



CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
M É X I C O

14
EDICIÓN



“Por aquí es un camino...”
Vamos a compartir nuestras experiencias, logros, tropiezos y descubrimientos.



HENRY ELLMANN

EN SU AÑO **62** DE PROFESIÓN

ellmann
& asociados

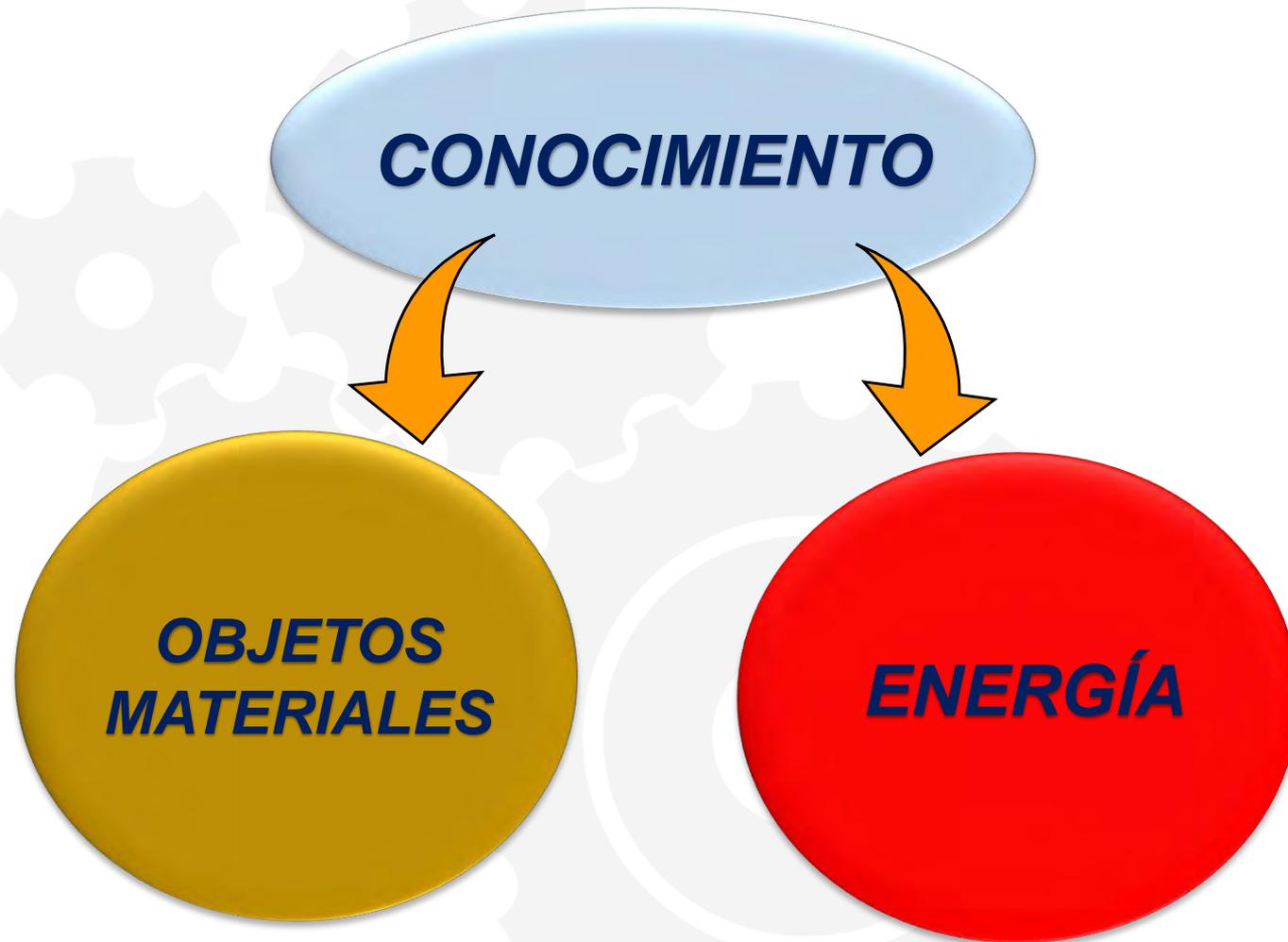
PERFORMANCE PARTNERS

Henry@ellmann.net

CASOS EXITOSOS DE IMPLEMENTACIÓN DE CONFIABILIDAD

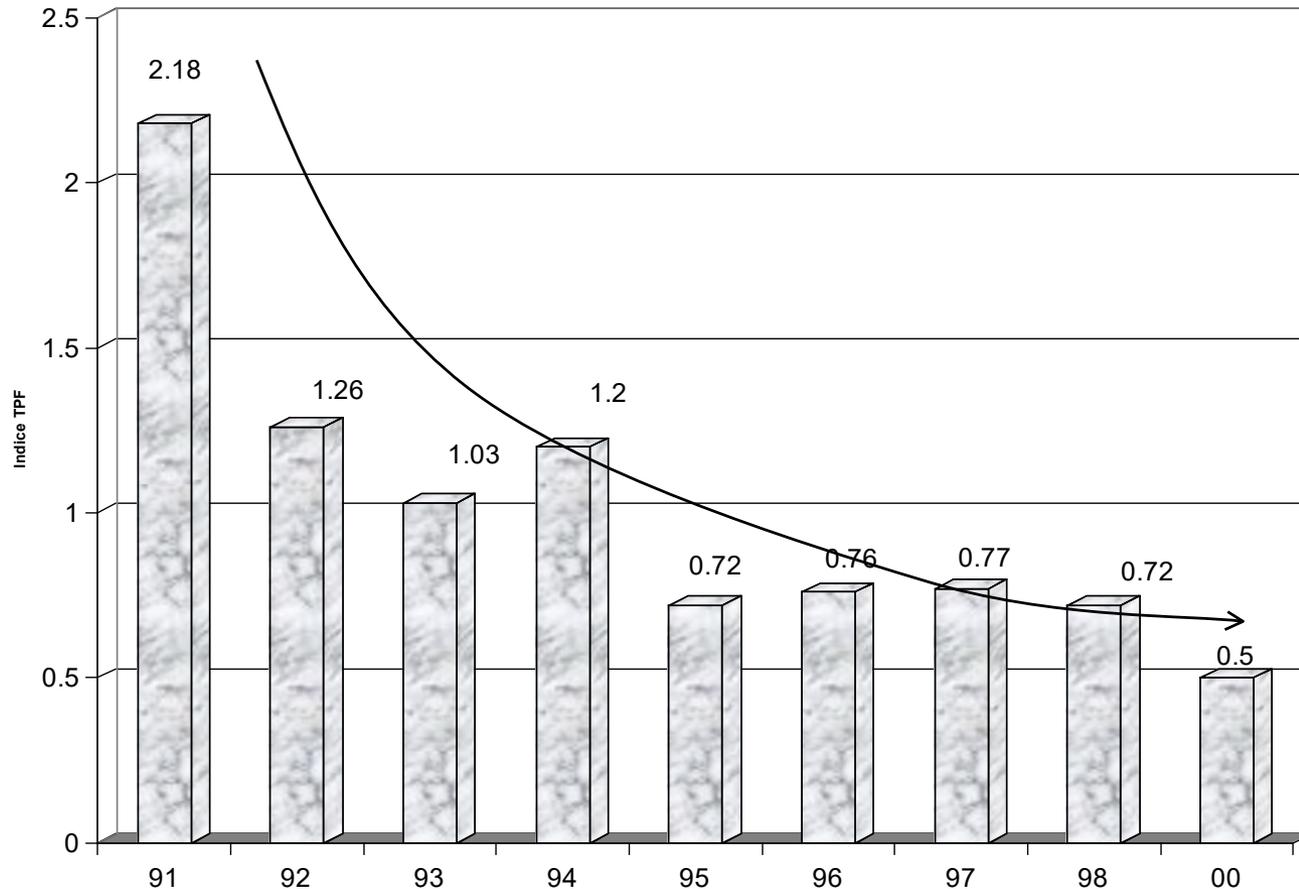


TRES ELEMENTOS EN EL UNIVERSO



Resultados Obtenidos

Evolución Tiempos Perdidos por Fallas



FALLA

La falla se desarrolla en tres etapas:

* *Un DESENCADENANTE
de la falla*

* *Un PROCESO de falla*

* *Un ESTADO de falla*

**MECANISMO DE
LA FALLA**

CAUSA

- ✓ Componentes **FÍSICOS** que fallan
- ✓ Errores **HUMANOS**

Por ignorancia o descuido

Omisión o Comisión

Metodología y Aplicación del RCM



Capacitación en TODOS los Niveles



Contestar las siete preguntas básicas de RCM2

- 1. *¿Cuáles son las funciones?***
- 2. *¿De qué forma puede fallar?***
- 3. *¿Qué causa la falla?***
- 4. *¿Qué sucede cuando falla?***

**HOJA DE
INFORMACIÓN RCM2**

- 5. *¿Cuáles son las consecuencias de la falla?***
- 6. *¿Qué se puede hacer para predecir o prevenir la falla?***
- 7. *¿Qué hacer si no se puede predecir o prevenir la falla?***

