

PREDICTIVA 21

¡Celebramos
nuestro
relanzamiento!

Disminución de costos

En neumáticos de
camiones mineros.

Refinería Dos Bocas

El presidente Amlo
dio el primer paso para
la construcción de la
refinería.

Taxonomía de AF

Como fundamento
de la confiabilidad y
el mantenimiento.

14° Congreso de mantenimiento y confiabilidad México 2019

Índice

3 | Editorial

5 | **Procedimiento
Identificación** de
TDC en Compresores
Reciprocantes

11 | **Modelos
probabilísticos**
de la función de
confiabilidad RV1
corregido

18 | **Refinería Dos Bocas,**
una obra en medio
de la polémica

23 | **Mantenimiento y
Gestión de Activos**

29 | **Taxonomía de
Activos Físicos**

44 | **Cómo perder
la inocencia**

52 | **14° Congreso** de
Mantenimiento y
Confiabilidad,
México 2019

57 | **Disminución de
los costos por hora**
en neumáticos de
camiones mineros

63 | **El plan de mejora
operativa**
como metodología para
detectar áreas de oportunidad
en la turbo maquinaria de
instalaciones costa afuera

74 | **IoT en
Latinoamérica 2019**
La promesa de un
futuro hiperconectado



Enrique González
Director

Cuando la pasión nos mueve para dejar huellas tras nuestros pasos

Editorial

La pasión mueve al mundo, más aún cuando puedes compartirla con miles de personas, en quienes dejas un aporte al conocimiento. Luego de un receso de un año, en el que nuevas rutas marcaron mayores retos, Predictiva 21 vuelve con toda la pasión que nos mueve por dos áreas: Ingeniería y Comunicación.

Nuestro número de relanzamiento reúne artículos de expertos que nos permitirán conocer más sobre "Mantenimiento y gestión de activos", "Procedimientos de identificación de TDC en compresores recíprocos", "Modelos probabilísticos de la función de confiabilidad RV1", una interesante visión de "Cómo perder la inocencia" en los equipos de mantenimiento predictivo, "El Plan de mejora operativa como metodología par detectar áreas de oportunidad en la turbo maquinaria de las instalaciones costa afuera" y "Disminución de los costos por hora en neumáticos de camiones mineros".

En esta edición especial de relanzamiento también conoceremos los avances en el IoT y los países que marcan pauta en esta materia en Latinoamérica, lo más reciente relacionado con la refinería Dos Bocas en Tabasco y un adelanto de lo que será el 14º Congreso de Mantenimiento y Confiabilidad Latinoamérica, México 2019, a realizarse el próximo mes de septiembre en la ciudad de Monterrey, Nuevo León.

Desde Predictiva 21 hacemos un agradecimiento especial a todos los expertos y articulistas que colaboraron con nosotros en este renacer; al equipo de periodistas, diseñadores, community manager, relacionistas públicos de la revista Predictiva 21, quienes comparten con nosotros la pasión por difundir conocimientos y hacer, desde la experiencia, un aporte al mundo de la Ingeniería de Mantenimiento y gestión de activos.



Our protection system is old, unsupported, and responsible for the assets that make or break our production schedule. Keeping our assets running requires visibility *before* the shutdown occurs.

YOU CAN DO THAT

AMS Field-proven protection with prediction capabilities in one modern system.

The AMS 6500 ATG protection system comes with flexible cards that can be configured to acquire prediction data and a mobile app for viewing data from anywhere on the plant network. With the optional smaller size footprint, the 6500 ATG technology delivers modern technology into your existing space. To better protect your assets with prediction information, go to [Emerson.com/AMS6500ATG](https://www.emerson.com/AMS6500ATG).



The Emerson logo is a trademark and a service mark of Emerson Electric Co. © 2018 Emerson Electric Co.

CONSIDER IT SOLVED™



Identificación del Top Dear Center (TDC) en compresores reciprocantes

Guía. Cómo identificar, paso a paso, las diferentes partes, así como consejos y procedimiento para ubicar el TDC justo en la zona muerta mediante el método Reloj comparador/ Base magnética

Odlanier J. Mendoza M.

