



CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
★ C H I L E ★





Ing. Felix Laboy, PE, CMRP, CRL

Presidente & Fundador - VIBRA



Lecciones Aprendidas: Como Establecer un Programa Predictivo?

Evolución en Mantenimiento



1994

Mantenimiento Predictivo

Fundada como VibrAnalysis Inc.

- Primera empresa en el Caribe en ofrecer servicios de análisis de vibración enfocado a Mantenimiento Predictivo.
- Empresa enfocada en ofrecer servicios de mantenimiento Predictivo en las industrias de Generación de Potencia y Farmacéuticas.



2000

*Gestión de Salud de Activos
(Asset Health Management)*

- La empresa se posiciona como líder en la industria de Monitoreo de Condición y Mantenimiento Predictivo.
- El portfolio de la empresa se extiende
 - **Programas integrados de Gestión de Salud de Activos**
 - **Cursos Educationales** a través de todo el año
 - Integración con tecnologías y estrategias de **Mantenimiento Proactivo**.



2006

Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM)

- Empresa de mayor trayectoria y alcance en el Caribe comienza a apoyar el mercado Latinoamericano con 40+ profesionales en el área de **Confiabilidad y Mantenimiento**.
- Se integran los conceptos de **RCM** ofreciendo a la industria estrategias que aumentan la efectividad de los programas de CBM y mantenimiento.
- Se desarrollan oficinas en **la República Dominicana y México** en adición a nuestras oficinas centrales en Puerto Rico.



BRÚJULA
SESION



VIBRA

CONFIABILIDAD • ESTRATEGIA • VALOR



BRÚJULA
SESION

 CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
★ CHILE ★



Cobertura:

Oficinas:

- San Juan, Puerto Rico 
- Santo Domingo,
República Dominicana 
- Monterrey, México 





Nuestros Clientes:

- Confiabilidad no es un tema exclusivo a un mercado vertical.
- Cada mercado tiene un entorno operacional y económico específico.
- Flexibilidad para definir estrategias ajustadas a la realidad de cada cliente es parte de nuestra fórmula.



Objetivos

Discutir una implementación estratégica de un programa de Mantenimiento Basado en Condición (CBM)

- **Objetivos** de un programa de Monitoreo (Predictivo)
- Como **seleccionar que tecnologías** predictivas se deben utilizar?
- **Cualificaciones del personal** dentro de un programa predictivo
- **Errores comunes encontrados** en programas predictivos
- **Resultados y beneficios** de un programa de CBM
- Como **aumentamos la visualización** del programa ante la gerencia de la empresa
- **Métricas** para medir la efectividad de un programa predictivo



Industria Farmacéutica

- Antes de la Iniciativa de Confiabilidad:
 - Expiración de patente de un producto
- Resultados de la Implementación de Confiabilidad:
 - Mantenimiento Reactivo **71%** **7%**
 - Tiempo Extra **22%** **5%**
 - Nomina (personal) 350 250
 - Se añadieron: 9 planificadores, 7 técnicos de PdM y 8 Profesionales de Confiabilidad



Industria Farmacéutica

Resultados de la Implementación de Confiabilidad:

- Aumento en la Disponibilidad 12%
- Activos con buena salud:

35%  85%
- Reducción de Desviaciones en Producción de 1/10 de niveles anteriores
- Reducción de gastos en mantenimiento de **40%**
- Reducción de inventario de **33%**
- Primas de seguros reducidas en un **33%**



Industria Siderurgia - Acerías

- Antes de la Iniciativa de Confiabilidad
- Resultados de la Implementación de Confiabilidad:
 - Mantenimiento reactivo **70%**  **20%**
 - Disponibilidad 78%  **91%**
 - Calidad de Producto (Rendimiento)
76%  **91%**
 - Reducción de Inventario de \$40 millones (USD)
 - Reducción de Costos de Mantenimiento de 50%



Industria Alimenticia

- Aumento en la utilización operacional de los activos en un 4% en 21 molinos de harina.
 - Equivalente a añadir un planta adicional al sistema.
- Aumento en OEE de 9% en cuatro (4) años.
 - Reducción de costos de mantenimiento de 28%
 - Reducción de piezas de repuesto de 30%

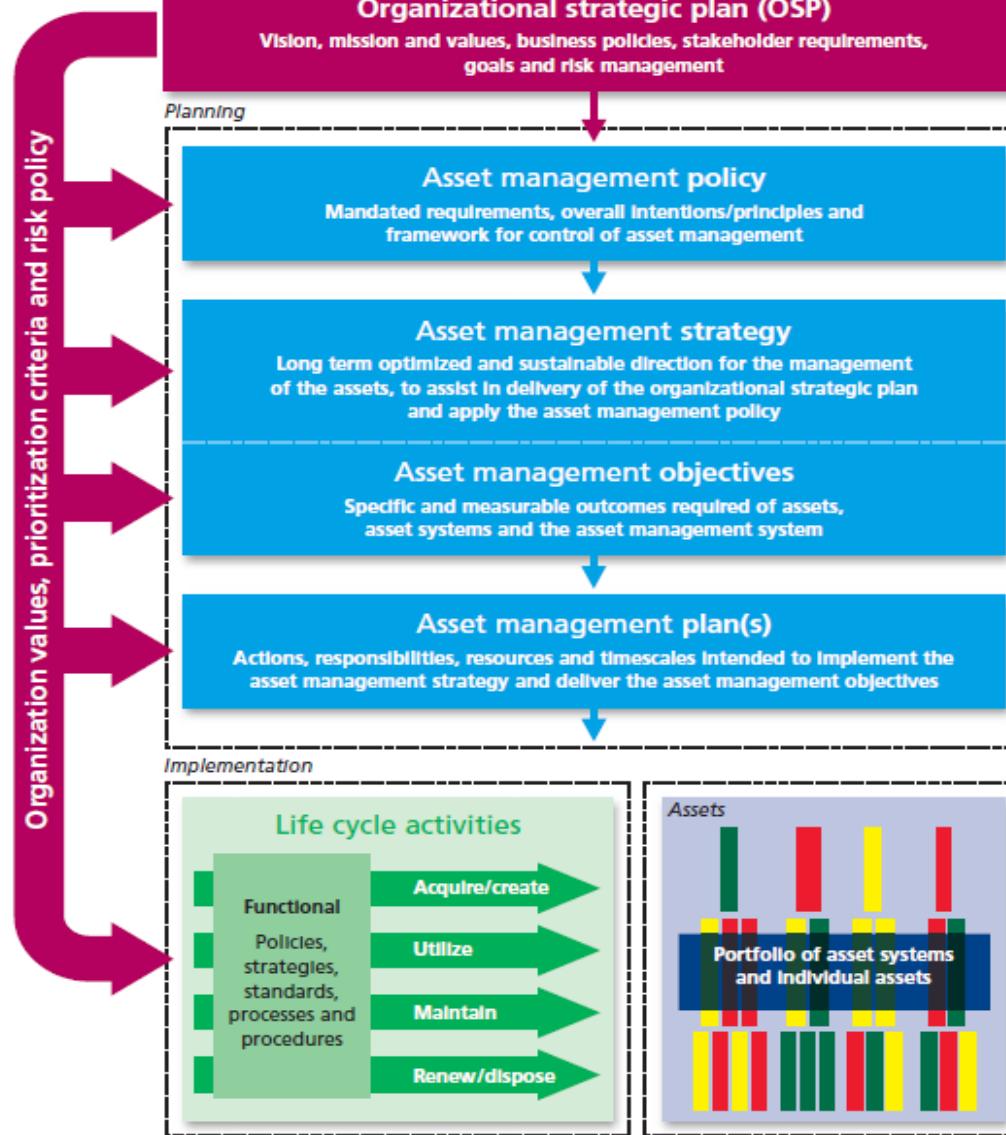


Industria Minera

- Aumento de OEE de **30%** en 2 años.
 - Reducción de **22%** en los costos de mantenimiento
 - \$15 millones (USD) por año en la ganancia neta



Transformando Gestión de
Activos en una Realidad



Visibilidad

- La “visibilidad” entre la dirección estratégica de la organización y las actividades de día a día son componentes vitales para un sistema de Gestión de Activos. Esta visibilidad alinea las expectativas del liderato de la organización “arriba hacia abajo” con las realidades y oportunidades de los activos a nivel físico “abajo hacia arriba”.



Confiabilidad (Reliability)

- Que es **Confiabilidad**?
 - Iniciativa de Mantenimiento
 - Proceso de Ingeniería
 - Estrategia de Negocio
- Que **beneficios** nos trae un programa de Confiabilidad?
- Quien es **responsable** por la Confiabilidad de nuestros procesos, equipos y recursos?