**DIAGRAMA Y HOJA
DE DECISIONES RCM2**

Grupo de Análisis RCM2



Diagrama de Decisión RCM2

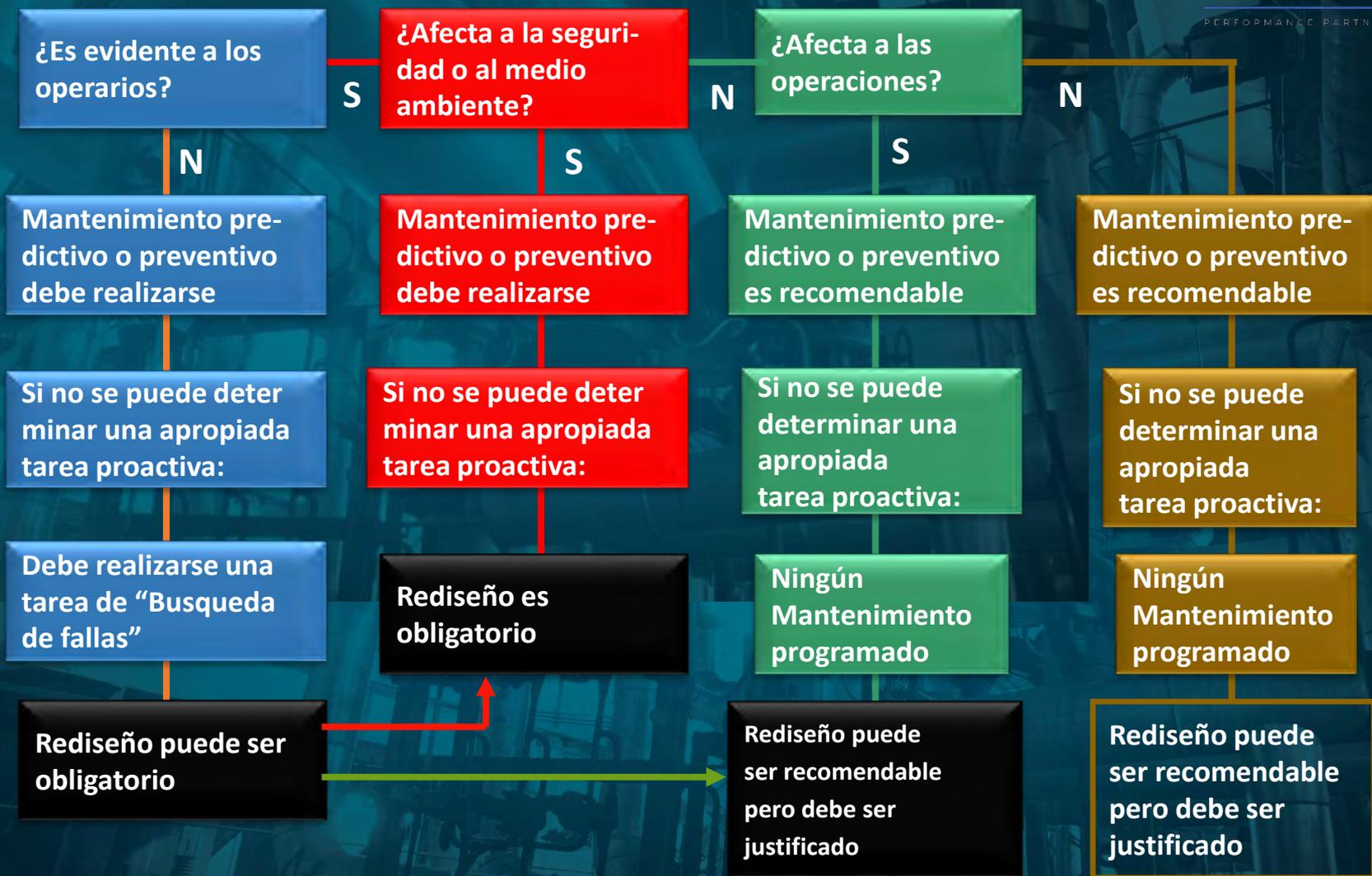
CONSECUENCIAS

FALLA OCULTA

SEGURIDAD
MEDIO AMBIENTE

OPERACIONALES

NO OPERACIONALES



Políticas para el manejo de fallas

Tareas Proactivas

Tareas rutinarias (cíclicas) diseñadas para anticipar o prevenir fallas

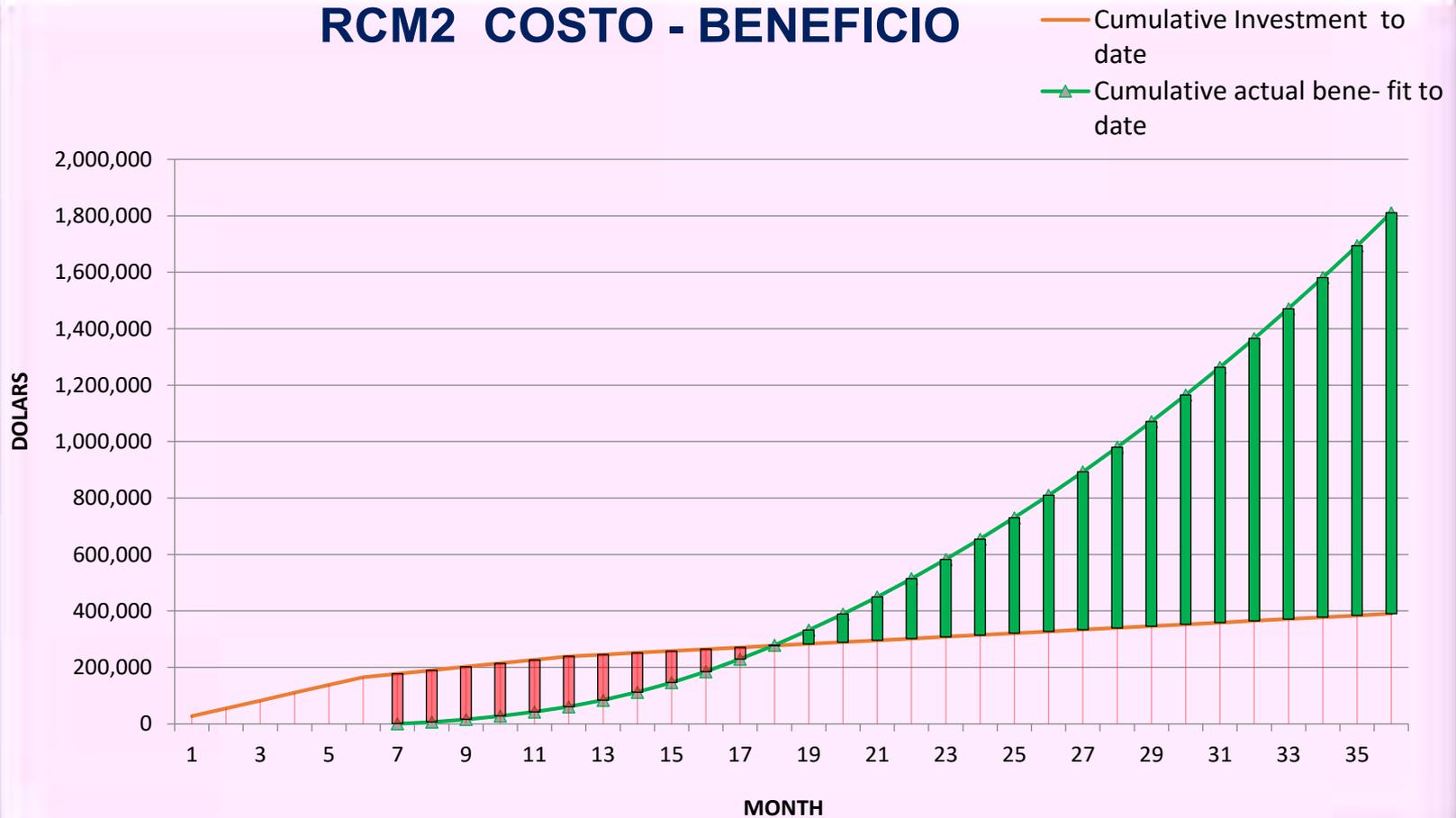
- **Tareas "a condición"**
Monitorear el funcionamiento
- **Reacondicionamiento cíclico**
Reacondicionar a intervalos fijos independientemente de su estado
- **Sustitución cíclica**
Reemplazar a intervalos fijos independientemente de su estado

Acciones "a falta de..."

Acciones tomadas si no se puede encontrar una tarea proactiva

- **Tareas de "búsqueda de fallas"**
Comprobar el estado
- **Rediseño**
Cambios en los activos ó en los procesos
- **Ningún mantenimiento programado**

RCM2 COSTO - BENEFICIO



Beneficios

- Mayor Seguridad e Integridad del Medio Ambiente
- Mejores rendimientos operativos
 - Mayor costo eficacia
 - Más larga vida útil de los activos
- Amplia base de datos de los activos y documentación auditable
 - Mayor motivación de las personas
 - Mejor trabajo en equipo
 - Una visión clara de los recursos





CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
M É X I C O

**LA EXPERIENCIA DEMUESTRA QUE
DEL TOTAL DE MODOS DE FALLA
ANALIZADOS EN UN ESTUDIO PILOTO,
CAMBIAN DE ESTRATEGIA A APLICAR,
ENTRE 10 % Y 80 % DE TODOS LOS MF**

**Amplio rango, dependiente
de las Estrategias Históricas
en aplicación actualmente.**



BRÚJULA
SESIÓN

\ TO --->	CORREC TIVE	PREDICTIVE	PREV.REST.	PREV. REPL.	FAIL. FIND.	REDESIGN	FRE QUENCY	c.b.done by
FROM \								
CORRECTIVE								
PREDICTIVE								
PREV. RESTOR.								
PREV. REPLACE.								
FAILURE FINDING								
FREQUENCY								
DONE BY								
Total pot. Benefits								
Number of FM chgd								
GRAND TOTAL	ANUALIZED POTENTIAL BENEFITS						\$/YEAR	

