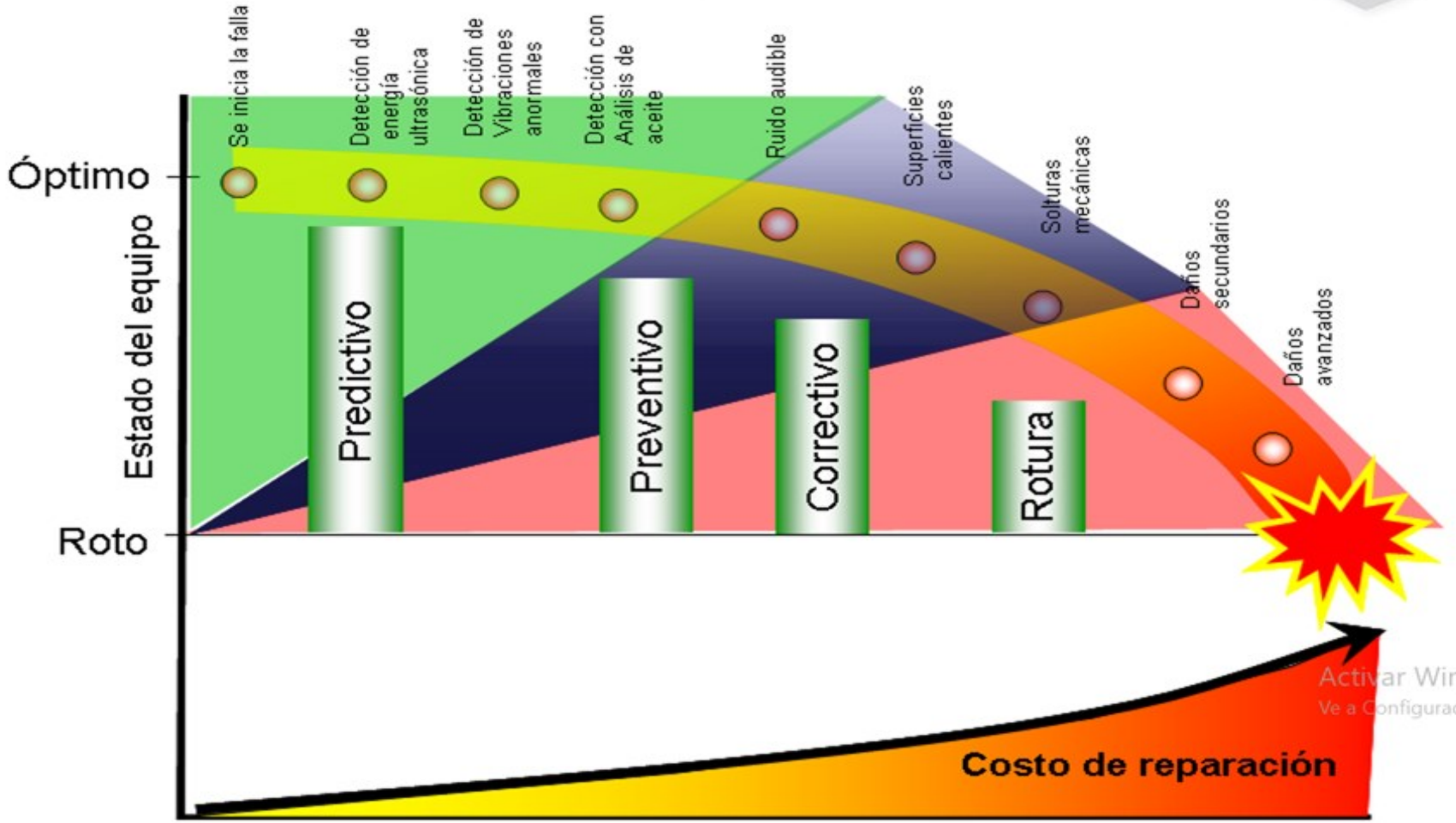
FORTALEZAS Y DEBILIDADES DEL MONITOREO DE CONDICION

- El intervalo P-F es el tiempo entre la detectabilidad de la falla potencial y la ocurrencia de la falla funcional.
- Utilice técnicas de monitoreo de condición para maximizar el intervalo P-F.