Mantenimiento
centrado en
confiabilidad

Elementos™ uptime

UN MARCO DE CONFIABILIDAD PARA EL DESEMPEÑO DE LOS ACTIVOS



Excelencia
operacional



Analisis de Modos
y efectos de fallas



Analisis de
criticidad



Información sobre
la condición del
equipo



Analisis de
vibraciones



Analisis de
aceite



Mantenimiento
preventivo



Planificación y
programación



Indicadores clave
de resultados



Gestión de
activos físicos



Optimización del
mantenimiento
planificado



Analisis de
causa raíz



Prueba de
ultrasonido



Termografía
infrarroja



Prueba de
motor



Confiabilidad
dirigida por
el operador



Gestión de
repuestos



Gestión de
capital humano



Integridad



Ingeniería de
confiabilidad



Gestión de
proyecto de
inversión



Alineación y
balanceo



Prueba no
destructiva



Lubricación de
la maquinaria



Eliminación de
defectos



Sistema
computarizado
de gestión del
mantenimiento



Aprendizaje
basado en
competencias



Auspicio
ejecutivo



Ingeniería de Confiabilidad
en Mantenimiento



Monitoreo de la
Condición de activos



Gestión de la
Operación



Confiabilidad
por Liderazgo

Cronología de la gestión de los activos físicos de Reliabilityweb.com





Objetivos

- ¿Como los diferentes departamentos de pueden apoyar estos objetivos?
 - **Eficiencia del Programa de Mantenimiento**
 - **Eficiencia:** “La comparación entre la acción realizada y lo que podría ser obtenido con el mismo consumo de recursos”.
 - <http://www.businessdictionary.com/definition/efficiency.html>
 - **Eficiencia:** “la razón del trabajo útil realizado por una máquina o proceso entre el total de energía requerido”
- ¿Como podemos medir este valor añadido?
 - $E_{mantenimiento} = (\text{Salud Activos} / \text{Tareas de Mantenimiento Realizadas})$
 - $E_{mantenimiento} = (\text{Disponibilidad (Uptime)} / \text{Costo de Mantenimiento})$



Estrategia

- **Mantenimiento Enfocado en Valor:** “una serie de acciones periódicas realizadas en un activo enfocadas en preservar su función (entrega de valor)”
 - “Actividades son diseñadas para **detectar, prevenir, o mitigar la degradación** de un sistema y sus componentes”.
 - “Su propósito es **minimizar y/o eliminar** fallas”

— - Reliabilityweb.com



ESTRATEGIAS DE
MANTENIMIENTO



Mantenimiento Reactivo

- **Los equipos “deciden”** cuando se produce en una planta.
- **El presupuesto** es utilizado mayormente en costos de Emergencias.
- Difícil hacer una **proyección de gastos** y operación Confiable.
- Aplicable a equipos de **baja criticidad** y bajo impacto a los objetivos de la organización.



Mantenimiento Preventivo

- Basado en intervalos de **tiempo**.
- **No siempre es enfocado** en un modo de falla específico.
- **Manufactureros** son la mayor fuente de referencia.
- Aplicable a equipos con modos de falla por desgaste o modos de falla no detectables por tecnología de inspección.

“Conoce a tu enemigo y
conócete a ti mismo, y
saldrás triunfador en
mil batallas”

—Sun Tzu, "El Arte de la Guerra"

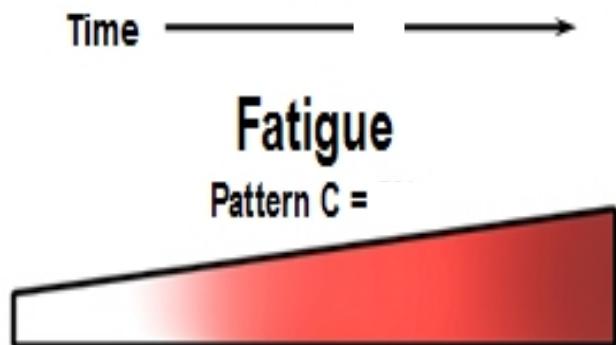
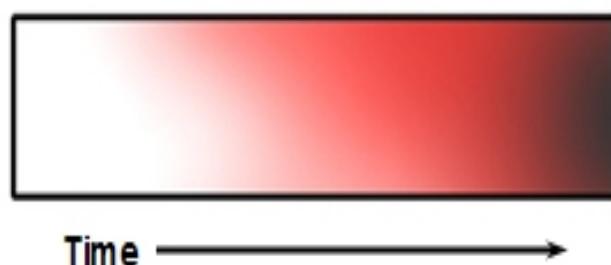
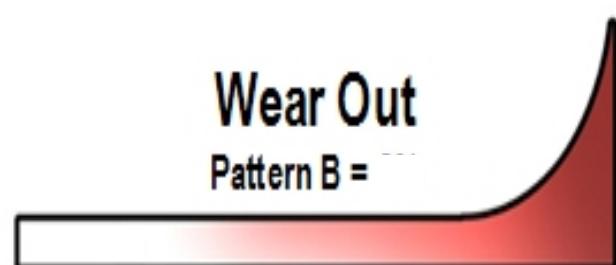
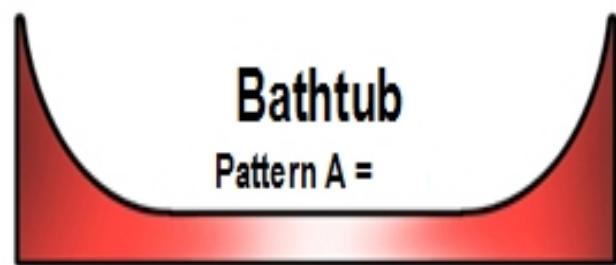


Estrategia

- ¿Quien es nuestro enemigo?
- **Falla:** la inhabilidad de un activo de realizar la función para que fue diseñado.

-Reliabilityweb.com

- ¿Como se **expresan** las fallas en nuestros equipos?
- Falla **Funcional** vs Falla **Operacional**



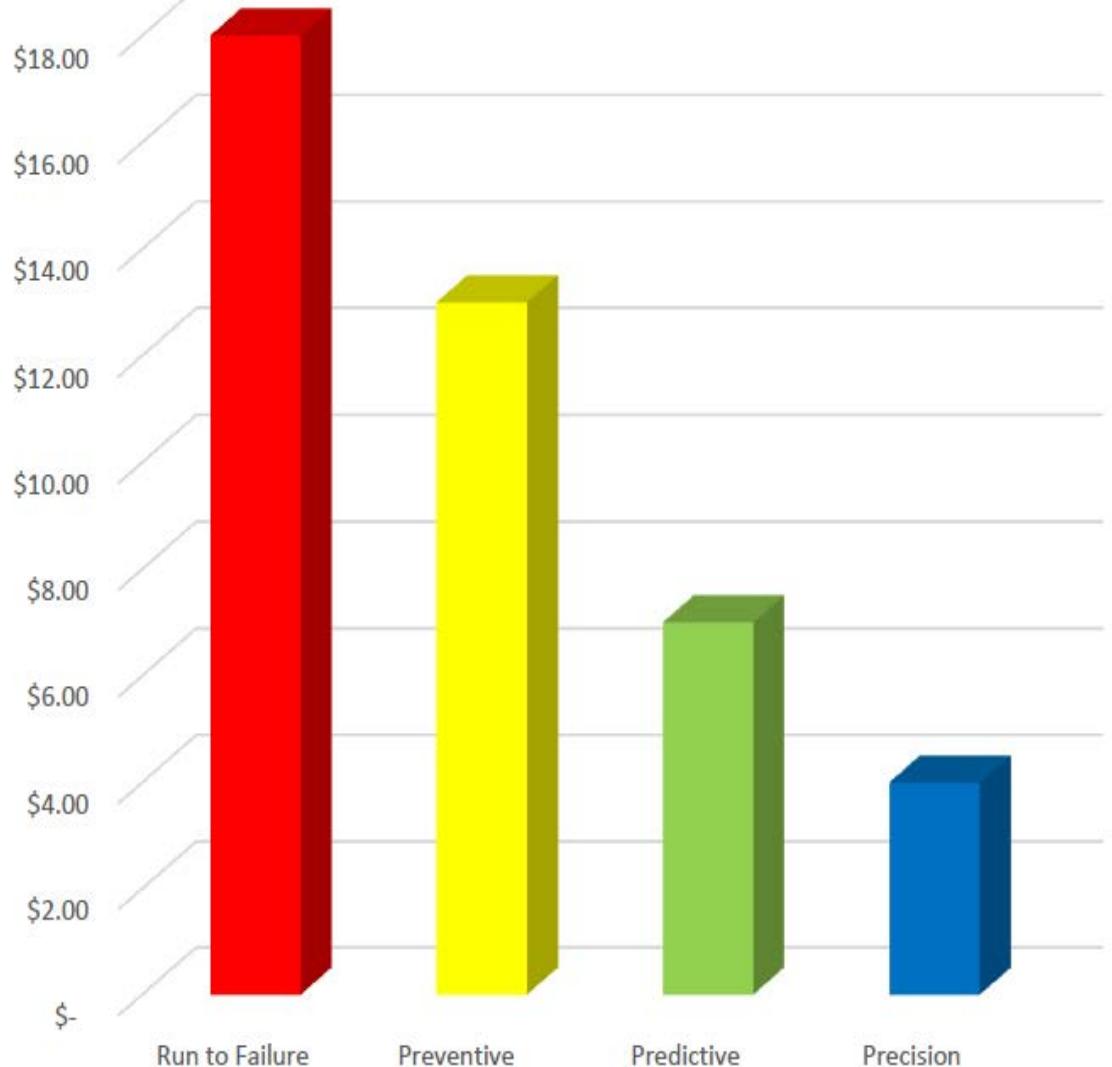
Age Related =

Random =

Modos de Falla RCM

Como fallan nuestros
equipos?