Casos de Estudio



Caso Oil & Gas Pozo de extracción

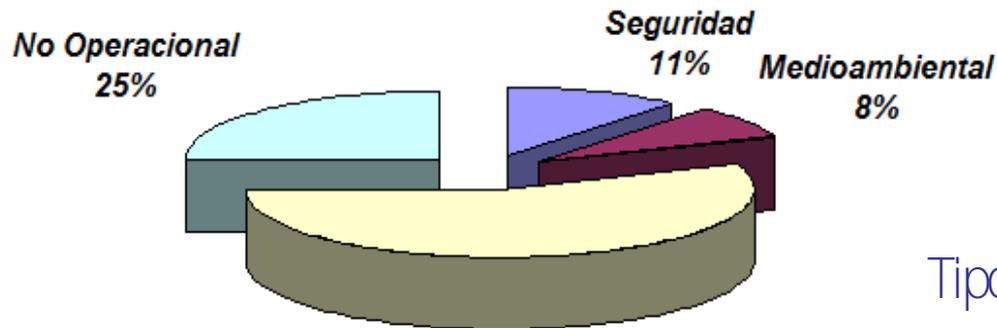
Objetivos

- Establecer Estrategias y Plan de Mantenimiento con Grupos de Trabajo RCM multidisciplinarios, Establecer las acciones necesarias para la correcta implementación de estos planes.
- **CONDICIÓN PREVIA:** formación de profesionales y técnicos en Confiabilidad de Activos Físicos.



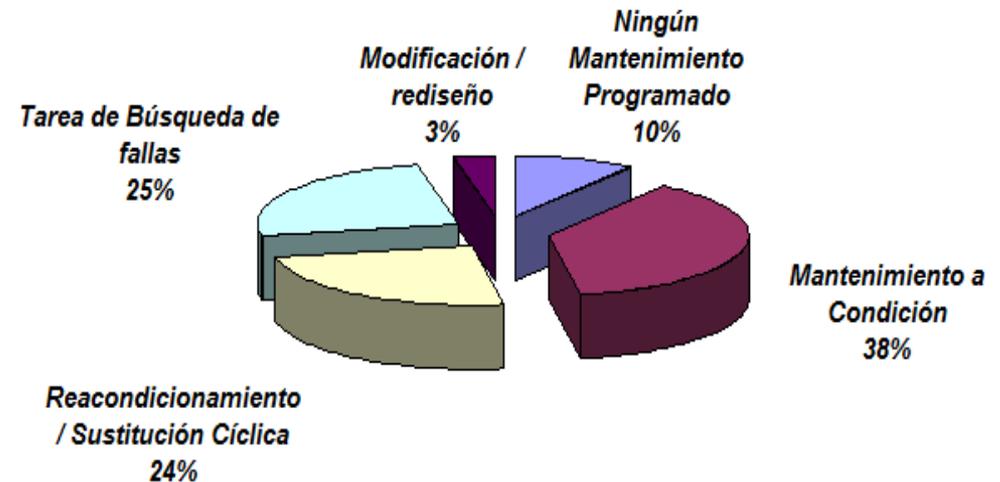
Caso Oil & Gas Pozo de extracción

Tipos de Consecuencias



- MF Analizados = 151
- Subsistemas = 9

Tipos de Tareas de Mantenimiento



Caso Oil & Gas Pozo de extracción

Cambios de estrategias de mantenimiento

64 de 151 Modos de Falla analizados con RCM2,
(~42%) resultaron modificados vs. los históricos

Requirió **14** reuniones de **3** hs/ Reunión, de un **Grupo de Análisis RCM2 de seis personas** (incluyendo al Facilitador)

Beneficio anual por

reducción de 'interrupciones con pérdidas de producción'
menores costos netos de mantenimiento (repuestos y mano de obra)

y sin calcular reducción de riesgos por accidentes ni trasgresión
de normas medioambientales, fué calculado en