	Detección del intervalo P-F (¿qué va suceder?)			Análisis de causa raíz de falla (¿por qué va suceder?)		
	Análisis de Lubricante	***Análisis de Vibración***	***Análisis Térmico***	***Análisis de Lubricante***	***Análisis de Vibración***	***Análisis Térmico***
Control de Causas Raíz						
Contaminación lubricante	excelente	malo	malo	excelente	malo	regular
Desalineamiento	regular	excelente	regular	regular	excelente	regular
Desbalanceo	regular	excelente	regular	malo	excelente	regular
Lubricante incorrecto	excelente	malo	malo	excelente	malo	malo
Lubricante degradado	excelente	malo	malo	excelente	malo	malo
Alta temperatura de operación	regular	regular	excelente	regular	regular	excelente
Detección de Fallas						
Desgaste	excelente	bueno	regular	excelente	regular	regular
Cavitación	bueno	malo	regular	regular	malo	regular
Fractura diente engrane	malo	excelente	malo	regular	regular	malo
Resonancia estructural	malo	excelente	malo	malo	excelente	malo
Fatiga	excelente	bueno	bueno	excelente	regular	regular

Pregunta:

¿Con qué frecuencia deben realizarse las mediciones de mantenimiento predictivo?

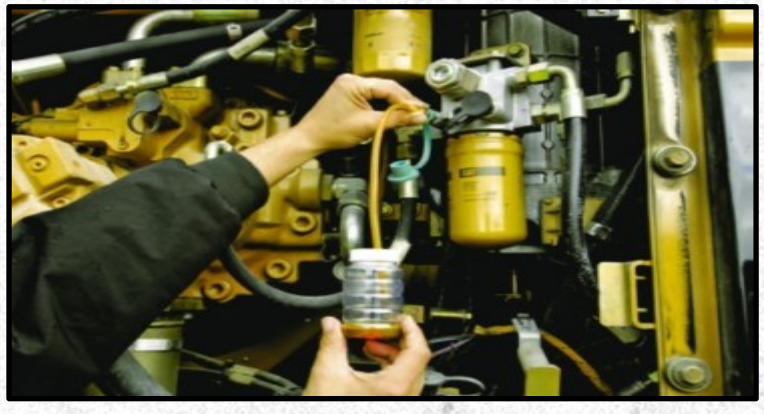


VENTAJAS

- Los costos de mantenimiento se reducen hasta en un 50 %.
- Se reducen las fallas imprevistas hasta en un 55 %
- Reducción de tiempo de reparación y overhaul hasta un 60 %
- Reducción de uso de repuestos hasta en un 30 %
- Incremento del tiempo medio entre fallas hasta en un 30 %
- Incremento del tiempo de operación libre de fallas hasta un 30 %
- Anticipación a los fallos
- Minimizar tiempo de inactividad
- Maximizar vida útil del equipo
- Optimiza la productividad
- Capacidad de transformar
- Técnicas usadas “On condition”
- Mejora la fiabilidad

DESVENTAJAS

- Costos de instrumentos, de sistemas, servicios y personal son considerables
- No asegura que el tiempo de vida sea extendido
- Tiempo en evaluación e implementación
- Alta inversión inicial
- Necesidad de personal calificado y certificado