	Aircraft		Naval Vessels		Manufacturing	
Failure Curve	1968	1973	1993	2001	2005	
A - Bathtub	4%	3%	3%	2%	3%	
B - Wearout	2%	1%	17%	10%	3.5%	
C - Fatigue	5%	4%	3%	17%	6.5%	
D - Break-In	7%	11%	6%	9%	7%	
E - Random	14%	15%	42%	56%	13%	
F - Infant	68%	66%	29%	6%	67%	



Estrategias de Mantenimiento

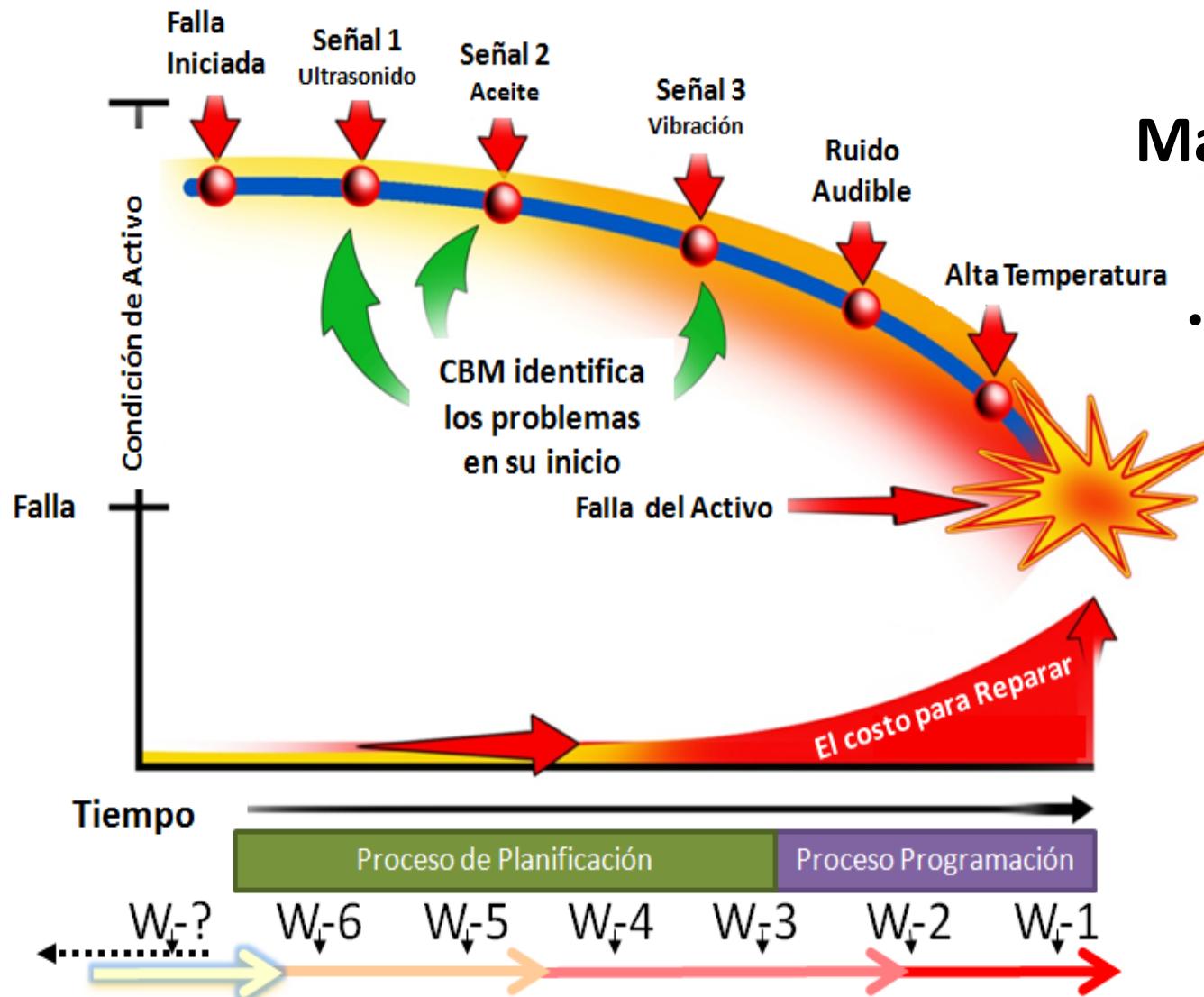
Mantenimiento Correctivo = **\$17.00 a \$18.00 por hp**

Mantenimiento Preventivo = **\$11.00 a \$13.00 per hp**

Mantenimiento basado en Condición = **\$7.00 a \$9.00 por hp**

Mantenimiento de Precisión / Proactivo = **\$4.00 por hp**

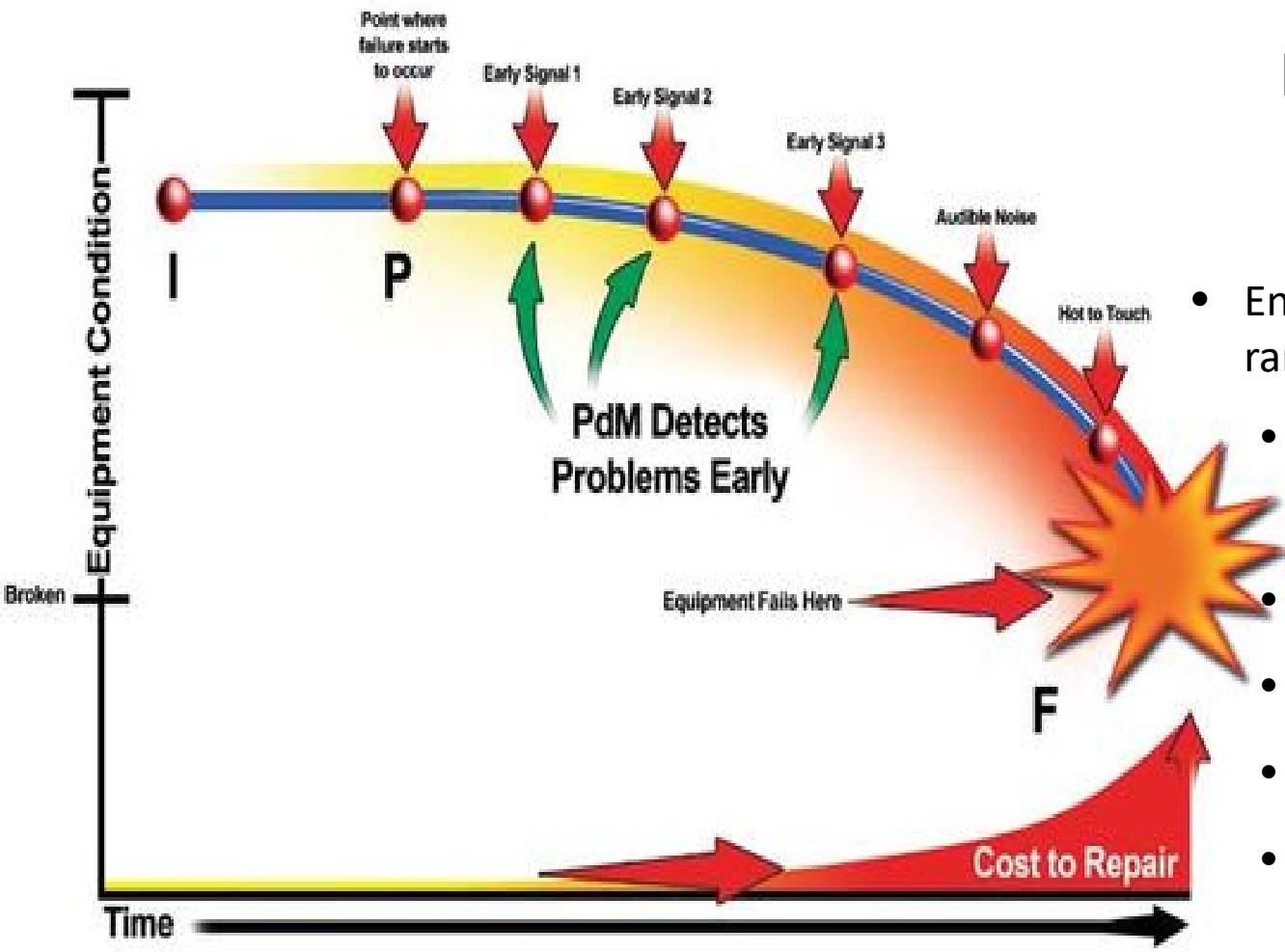
Fuente: EPRI (Electric Power Research Institute) Power Generation Study



Estrategia Manejo de Condición de Activos

- **Mantenimiento Basado en Condición:** “estrategia de mantenimiento de equipos basado en medir la condición de un equipo con el fin de diagnosticar su salud y planificar acciones correctivas enfocadas en evitar las consecuencias de una falla.”