Ingeniero Mecánico

Ingeniero CBM de Equipos Reciprocantes

Villavicencio; Meta - Colombia

odlaniermendoza@gmail.com

La identificación del TDC (Top Dead Center) constituye un aspecto de vital importancia en la colección de datos para el análisis y diagnóstico de condiciones en compresores reciprocantes. Marcar el TDC es lo que permite sincronizar el funcionamiento del compresor con el equipo de colección de datos y a partir de esto generar información en cada uno de los puntos de interés en tiempo real y sincronizado, es decir, se registra cada uno de los eventos en los grados de giro del cigüeñal que corresponden de acuerdo a la geometría del compresor.

Además de la identificación en tiempo de ocurrencia de los eventos del proceso de compresión, de la colección de los datos en sincronización con el TDC depende la veracidad de los cálculos termodinámicos (Volumen Manejado, eficiencia volumétrica, relación de compresión, carga en barra, potencia requerida entre otros) que realiza el software de analizadores de equipos reciprocantes (Ej: Windrock), los cuales son utilizados para el análisis y diagnóstico. Tengamos en cuenta que el análisis de condiciones de este tipo de equipos se basa en el estudio tanto cualitativo (Diagramas) como cuantitativo (Variables termodinámicas) para el diagnóstico de condiciones. Figura 1

Teóricamente el TDC corresponde al punto de completa extensión de la biela, sin embargo, debido a la tolerancia existente entre componentes del conjunto reciprocante, el TDC se ubica dentro de una zona denominada "zona muerta", con un inicio y un fin; estos puntos son marcados en el volante del motor cuando el acople motor-compresor es directo, cuando existe una caja reductora de por medio, se marcan en el volante del compresor.

La zona muerta la podemos identificar como la zona de inversión de movimiento del conjunto. Inicia en el punto donde, aun cuando se gira manualmente el motor, el conjunto reciprocante permanece en estado estacionario, esto se debe a las tolerancias entre componentes del conjunto reciprocante, y culmina cuando nuevamente se mueve el conjunto reciprocante en sentido contrario. Los

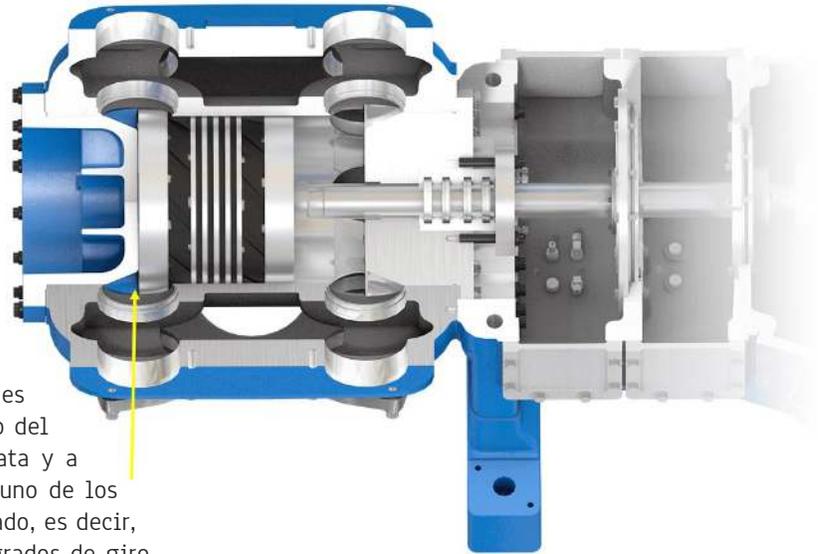


Figura 1. TDC Compresor Reciprocante

“ Marcar el TDC es vital para el análisis y el diagnóstico de compresores reciprocantes ”

grados requeridos para ir del punto inicial hasta el punto final mencionado son los puntos de interés a identificar para determinar la zona muerta y, exactamente en la mitad de esta, se ubica el TDC.