US\$ 480.000.-/año

Caso de Estudio: Industria Naval Lancha de Desembarco



Caso de Estudio: Industria Naval Lancha de Desembarco

Cambio de estrategia de mantenimiento comparada

Tareas **CORRECTIVAS** antes de RCM2-NES45 **83%**

POR EL ANÁLISIS RCM2 **SE REDUCEN** al **43%**

Tareas **PROACTIVAS** antes de RCM2-NES45 **17%**

POR EL ANÁLISIS RCM2 **AUMENTAN** al **57%**

Caso de Estudio: Industria Energética

Sistema Autotransformador T2 de MI5

- Equipo Autotransformador
- Interruptor 500kV

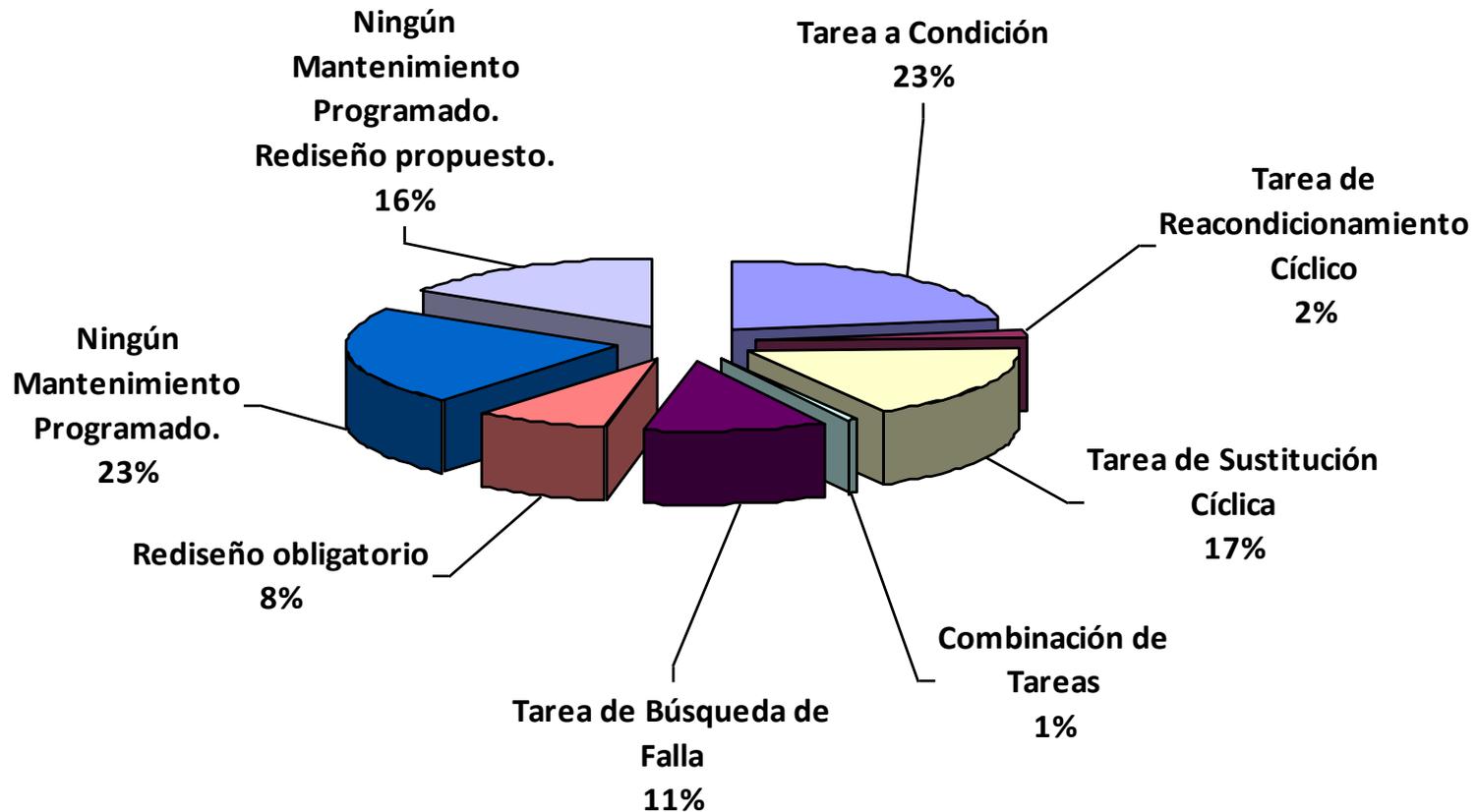


Caso de Estudio: Industria Energética

Sistema Autotransformador de MI5	
Funciones Transformador	35
Modos de falla Transformador	335
<i>Funciones Interruptor</i>	6
<i>Modos de Falla Interruptor</i>	59

Caso de Estudio: Industria Energética

Resumen de Decisiones de modos de falla - Autotransformador



Caso de Estudio: Industria Energética

Modo de Falla:		2A8
Descripción del modo de falla:		
Estrategia Previa a RCM2	Correctivo	
Estrategia Propuesta por RCM2	Predictivo	
Costo Previo al RCM2	49.867	
Costo de Propuesta por RCM2	703	
Beneficio Económico del RCM2	49.163	

Caso de Estudio: Industria Energética

Fortalezas RCM2

- **Trabajo en equipo, opiniones y puntos de vista, difusión de conocimiento y experiencia de todos los actores del equipo.**
- **Herramienta integral: exige análisis de aspectos técnicos, económicos, seguridad y medio ambiente para fundamentar adecuadamente la estrategia de mantenimiento.**
- **Perspectiva profesional.**
- **Analiza en detalle todo el equipo y sus modos de falla, todos aportan en base a su experiencia**
- **Descubrir tareas por hacer y otras que se hacen sin fundamentos.**
- **Compromiso y participación de todos los miembros del Grupo de Análisis.**

Caso de Estudio: Industria Ferroviaria



Responsabilidades
específicas hacia las partes
interesadas

Contexto



Funcionamiento de activos
vinculado directamente con
rentabilidad, seguridad y
medio ambiente