– Reliabilityweb.com



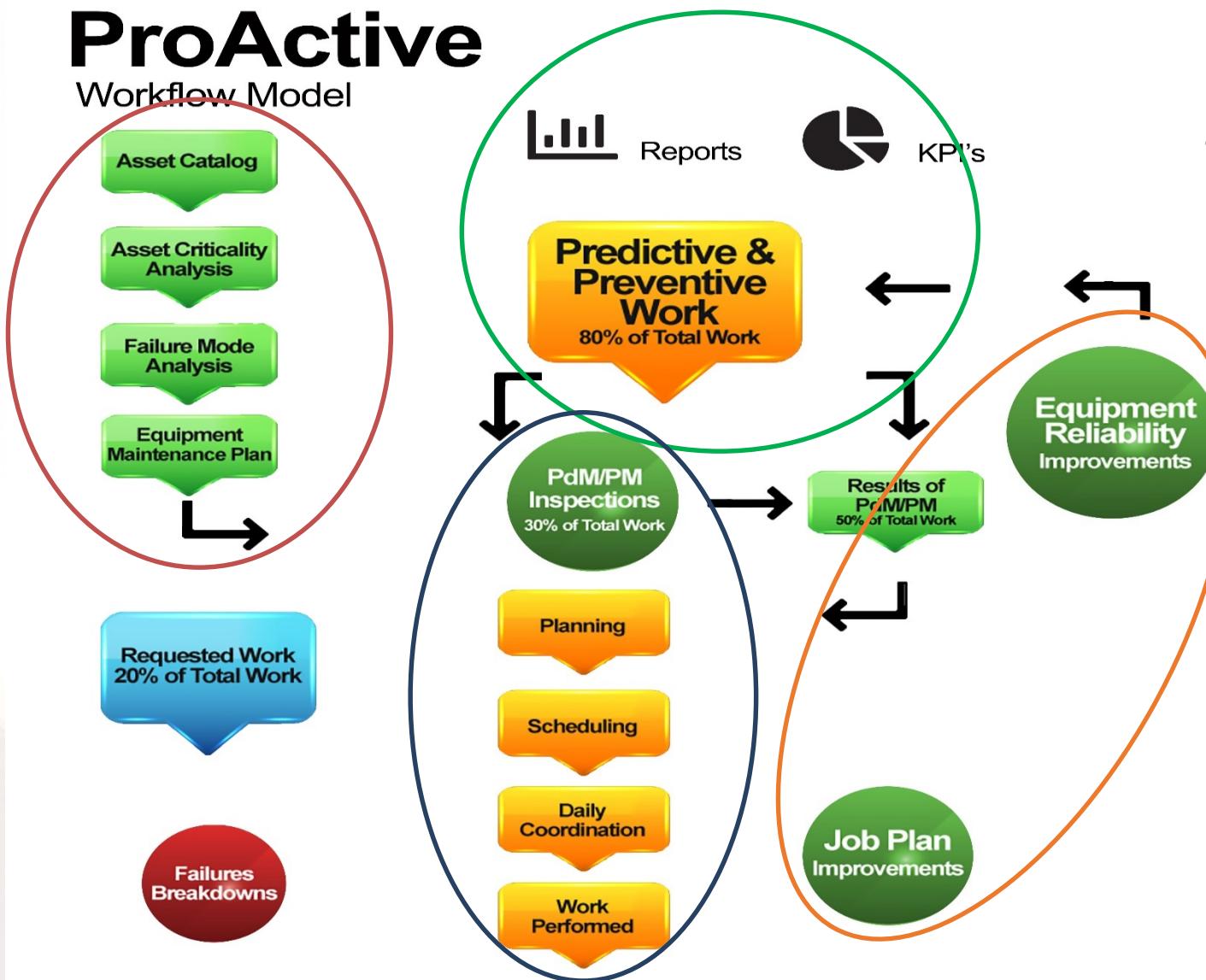
Mantenimiento Proactivo

- Enfocado en eliminar la causa raíz de una falla.
 - Prácticas de instalación estándar.
 - Mantenimiento de precisión.
 - Alineamiento Laser
 - Balanceo Dinámico
 - Lubricación de Maquinaria



ProActive

Workflow Model

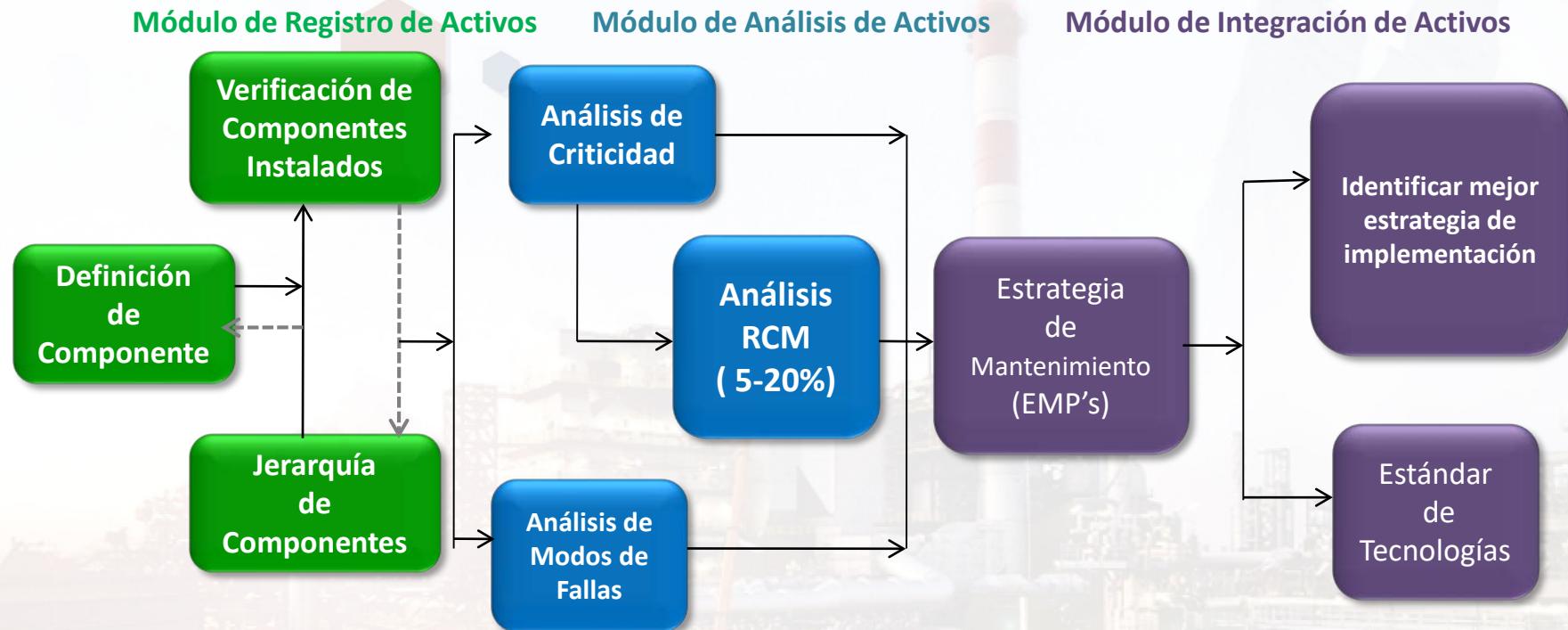


Estrategia

- Optimización Mantenimiento Preventivo: “un proceso enfocado en la evaluación de cada tarea de PM y la eliminación de tareas innecesarias o desperdicios, mejorando así el rendimiento general de los activos. Esto permite enfocar los recursos limitados de una industria hacia las actividades efectivas de mantenimiento y prevención de fallos”

- Reliabilityweb.com

Desarrollo de Estrategia de Mantenimiento



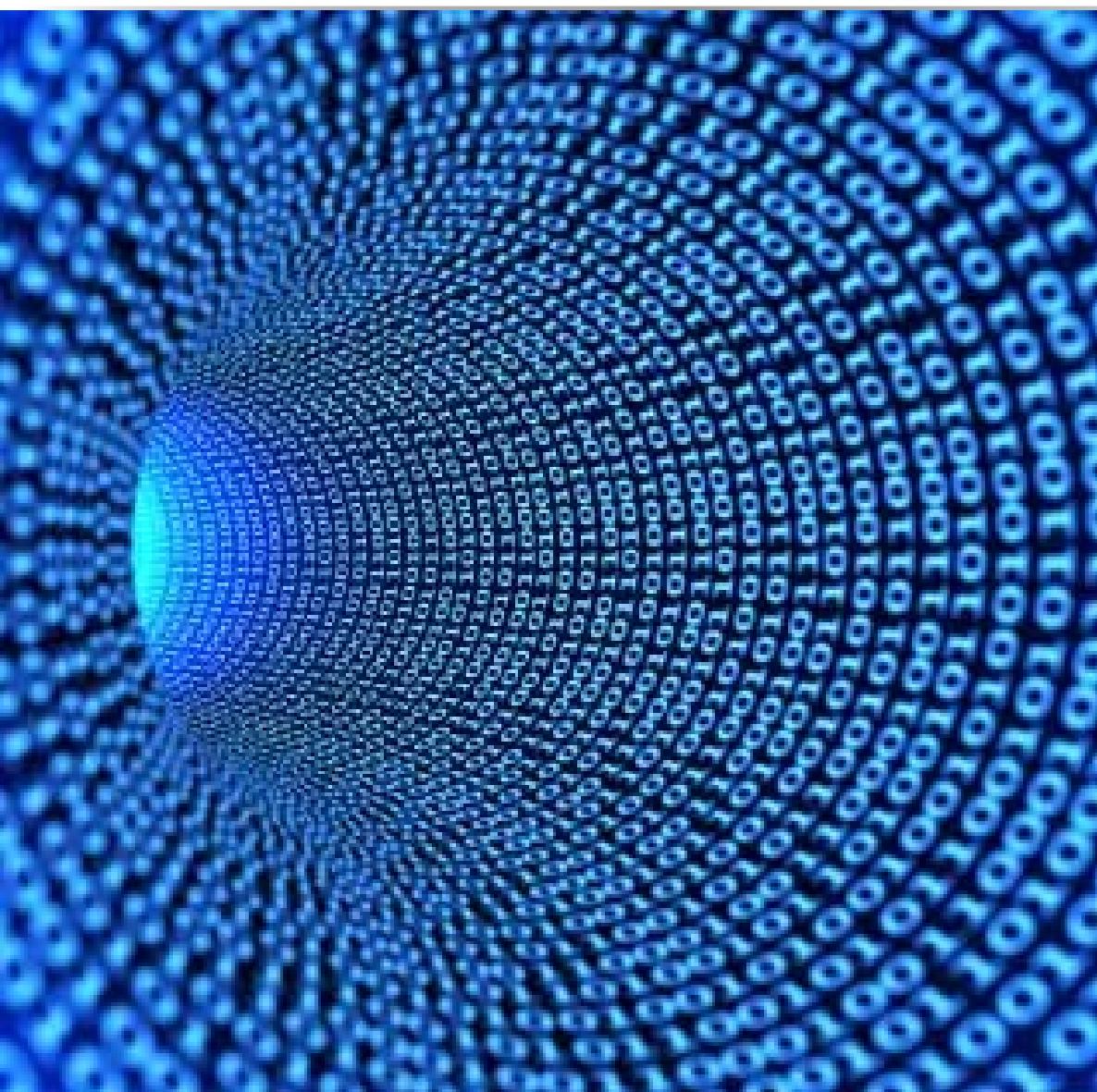


Información de la Condición de Equipos



Gestión sobre la condición del equipo

- La **gestión sobre la condición** comprende todos los datos, observaciones y condiciones del equipo.
- Esta información es mucho más que sólo el estado actual, es la **condición acumulativa** del activo durante su ciclo de vida.
- Este enfoque sirve de **apoyo en la toma de decisiones**, al igual que sirve de pronóstico para condiciones futuras.