Existen varios métodos para la identificación del TDC, entre los más utilizados se encuentran:

El Método Reloj Comparador / Base Magnética, utilizando la cruceta del cilindro compresor.

El método de la pletina calibrada, desmontando una válvula del lado HE.

Para los fines del presente procedimiento se describirá el método de reloj comparador / Base magnética, utilizando el movimiento de la cruceta, por considerarse el más práctico y menos intrusivo desde el punto de vista operacional.

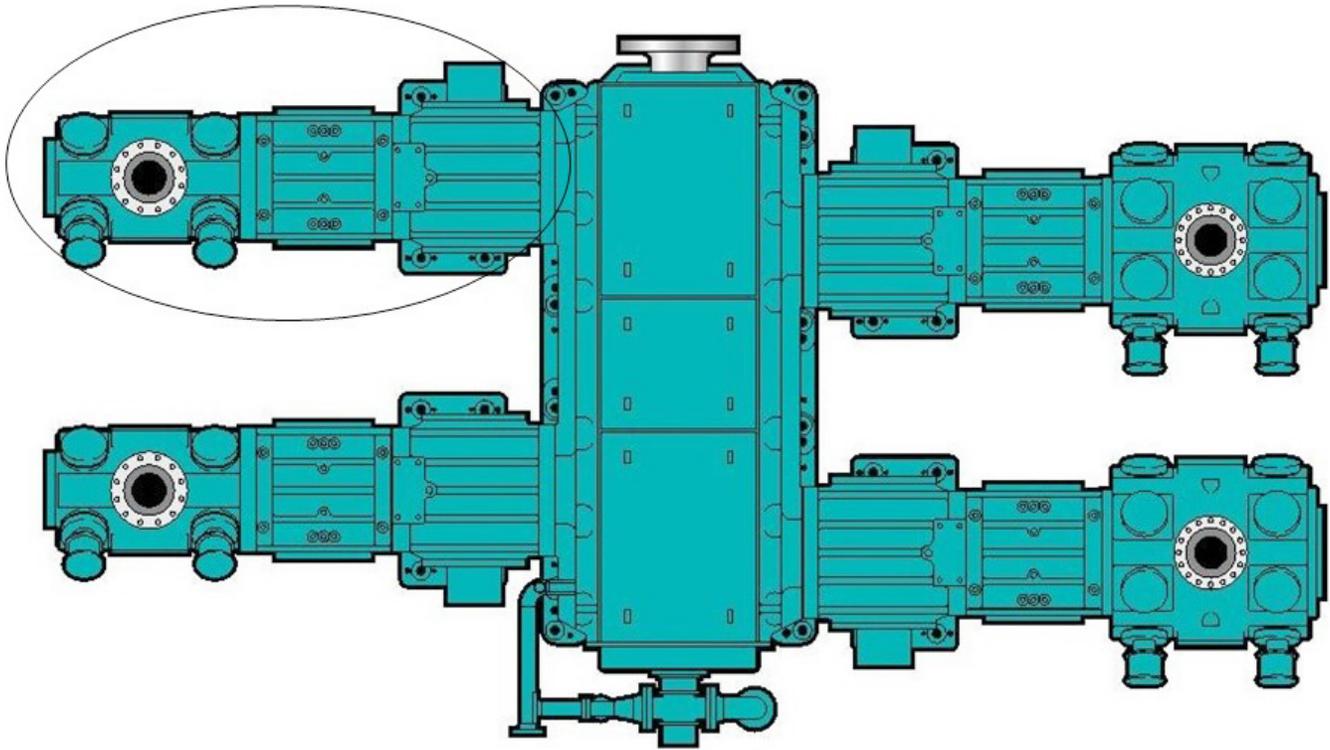


Figura 2. Identificación de Cilindro Compresor más Cercano al Acople

Las consideraciones previas para llevar a cabo el procedimiento son las siguientes:

El conjunto reciprocante de referencia debe ser el más cercano al acople. Hacerlo en este conjunto garantiza la sincronización de todos los conjuntos, ya que este es el muñón de biela de desfase 0°. Hacerlo en un conjunto diferente a este, solo permitirá la sincronización de ese conjunto en particular, mientras que el resto quedará desfasado. Figura 2

El motor debe estar aislado (Bloqueo y Etiquetado), normalmente se cierra la válvula de aire que alimenta los arranques para evitar cualquier giro no controlado del motor, además de mantener cerrada la válvula de gas combustible. El giro del motor solo debe ser manual, ya que es un procedimiento de precisión. Figura 3

El compresor debe estar despresurizado y las válvulas de succión del proceso deben estar cerradas (Aplicar Bloqueo y Etiquetado).

Contar con las siguientes herramientas: Reloj comparador con base magnética y extensiones, llave manual de la

medida correspondiente a los tornillos de sujeción de la tapa de visita de cruceta, marcador de metal y cinta reflectiva.

Se deben lubricar el motor y compresor previamente. Marcar una referencia fija próxima al volante.



Figura 3. Bloqueo y Etiquetado

Descripción del procedimiento

- Extraer tapa de visita de la cruceta del conjunto compresor más cercano al acople.
- Girar manualmente el motor para aproximar el pistón al punto muerto del lado HE.
- Acoplar el dial indicador a la extensión con base magnética y colocarlo en un punto fijo del frame del compresor.
- Fijar el dial indicador a un punto de la cruceta.

1



Figura 4. Resumen de los Pasos 1 – 4. Fuente: El Autor

2

- Girar el motor manualmente para alcanzar el PMS (Punto Muerto Superior), mientras se gira el motor el dial indicador irá cargando la aguja positivamente (haciendo que esta gire en sentido horario). Al detectar que, aun cuando se está girando el motor, la aguja del dial no se mueve, estar muy atentos y continuar girando el motor suavemente, detener el movimiento cuando detectemos que la aguja comienza a girar negativamente. Hacer la primera marca en el volante, alineada con la marca fija previamente realizada.

Figura 5. Punto Inicial de Zona Muerta. Fuente: El Autor

3

- Colocar el reloj comparador en cero girando la corona del mismo
- Invertir el movimiento de giro manual del motor, se debe hacer muy suavemente, la aguja se moverá en sentido horario aproximadamente 5 milésimas e invertirá su movimiento y se irá aproximando al cero. Al llegar la aguja a cero, detener el movimiento de giro del motor y realizar la segunda marca sobre el volante, también alineada con la marca fija colocada previamente.

Figura 6. Punto Final de Zona Muerta. Fuente: El Autor

4

El TDC del compresor se encuentra exactamente en la mitad de la zona muerta.

- Marcar TDC del compresor en el volante.