ISO 17359 – GUIA GENERAL PARA MONITOREO DE CONDICION Y DIAGNOSTICO DE MAQUINARIA

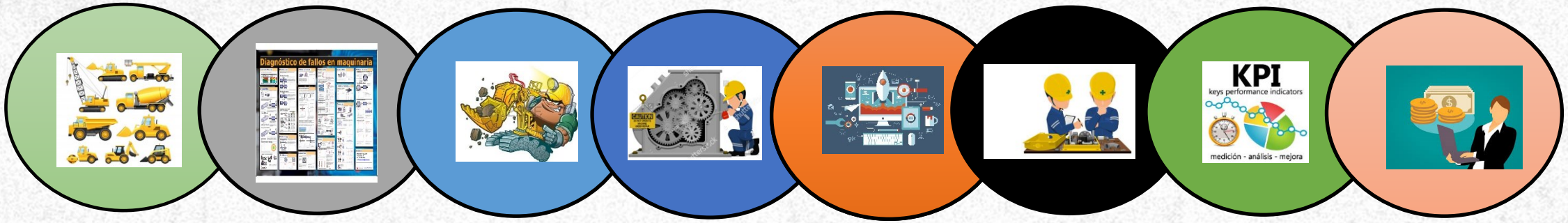
MAGNA
INSTITUCIÓN DE ESPECIALIZACIÓN PROFESIONAL

ANALISIS DE CRITICIDAD

METODO DE MBC Y FRECUENCIA DE MUESTREO

ACCIONES PARA RESULTADOS ANORMALES

ANALISIS COSTO BENEFICIO



LISTADO DE MAQUINAS

MODOS DE FALLA CRITICOS

COLECTA DE DATOS Y ANALISIS

EFECTIVIDAD DE LAS ACCIONES

MANTENIMIENTO PROACTIVO

MAGNA
INSTITUCIÓN DE ESPECIALIZACIÓN PROFESIONAL

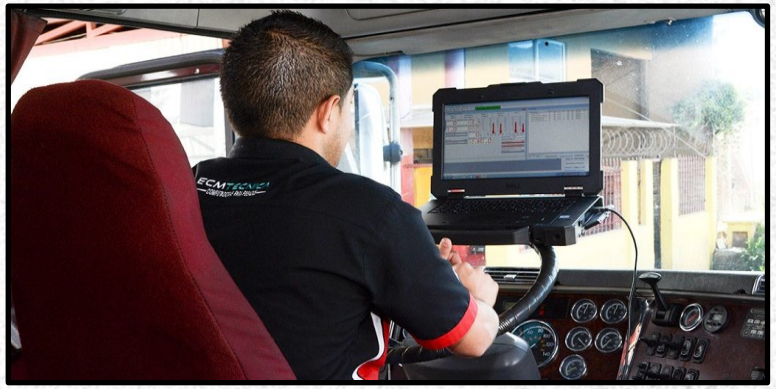
El MPr es una estrategia de mantenimiento dirigida fundamentalmente a la detección y corrección de las causas raíz del problema que generan desgaste y que conducen a la falla de la maquinaria. Una vez que las causas que generan el desgaste han sido localizadas, no debemos permitir que estas continúen presentes en la maquinaria, ya que de hacerlo, su vida y desempeño, se verán reducidos.

VENTAJAS

- Tiempo de vida de las maquinas es extendido
- Se incrementa la confiabilidad del equipo
- Menos fallas y por lo tanto daños secundarios
- Tiempos de parada reducidos
- Reducción de costos globales de mantenimiento

DESVENTAJAS

- Costo adicional para instrumentos, sistemas y personal
- Capacidades adicionales requeridas
- Inversión adicional
- Requiere un cambio de filosofía en todos los niveles de la organización



LOS 7 PASOS DEL RCM

1. Selección de sistemas y recolección de información

2. Definición de los límites del sistema

3. Descripción del sistema y diagramas de bloques funcionales

4. Funciones de los sistemas y fallas funcionales

5. Análisis de modo y efecto de falla (FMECA)

6. Análisis de árbol lógico (LTA)

7. Selección de tareas

7 PREGUNTAS BASICAS

¿Cuáles son las funciones y los parámetros de funcionamiento asociados al activo en su actual contexto operacional?

¿De que manera falla en cumplir sus funciones?

¿Cuál es la causa de cada falla funcional?

¿Qué sucede cuando ocurre cada falla?

¿En que sentido es importante cada falla?

¿Qué puede hacerse para prevenir o predecir cada falla?