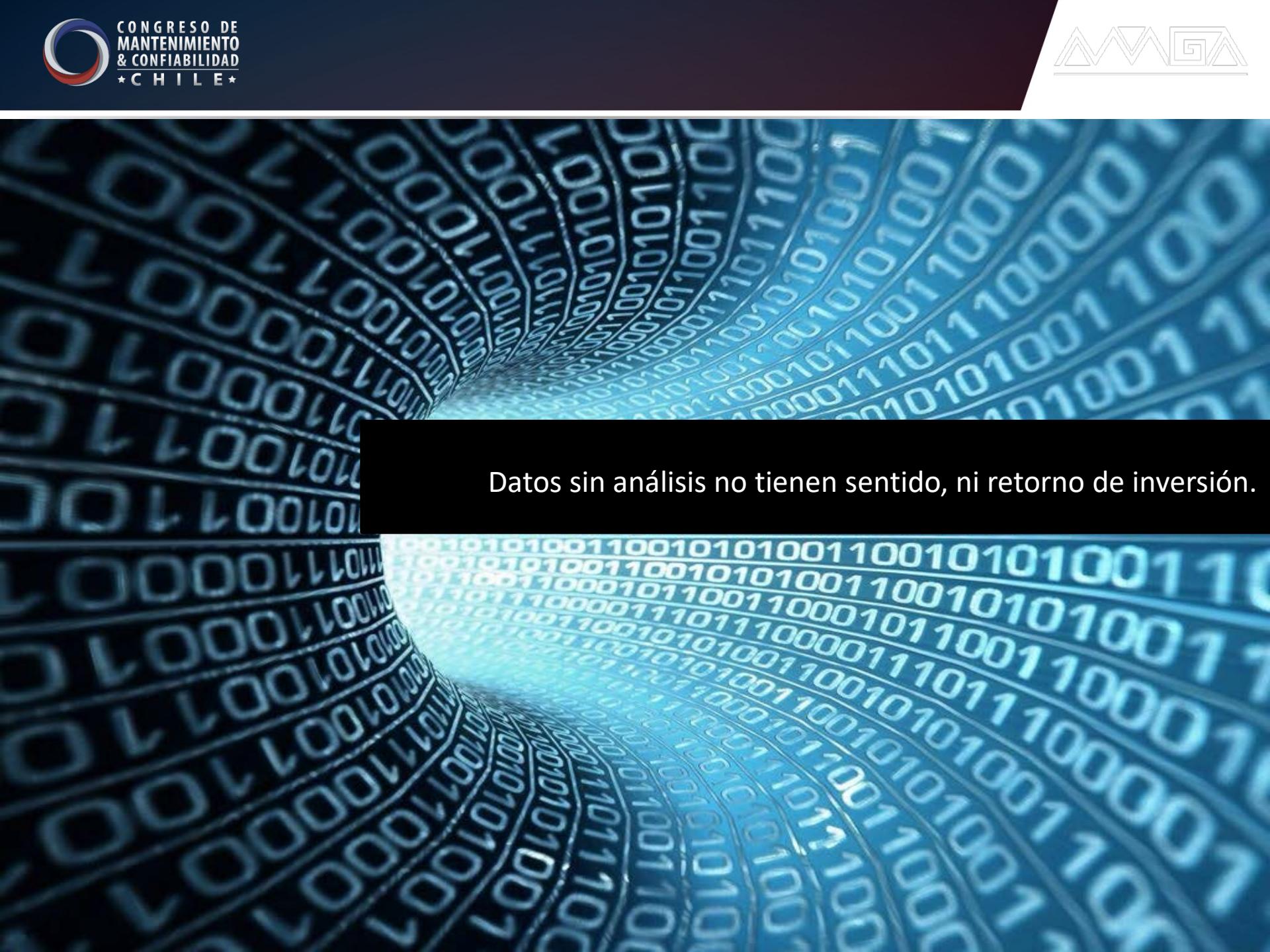
Información sobre la condición del equipo

- Hay una **multitud de fuentes**, que van desde historiadores de datos hasta el conocimiento obtenido por operadores o comerciantes temporeros.
- La clave para la gestión de la condición de nuestros activos es la **transformación de los datos a información** que pueda ser utilizada para tomar decisiones inteligentes.



Información sobre la condición del equipo

- Las mediciones y pruebas no ofrecen ningún valor si no impulsan la acción apropiada.
- **Una integración de diferentes fuentes de información ofrecerá las mejores soluciones.**
- La información provista por el monitoreo de la condición de activos es crucial en un **programa de gestión de activos físicos.**



Datos sin análisis no tienen sentido, ni retorno de inversión.

Asset Health Report

[Run Report](#)
[Export to Excel](#)

Plataformas - Salud de Activos

Point to a chart to view:



Filtering & Sorting:

Revise your filter and sorting options, then click RUN REPORT...

[General](#) [Technology](#) [Equipment](#) [Component](#) [Functional Group](#) [Sorting](#)

 Date:

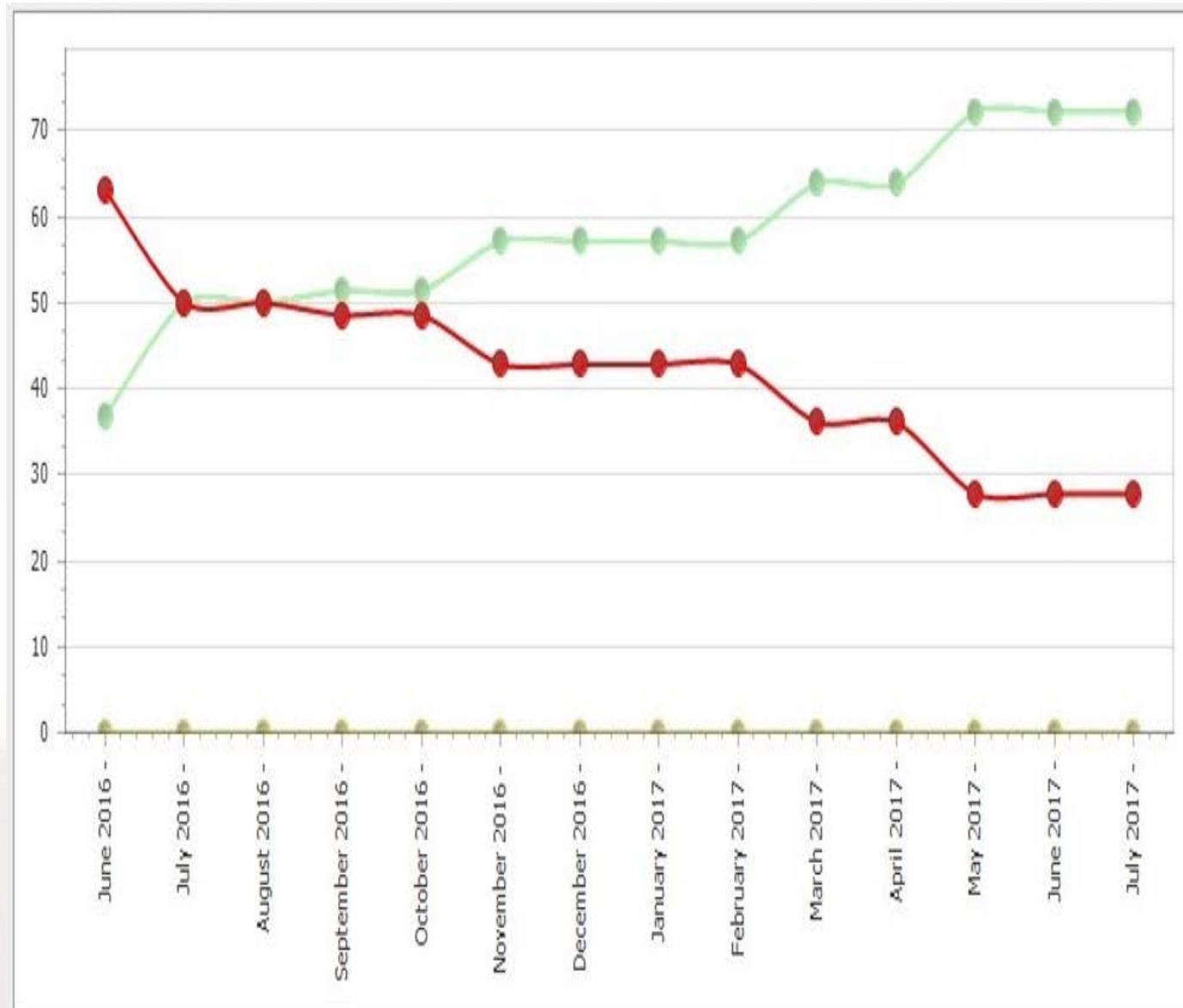
 Hierarchy:

 Search for:

 Choose department:
 Show all records on one page (be patient)