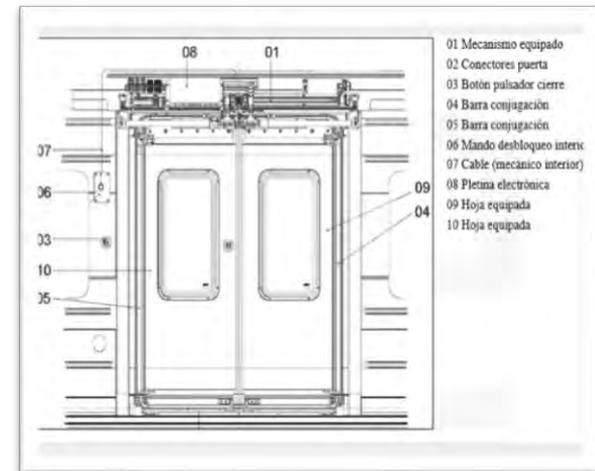
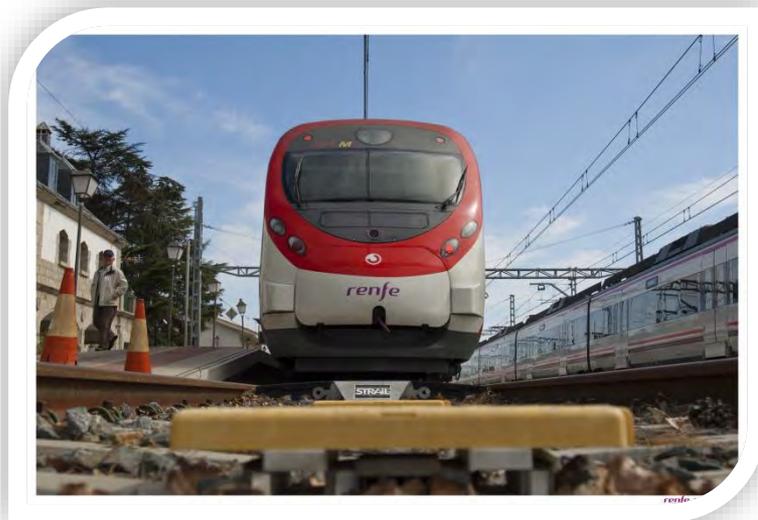


Resulta insuficiente definir
solamente qué
mantenimiento realizar

Caso de Estudio: Industria Ferroviaria

Sistema de puertas Cívia

Sistema de climatización S/598

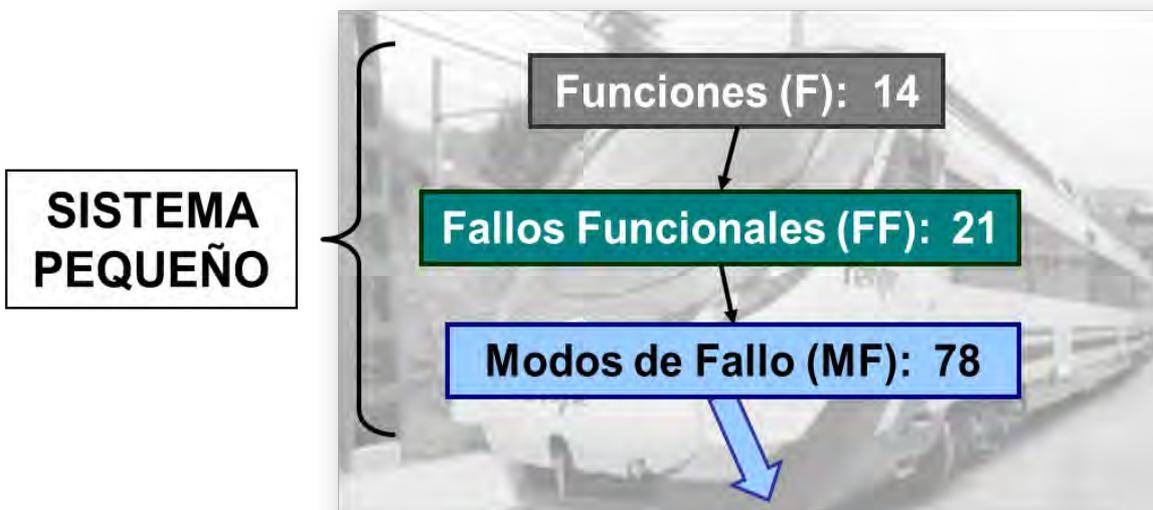


Caso de Estudio: Industria Ferroviaria

Beneficios obtenidos

- Eliminación de pruebas rutinarias que no aportan valor
- Documentación de tareas de mantenimiento que se hacían fuera del plan
- Causas de fallas, documentadas
- Gestión del riesgo
- Eliminación de fallas producidos por intervenciones de mantenimiento
- Cambio de visión reactiva a proactiva
- Mejora en el conocimiento sobre el funcionamiento de los activos estudiados
- Generación de un ambiente de trabajo basado en la fiabilidad.