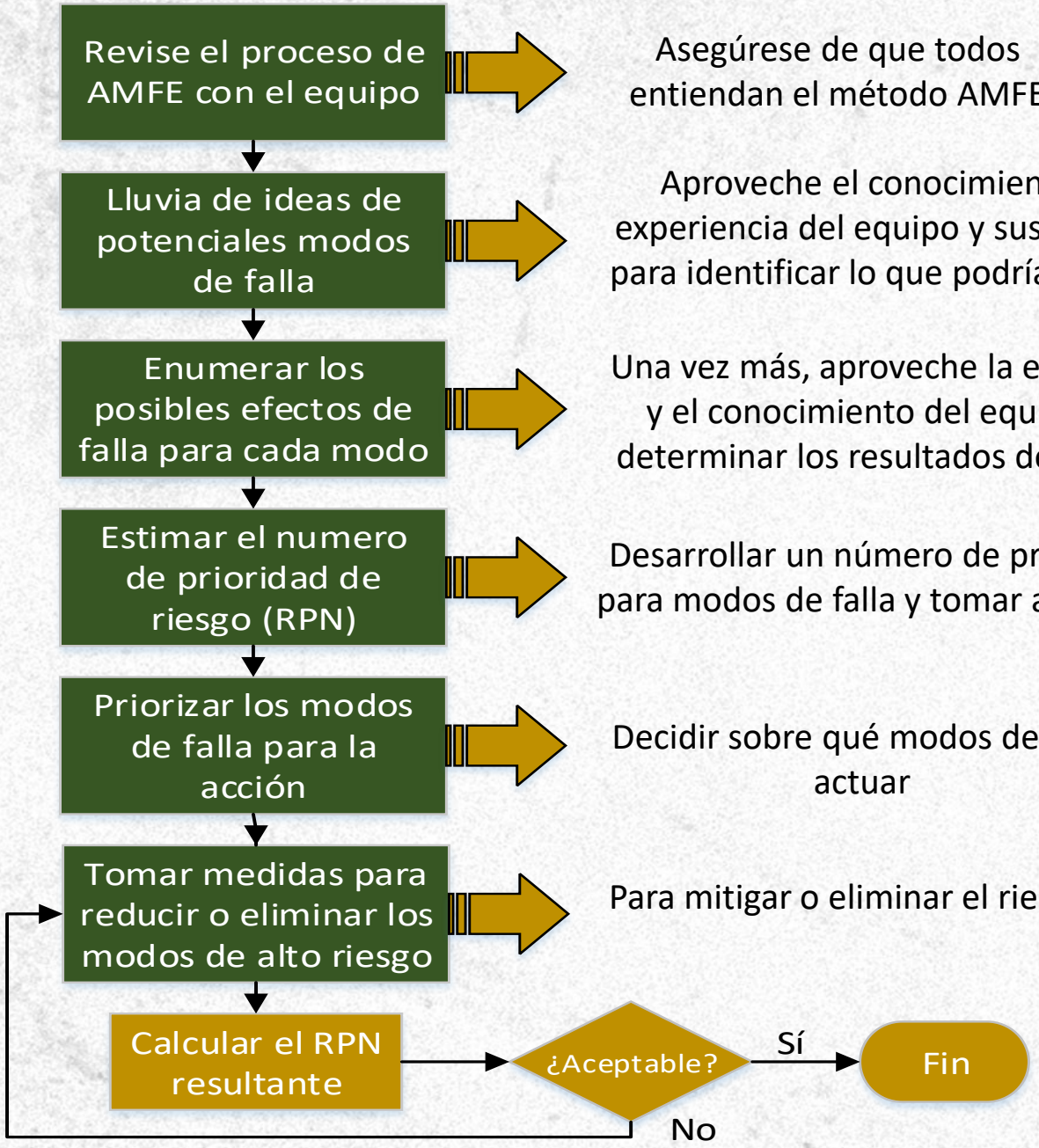
¿Qué debe hacerse sino se encuentra una tarea proactiva adecuada?

APLICACIONES DEL AMEF:

- Identificar efectos inaceptables de fallas.
- Determinar la necesidad de redundancia, características de diseño (p.ej. Libre de falla) y/o operar a menor régimen.
- Identificar la necesidad de materiales, repuestos y componentes alternativos.
- Identificar consecuencias de fallas serías.
- Revelar peligros y riesgos o el no cumplimiento de regulaciones.
- Identificar requerimientos de monitoreo.
- Generar procedimientos estandarizados de operación y mantenimiento.
- Definir programas de mantenimiento preventivo y correctivo.
- Desarrollar procedimientos de diagnostico y aislamiento de avería en diseño/operación.
- Facilitar la comunicación entre:
  - Ingenieros de diseño del equipo
  - Fabricantes/instaladores del equipo
  - Operadores/mantenedores del equipo

AMFE es un enfoque sistemático y riguroso para el estudio de los sistemas

Análisis de Modos de Falla y Efecto (AMFE)



Los términos AMFE y el análisis de modos y efectos de falla y criticidad (AMEFC) son generalmente intercambiables.

El número de prioridad de riesgo (RPN), es una evaluación numérica del riesgo asignado a un proceso, o pasos en un proceso, como parte del análisis de modos de falla y efecto (AMFE), en el que un equipo asigna a cada modo de falla valores numéricos que cuantifican la probabilidad de ocurrencia, probabilidad de detección y gravedad del impacto.