* Mouse over a date to see the full date and time

			Vibration-Vibration	Motor Circuit Analysis-On Line	Lubrication Analysis-Lubrication Analysis	Thermography-Electrical	Ultrasound-Stationary	Visual Inspection-Visual Inspection	Overall
Percent of Plant Locations in GREEN condition			113 77.93%	25 96.15%	7 87.5%	295 96.72%	48 82.76%	1 100%	380 87.76%
Percent of Plant Locations in YELLOW condition			1 0.69%	0 0%	1 12.5%	0 0%	0 0%	0 0%	2 0.46%
Percent of Plant Locations in RED condition			31 21.38%	1 3.85%	0 0%	10 3.28%	10 17.24%	0 0%	51 11.78%
Total Locations Assessed			145	26	8	305	58	1	433
Criticality	CMMS	Location							
0.00		JANSSEN PHARMACEUTICAL >> JANSSEN 2 >> 010 MECHANICAL ROOM 149 >> 3108-FAN-34-01B	9/27/2012			5/18/2012			9/27/2012
0.00		JANSSEN PHARMACEUTICAL >> JANSSEN 2 >> 024 SUBSTATION AREA >> EJ2-122 SWITCH GEAR PZ3				9/22/2012			9/22/2012
AHU100P		JANSSEN PHARMACEUTICAL >> JANSSEN 2 >> 014 MEZZANINE PROCRIT >> 3114-AHU NO. 100 (Maximo AHU100P) RH-CH-BL	10/6/2012	9/17/2012		8/16/2012			10/6/2012
		JANSSEN PHARMACEUTICAL >> JANSSEN 2 >> 023 UTILITIES CEILING >> 3162 FA-35-03	9/29/2012						9/29/2012
0.00		JANSSEN PHARMACEUTICAL >> JANSSEN 2 >> 004 OLD CHILLERS AREA >> 3043-PRIMARY CHILLED PUMP PCHP-403B	10/2/2012						10/2/2012
0.00		JANSSEN PHARMACEUTICAL >> JANSSEN 2 >> 001 NEW CHILLER MODULE >> 3002-SCHP-403A (150 HP)	10/2/2012			4/20/2012			10/2/2012
0.00		JANSSEN PHARMACEUTICAL >> JANSSEN 2 >> 006 FIRE PUMP ROOM >> 3052-FIRE PUMP-2 ELECTRICAL	9/18/2012			4/30/2012			9/18/2012
0.00		JANSSEN PHARMACEUTICAL >> JANSSEN 2 >> 019 UTILITIES SHOP MCC >> EJ2-624 P-510 CHILLER WATER BOOSTER PUMP (480V)				8/14/2012			8/14/2012
0.00	AHU024	JANSSEN PHARMACEUTICAL >> JANSSEN 2 >> 015 CATWALK >> 3085-AHU NO. 24 (Maximo AHU024)	6/28/2012	9/17/2012		7/7/2012			6/28/2012
0.00	AHU020	JANSSEN PHARMACEUTICAL >> JANSSEN 2 >> 015 CATWALK >> 3083-AHU NO. 20 (Maximo AHU020)	6/28/2012	9/17/2012		7/7/2012			6/28/2012



Información sobre la condición del activo

- ¿Nuestra estrategia de ejecución de mantenimiento resulta en **una mejor salud de los activos**?
- ¿Estamos **cumpliendo con el objetivo** de nuestra empresa con respecto a Mantenimiento y Confiabilidad?

Asset Health - Overall ~ Red %

Plant



- Enfocado en proveer información, no datos.
- Definición clara de fallas y acciones correctivas a tomar.
- 1 sola versión de la verdad.

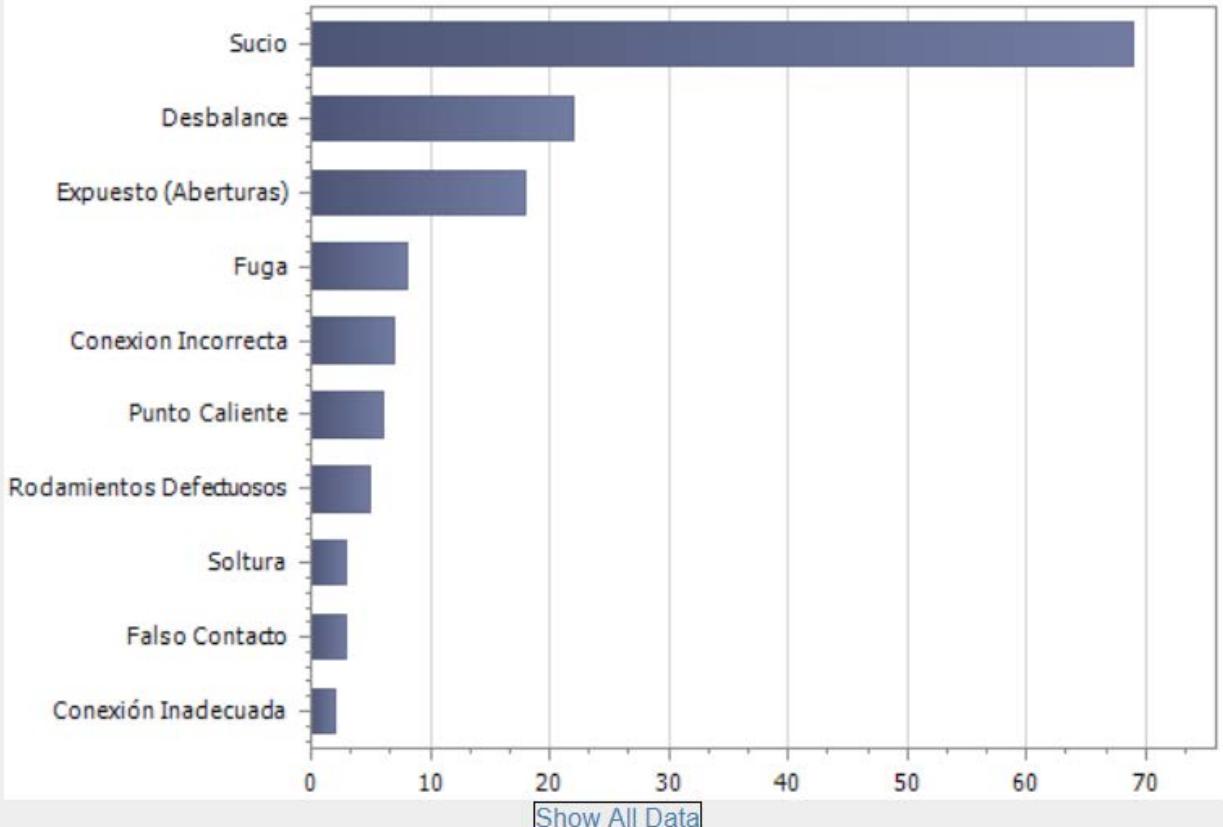
Asset Health Report

Asset Health Overall

of Fault Entries by Failure Mode

Top 10 Fault Entries by Failure Mode Selected (uncheck to show all)

of Fault Entries by Failure Mode

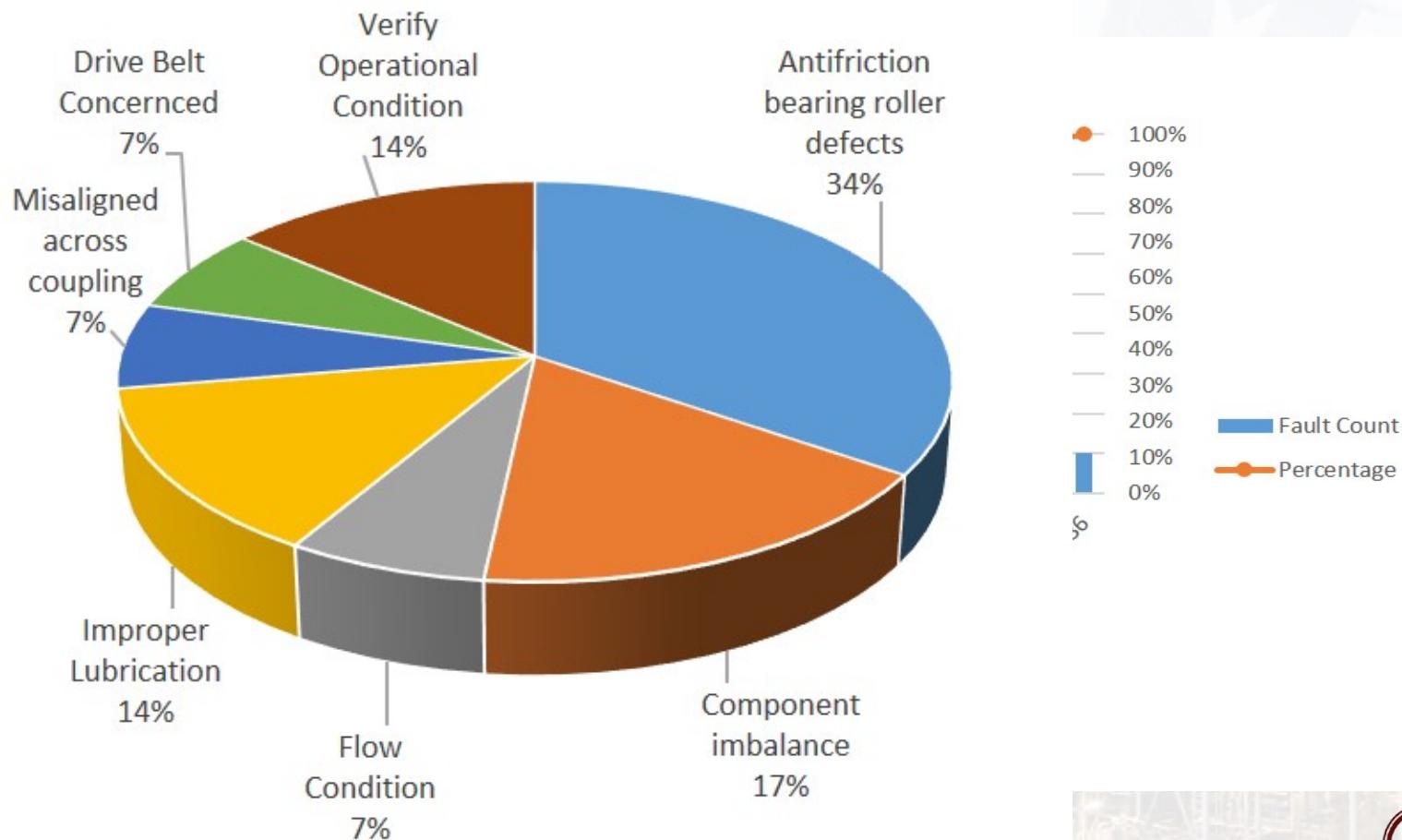


Información sobre la condición del equipo

- Una versión de la verdad.
- Información, no datos.
- Integra tecnologías de Monitoreo de Condición proveyendo una definición completa de la condición de un activo.
- A través de las métricas (KPI) adecuado se monitorea la efectividad del programa de CBM