Caso de Estudio: Industria Ferroviaria



EJEMPLO del RODAMIENTO

- REEMPLAZAR RODAMIENTO DESGASTADO
- COSTO DIRECTO DE REPARACIÓN \$ 2.000.-
- COSTO por tiempo de PARADA NO ANTICIPADA \$ 10.000.-
- **COSTO TOTAL DE LA FALLA NO ANTICIPADA \$ 12.000.-**
- *TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS 4 AÑOS*
- **COSTO ANUALIZADO DE “DEJAR QUE FALLE” \$ 3.000.-**



RODAMIENTO DESGASTADO



COSTO de la TAREA “A CONDICIÓN”

Costo Total de realizar la tarea predictiva

INSPECCIÓN VISUAL, CADA VEZ

\$ 100

ANUALIZADO (frecuencia mensual)

\$ 1.200

COSTO de la REPARACIÓN de la FALLA

Costo Total de reparación

\$ 1.000

Costo anualizado reparación TMEF 4 años

\$ 250

COSTO TOTAL ANUALIZADO DE TAREA A CONDICIÓN

\$1.450

COSTO TOTAL ANUALIZADO DE FALLA NO ANTICIPADA

\$3.000

EJEMPLO 2

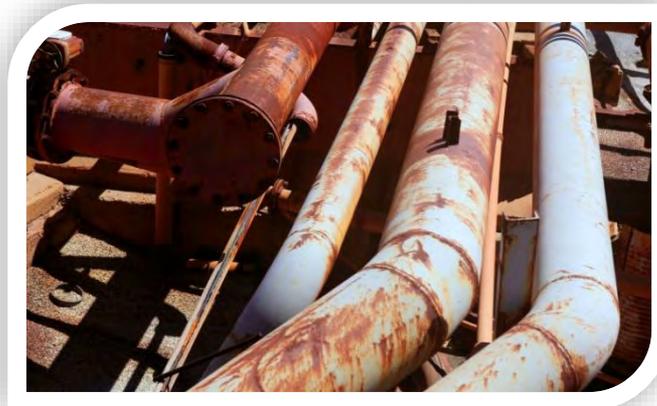
Tuberías degradadas por óxido



Caso 2 – Tuberías degradadas por óxido

FALLA NO ANTICIPADA

- Costo de reparación, 40 hH x \$25/hH \$ 1.000
- Costo de repuestos \$ 4.000
- Consecuencias operacionales (x T de Paro) \$ 100.000
- Costo TOTAL de la Reparación no anticipada \$ 105.000
- TMEF = 10 años
- **COSTO ANUALIZ. FALLA NO ANTICIPADA \$10.500.-**



Caso 2 – Tuberías degradadas por óxido

DETECCIÓN DE LA FALLA ANTICIPADA

Costo Total de realizar la tarea cada vez	\$ 500
Costo anualizado de realizar la tarea	\$ 500

REPARACIÓN DE LA FALLA ANTICIPADA

Costo de reparación (MdeO)	\$ 1.000
Costo de repuestos	\$ 4.000
Costo total de reparación	\$ 5.000
Costo anualizado de reparación	\$ 500



TMEF = 10 años

COSTO TOTAL ANUALIZADO DE TAREA A CONDICIÓN

\$1.000

COSTO TOTAL ANUALIZADO DE FALLA NO ANTICIPADA

\$10.500

EJEMPLO 3 – Correas de compresor desgastadas



EJEMPLO 3 – Correas de compresor desgastadas

FALLA NO ANTICIPADA

- Costo de reparación
 - 24 hH x 50 \$/hH \$1.200 (Mecánico)
 - 10 hH x 50 \$/hH \$ 500 (Instrumentista)
- Costo de repuestos
 - Correa = \$ 255
 - Rotura elementos \$ 2.000
- Consec. Operac. \$ 12.000
- TOTAL cada vez \$ 15.955

- TMEF = 10 años **COSTO TOTAL /AÑO \$ 1.596.-**



REALIZANDO LA TAREA “A CONDICIÓN”

Costo Total de realizar tarea cada vez	\$ 900	Cada 2 meses = 6 / año
Costo anualizado de realizar la tarea	\$ 5.400	

REPARACIÓN DE LA FALLA ANTI CIPADA

Costo total de reparación	\$ 500	
Costo anualizado reparación	\$ 50	TMEF 10 años

COSTO TOTAL ANUALIZADO DE TAREA A CONDICIÓN
\$5.450

COSTO TOTAL ANUALIZADO DE FALLA NO ANTICIPADA
\$1.596



UN CASO NOTABLE !

MANTENIMIENTO HISTÓRICO TRADICIONAL

Ciclos de 4 semanas = **28** días **26** días de MARCHA 2 días de PARADA Manten.

$$26/28 = 93\%$$

NUEVA PLANIFICACIÓN DE PARADAS DE MANTENIMIENTO

Basada en Análisis RCM2 : Frecuencias DIFERENTES a las históricas,
Reparaciones e inspecciones con máquina en marcha, Tareas innecesarias
Otras que pueden ser realizadas con economía de tiempo.

Ciclos de 6 semanas = **42** días **41** días de MARCHA 1 día de PARADA Manten.

$$41/42 = 98\%$$

+ 5%





REDISEÑO ?

NO ES SOLO EL REDISEÑO DE ELEMENTOS FÍSICOS !

QUÉ MÁS ?



CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
M É X I C O

GRACIAS POR SU ATENCIÓN

Henry Ellmann
henry@ellmann.net



BRÚJULA
SESIÓN



CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
M É X I C O

PREGUNTAS ?





CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
M É X I C O

GRACIAS POR SU ATENCIÓN

Henry Ellmann
henry@ellmann.net



BRÚJULA
SESIÓN