ANALISIS DE MODOS DE FALLA Y EFECTO (AMFE)

Elementos del AMFE de lubricación

- "Fallo de lubricación" es un termino amplio
- Crear un AMFE especifico de lubricación
- Clasificar los modos de falla basados en probabilidad
- Identificar mecanismos efectivos de detección (esto define la estrategia de monitoreo de condición)
- Estimar el intervalo P-F (esto define la frecuencia de monitorización)

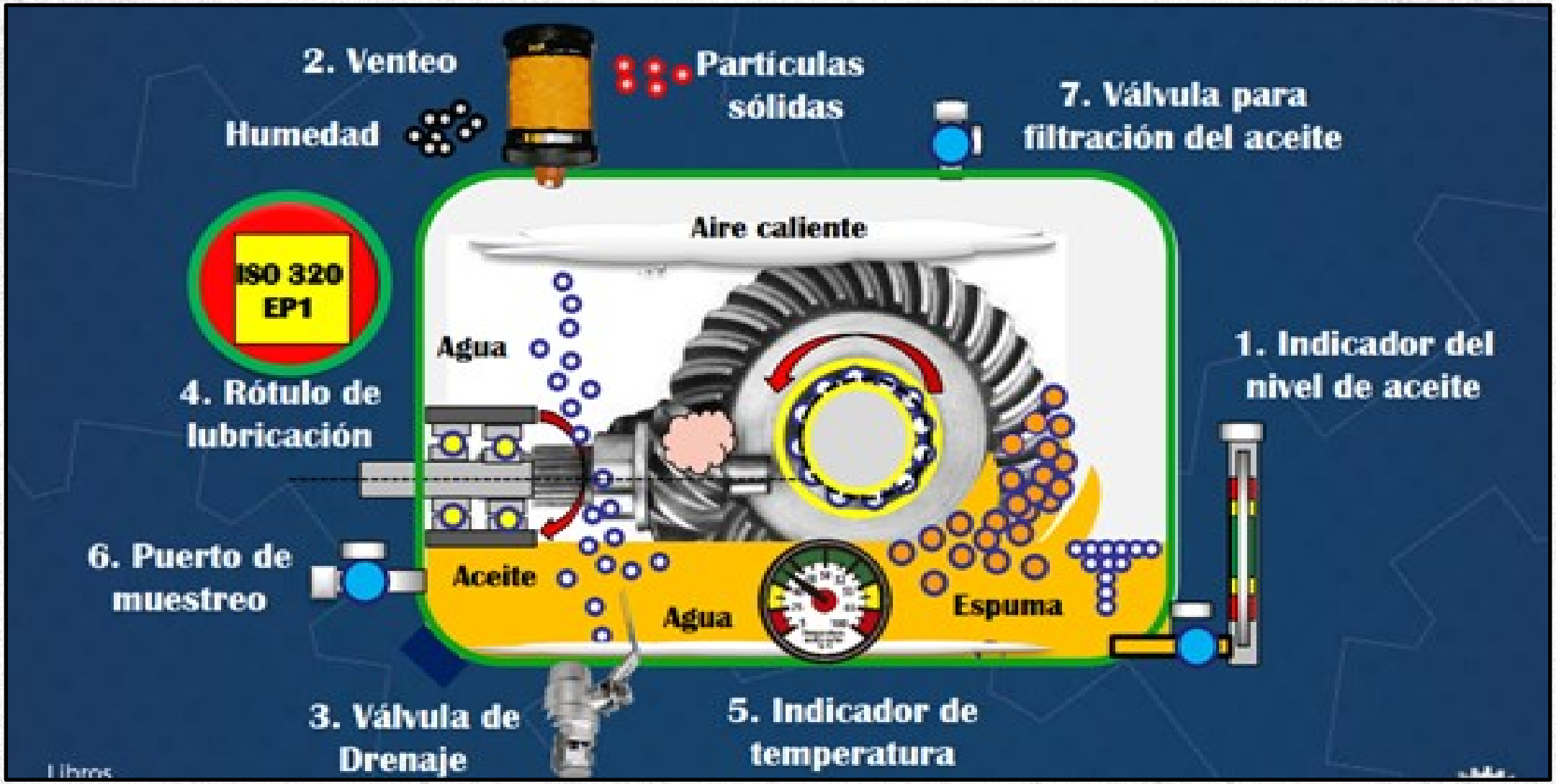
Algunos modos de falla relacionados con el lubricante