Transformando Datos en Información



PU-3211A HEAT T
PU-3712
PU-37

**¿Cual es el
Siguiente Paso?**

3

2

1



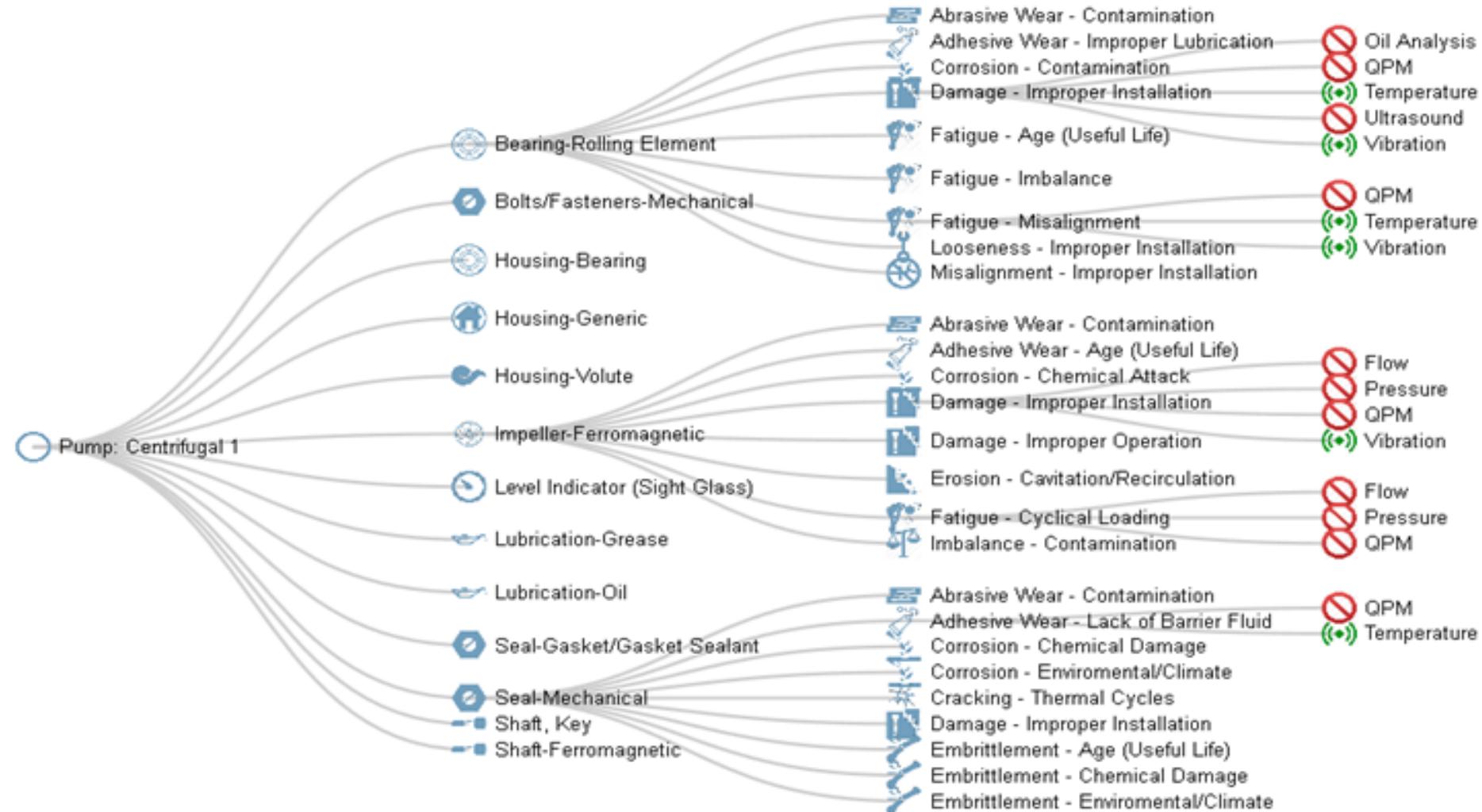


Components Uninstalled Sensors Non-covered Failure Modes

IIoT

Select Component:

Pump: Centrifugal 1



Building on decades of
Domain Expertise:

Human "Supervised"
Reliability Centered
Machine
Learning

Machine Components at
Risk

Time to Failure

Asset Risk Profile

Asset Detail [Report Card](#) [Recalibrate](#) [Simulation](#)

⚠ Bearing Risk
10 days to failure

Service Status:

⚠ Mechanical Seal Risk
11 days to failure

Service Status:

⚠ Impeller Risk
305 days to failure

Service Status:

Name: PTC.CSLM.PS.DemoAssets.Pump1 **Customer:** Acme Pump **Unit:** Power Lab A

Equipment: CPXN **Serial:** C937KH013 **Site:** Demo Site **Country:** USA

Vibration (OK) **Vibration Bearing** (-0.31 mA/g) **Discharge Temp** (N/A)
Voltage (36.27 V) **Current** (-1.98 amps) **SC Pressure** (N/A)
Vibration X (-0.04 mA/g) **Vibration Y** (-0.16 mA/g)
Discharge Pressure (33.03 psi) **Delta Pressure** (16.91 psi)
Anomaly **Anomaly** **Anomaly**
Suction Pressure (16.12 psi)

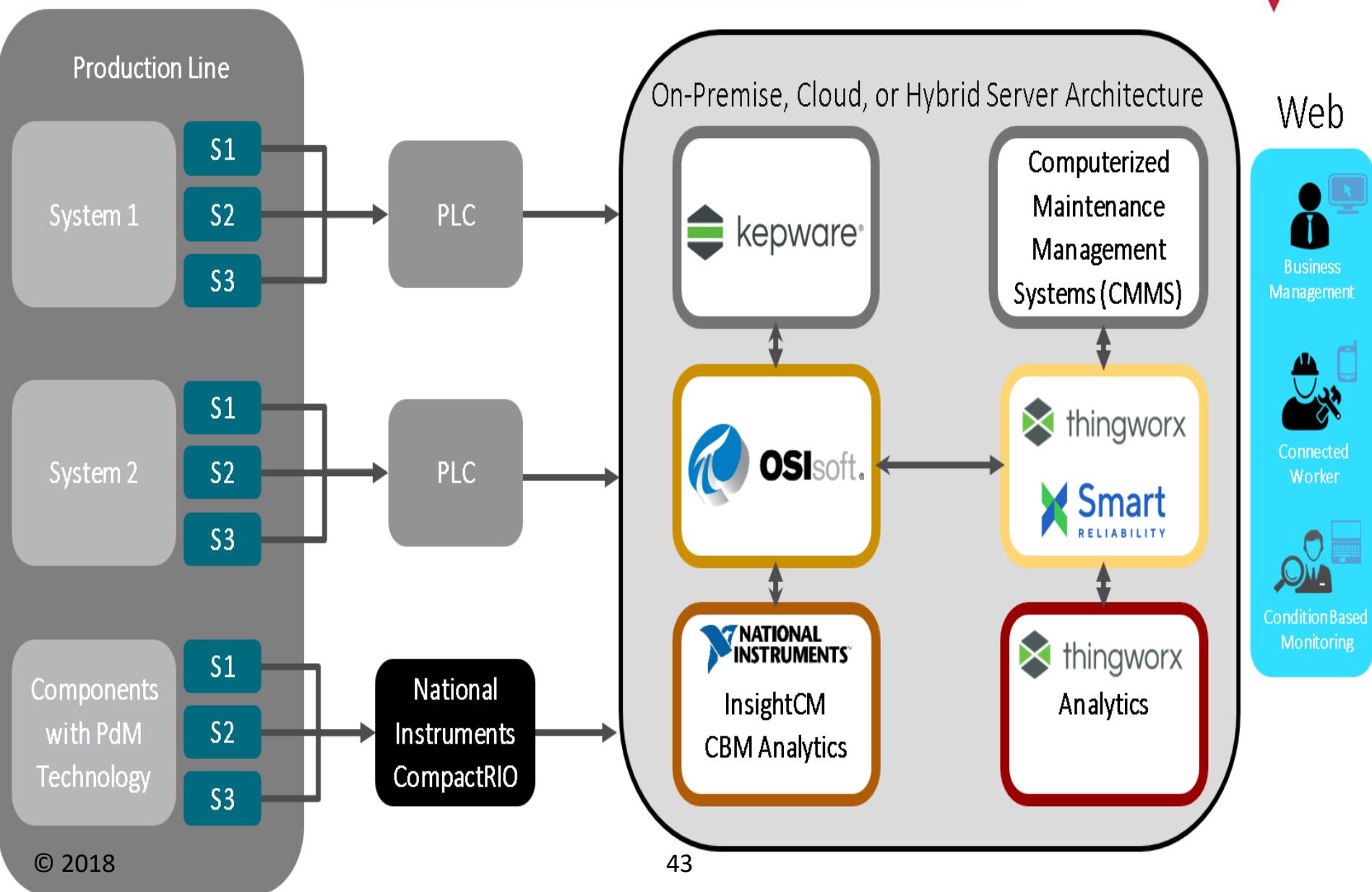
Flow Rate (6.77 gpm)

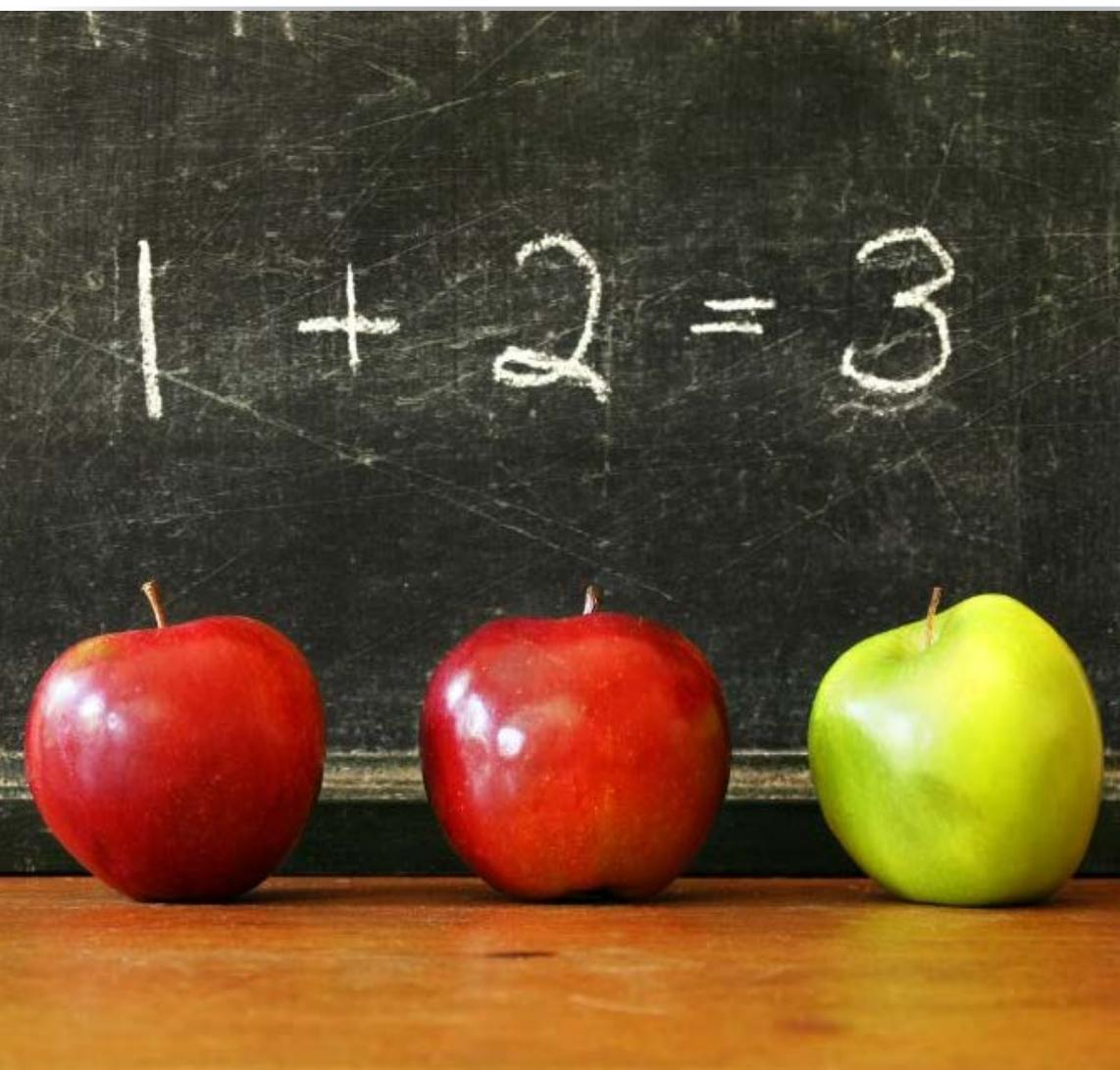
EFFICIENCY (11%)

Credit [Thingworx](#)

SME's Advise on Sensor Placement / Inclusion Based on Component Failure Modes

SME Commissions System



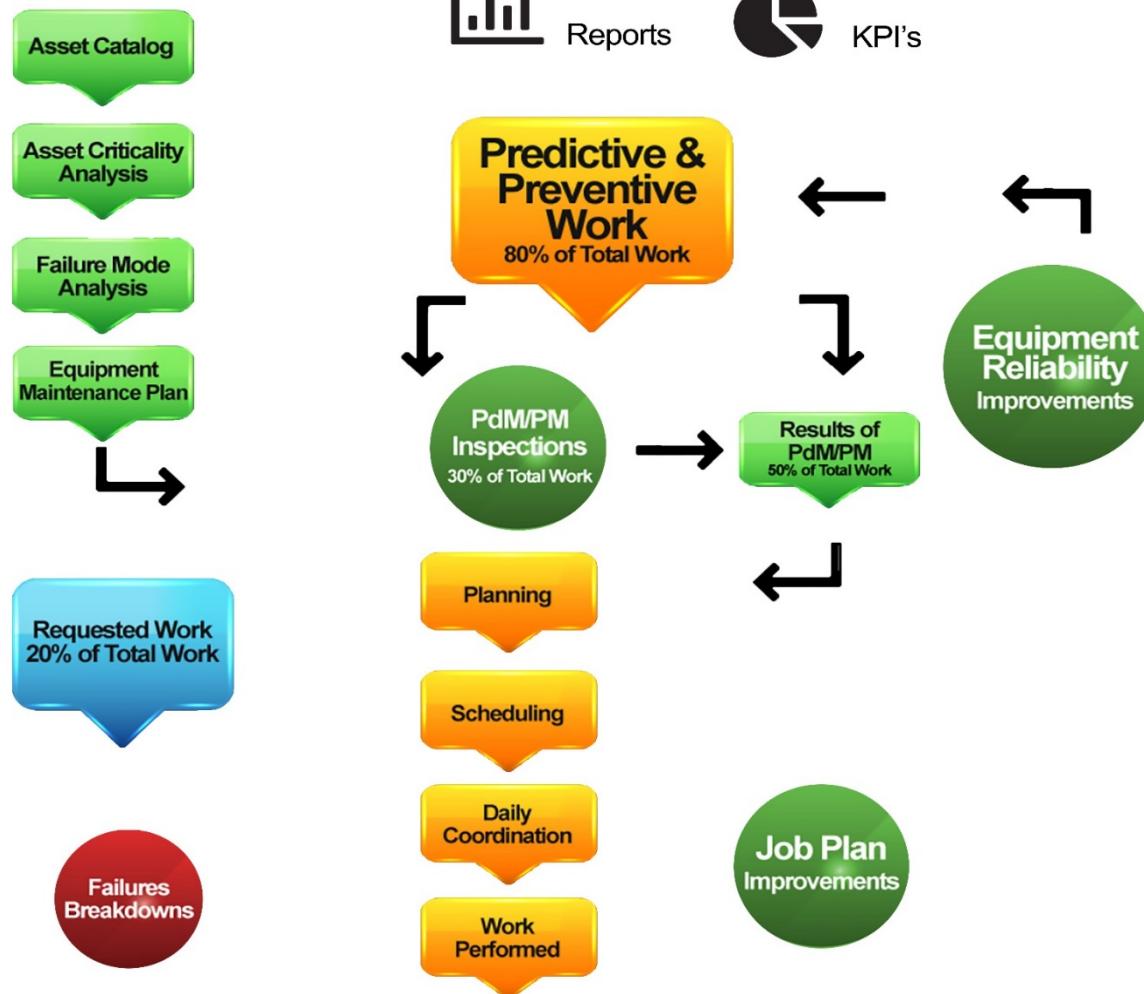


Resumen

- Solo implementando una estrategia basada en la definición de valor de nuestra empresa y que logre alineamiento a través de la organización obtendremos los resultados necesarios.
- Un programa **de Mantenimiento Basado en Confiabilidad** analiza la **criticidad** de un activo, sus **modos de falla** y su **contexto operativo** para aplicar la estrategia mas efectiva para **preservar su función**.
- Un programa de Mantenimiento Basado en Condición **integra tecnologías** para **detectar desviaciones** la operación de un equipo.

ProActive

Workflow Model



Resumen

- Para maximizar el **ROI** de la ejecución de nuestro programa de mantenimiento debemos tener la información adecuada **para tomar decisiones y medir nuestro progreso.**
 - Toda iniciativa efectiva de excelencia en mantenimiento requiere una **gerencia comprometida en la entrega de valor y desarrollo de su personal.**
 - Add IIOT



CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
★ C H I L E ★

¡GRACIAS!



ORGANIZADO POR: ASOCIACIÓN MEXICANA
DE PROFESIONALES EN
GESTIÓN DE ACTIVOS A.C.

Corporativo VIBRA: Contacto



: Felix.Laboy@vibra-inc.com



: pr.linkedin.com/in/felixlaboy



: www.vibra-inc.com