- Falta de lubricante o niveles bajos
- Lubricante incorrecto seleccionado o aplicado
- Degradación del lubricante
- Contaminación por partículas
- Contaminación por humedad
- Contaminación por combustible/químico
- Contaminación por refrigerante
- Espuma y aireación
- Exceso/falta de grasa
- Barniz/lodo

Ejemplo AMFE para un compresor de aire alternativo

Modo de falla relacionado con lubricación	Posibles efectos	Criticidad	Posibles causas	Mecanismos de detección	Intervalo de muestra/inspección
¿Cuál es la naturaleza de la falla?	¿Qué podría pasar si ocurre?	¿Cuál es la importancia y probabilidad de ocurrencia?	¿Qué causas raíz llevaron a la falla?	¿Cómo se puede detectar la falla?	¿Cuánta advertencia es proporcionada por los mecanismos de detección y la frecuencia de uso?
Corrosión de rodamientos	Fallo del rodamiento que provoca un fallo del compresor	Problema histórico crónico, reparaciones costosas y tiempo de paro	Fuga de refrigerante en la junta de la cabeza	Análisis mensual de aceite en sitio, inspecciones de mirillas	El intervalo de muestreo debe ser más corto que el intervalo P-F previsto

REDISEÑO O BLINDAJE DE EQUIPOS PARA INCREMENTAR CONFIABILIDAD EN LA MAQUINARIA



LINEAMIENTOS

¿En qué consiste definir un plan de mantenimiento?

Identificar las causas de falla → Definir las estrategias para manejarlas

PASOS PARA DEFINIR UN PLAN DE MANTENIMIENTO

Aplicación de metodologías

1. Definir las causas de falla
2. Entender cómo ocurre la causa de falla en el tiempo
3. Entender el impacto causado por la falla
4. Definir la tarea o acción para manejar las causas de falla
5. Definir las frecuencias de las tareas

Implementación del plan de mantenimiento

6. Agrupar las tareas en actividades
7. Asignar los recursos a cada tarea de las actividades definidas
8. Generar la demanda planeada de recursos
9. Alinear las actividades
10. Evaluar el plan de mantenimiento

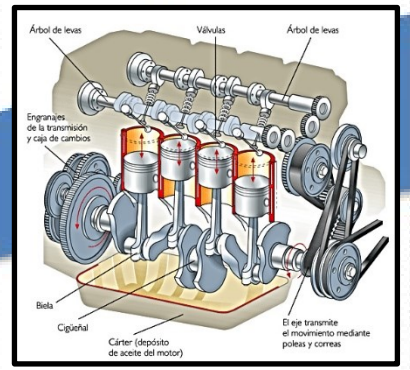
CAMBIO DE ALCANCE - FASES DE MADUREZ

MAGNA
INSTITUCIÓN DE ESPECIALIZACIÓN PROFESIONAL

Planes a nivel de familias

Planes a nivel de activos

Planes a nivel de componente



Planes a nivel de causa de falla

TAREAS DE LUBRICACION - ¿Qué SE HACE?

Objetivos

- Inspecciones con base en mantenimiento basado en condición (MBC) – ej. Presión diferencial en filtros, fugas, nivel de aceite, BS&W, espuma.
  - El poder de la inspección diaria de un minuto
- MBC apoyado con tecnología (proactivo y predictivo)
  - Análisis de aceite
  - Análisis de filtros
  - Vibración, termografía, etc.
- Programa de re-lubricación (rellenos, re engrases, etc.)
- Programa de cambios de aceite y filtros
- Programa de cambio de componentes (ej. sellos, bombas, rodamientos, etc.): vida útil predecible (TMEFs)

Del 60-80% de las órdenes de trabajo basadas en condición provienen de un programa de inspección bien diseñado vs. análisis de aceite, vibración, etc., de ahí la importancia de la inspección diaria de un minuto.

Sub-ensamble	Producto	Cant*	Número de puntos	Frecuencia de lubricación	Método de aplicación	Análisis de aceite	Conjunto de pruebas	Procedimiento de pruebas
Motor	#2 RB	14	2	Semestral	Pistola de engrasar	NA	NA	Lubricación de motor eléctrico
Acoplamiento	#2 Coples	6	2	Anual	Pistola de engrasar	NA	NA	Engrase de acoplamiento de engranes
Reductor	220 - EP	55	1	Semestral	Baño de aceite	Trimestral	Engranes	Relleno de aceite con bomba manual
Rodillo motriz	#2 EP	121	2	Bimestral	Pistola de engrasar	NA	NA	Lubricación de rodamientos con pistola de engrasar manual
Rodillos intermedios	#2 EP	95	2	Bimestral	Pistola de engrasar	NA	NA	Lubricación de rodamientos con pistola de engrasar manual
Rodillos tensores	#2 EP	95	2	Bimestral	Pistola de engrasar	NA	NA	Lubricación de rodamientos con pistola de engrasar manual
Rodillo de cola	#2 EP	95	2	Bimestral	Pistola de engrasar	NA	NA	Lubricación de rodamientos con pistola de engrasar manual

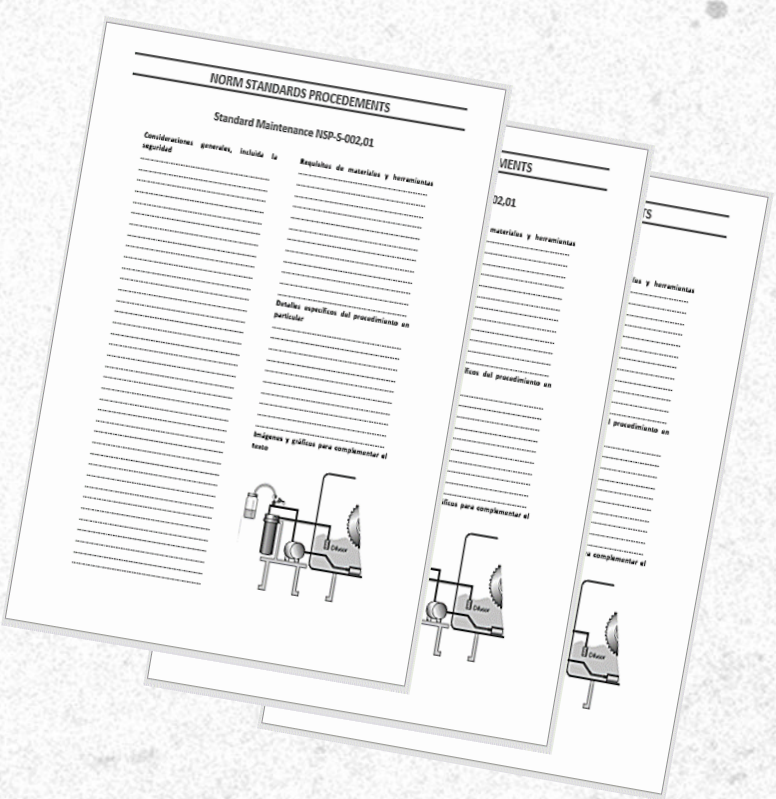
PMs DE LUBRICACION - ¿Cómo SE HACE?

MAGNA
INSTITUCIÓN DE ESPECIALIZACIÓN PROFESIONAL

- Racionalice y modernice sus PMs
- PMs de paro y arranque
- Estandarice el trabajo (basado en procedimientos) "Hacer las cosas bien, la primera vez, cada vez"
- Capacitación y apoyo
- Herramientas e instrumentos (por ejemplo, pistolas de calor, pistola de engrase por ultrasonido, etc.)
- Preparación de la maquina (accesorios modernos para los equipos)

Cualquier procedimiento no es lo suficiente bueno. Diseñe su lubricación para una mejor práctica y confiabilidad optimizada.

Estudio de optimización de PM
30% debe ser sustituido por CBM
30% no añade valor
30% añadirla valor si se reescribiera
10% está bien como está escrito



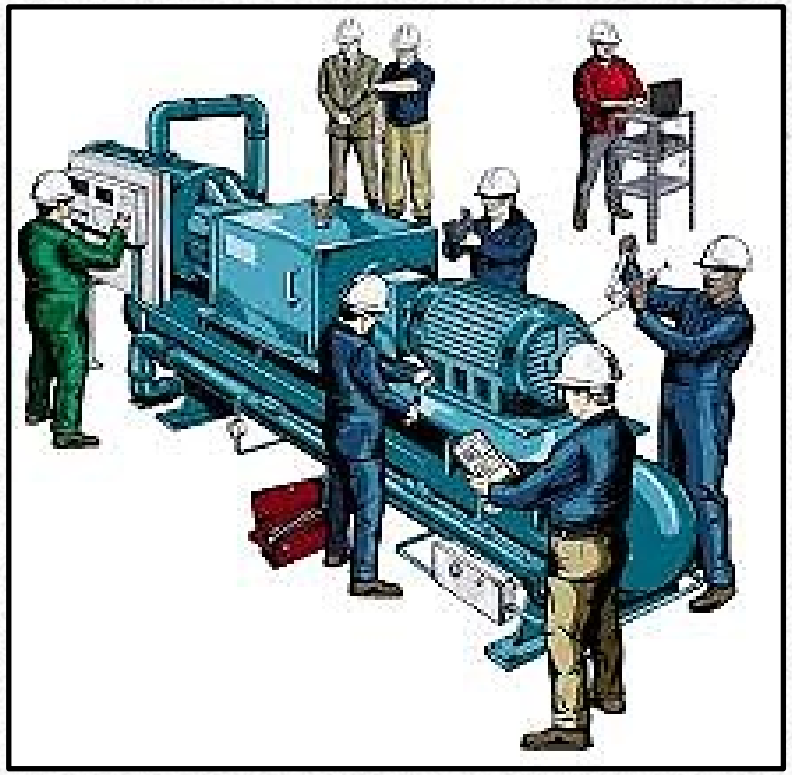
PMs DE LUBRICACION - ¿QUIEN LO HACE?

¿Quién lo hace?

- ¿Los operadores?

Operador involucrado en la confiabilidad (OIC). "El propietario o conductor del auto es la persona que revisa el nivel de aceite, la presión de los neumáticos, luces, etc."

- ¿Mantenimiento?
- ¿Ambos? Mantenimiento autónomo
- ¿El operador hace los rellenos, engrasa y toma muestras de aceite?
- ¿Mantenimiento hace el cambio de aceite, lavado y reparación?
- Sentido de pertenencia del programa; participativo



PMs DE LUBRICACION - ¿CUANDO HACERLAS?

Cuándo hacerlo

- Rutinas diarias
- Por programa
- Basada en condición
- Detección temprana de fallas (conozca el intervalo PF)

Mantenimiento tiene solo dos prioridades:

- Hacerlo de inmediato
- ¿Para cuándo quiere que esté terminado?

Administración del programa y registros

- Planeado y programado
- Rutas
- Documentación
- Historia de inspecciones y mantenimiento
- Programa sustentable
- No marcar las tareas como hechas, sin hacerlas
- Monitorear las tareas programadas para asegurar que se cumplan

ESTRATEGIA PARA EL MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

Estrategia de Mantenimiento	Acción Requerida	Aplicación Basada en RCM
Operar hasta la falla (reactivo)	Reparación o reemplazo por falla	Equipo no crítico. Los costos por controlar o detectar la falla exceden los beneficios
Cambio o restauración programado (preventivo)	Reparación o remplazo por tiempo o por ciclos	El activo tiene un TMEF bien documentado y una desviación estándar pequeña
Mantenimiento por condición (predictivo)	Uso de monitoreo de condición para detectar fallas en etapa temprana. El reemplazo o reparación se programa por condición	El activo falla aleatoriamente. Su naturaleza crítica justifica las técnicas de detección temprana
Rediseño y control de condición (proactivo)	Cambios al diseño de la maquinaria, carga o procedimientos. El monitoreo de condición detecta la presencia de la causa de falla	El objetivo es reducir la tasa de falla durante un periodo de tiempo dado
Redundancia	Aplicar sistemas para compartir la carga o sistemas redundantes de respaldo	Activos de misión crítica para los cuales ninguna otra opción es aceptable
Modo deseado de falla de la máquina:	**1) muy lento, 2) muy ruidoso, 3) produciendo muchas partículas de desgaste 4) emitiendo muchas señales de advertencia fácilmente detectables**	

MAGNA

INSTITUCIÓN DE ESPECIALIZACIÓN PROFESIONAL