Figura 7. TDC Compresor. Fuente: El Autor



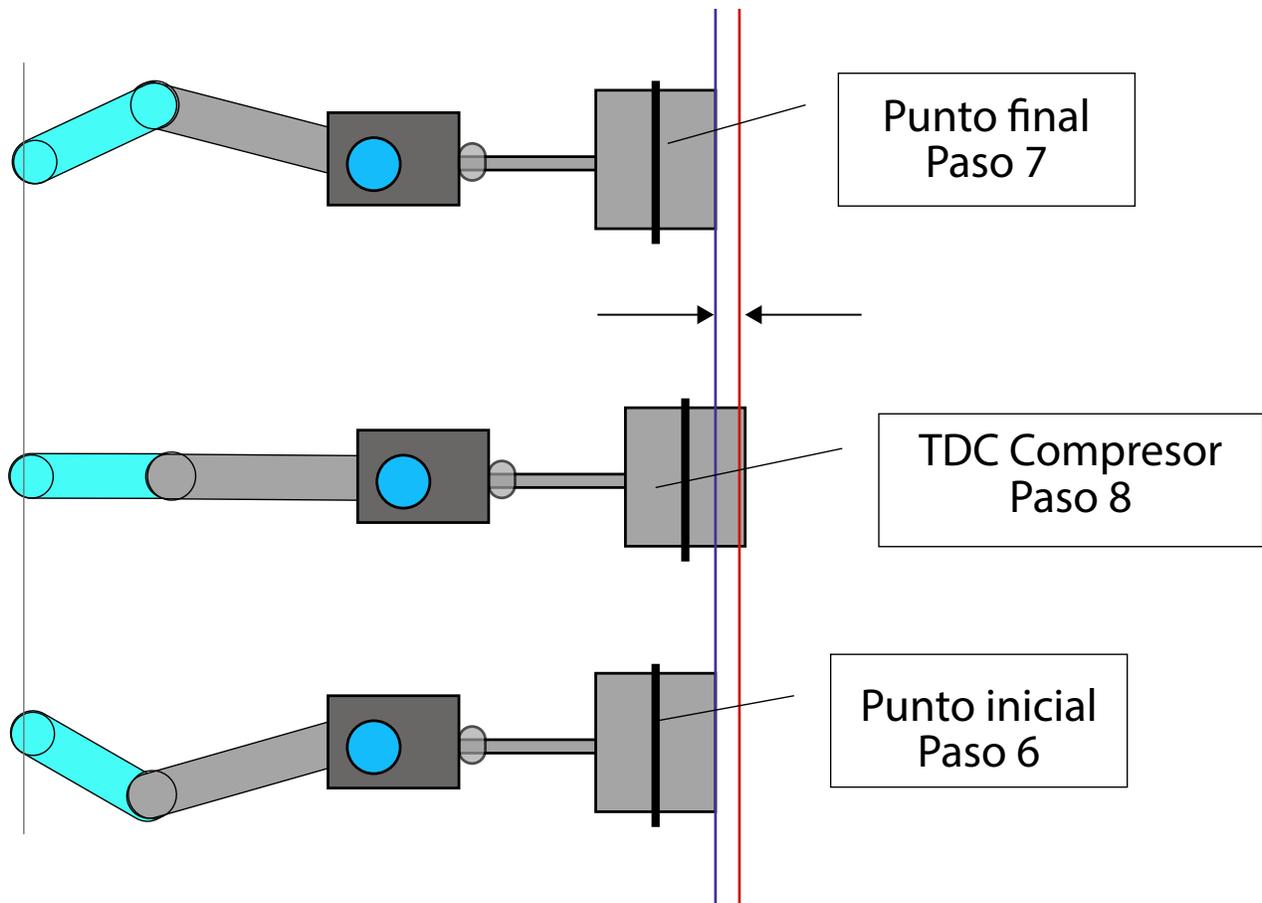


Figura 8. Resumen Ilustrado Marca Inicial – Marca Final – Marca TDC *Fuente: El Autor*

Conclusiones y Recomendaciones:

Trate siempre de realizar la colección de la data sincronizando el equipo con el TDC marcado previamente. Tenga como principio que el método ajustando la curva PT del compresor de manera teórica para sincronizar el equipo sea su ÚLTIMO recurso.

Realizar el análisis de los riesgos asociados a la ejecución de este procedimiento y tomar todas las medidas necesarias para minimizar estos. Recuerde que, aunque el procedimiento sea el mismo en cualquier compresor, tenga presente que las condiciones asociadas al proceso y configuración del equipo no son las mismas.

Establezca una rutina de “restauración” en las marcas del TDC para evitar tener que realizar el procedimiento nuevamente. Lo puede hacer cuando el equipo entre en mantenimiento ó por oportunidad en una parada no programada.



ANÚNCIATE en nuestra página web

con un solo click 

PREDICTIVA21

Contáctanos: contacto@predictiva21.com

www.predictiva21.com

Introducción a los Modelos Probabilísticos de la Función de Confiabilidad $(R(t))$



Resumen. Para el análisis de confiabilidad de los equipos, se requiere una serie de datos estadísticos de fallas que nos permitan predecir su comportamiento, por lo que es necesario el análisis de una serie de variables aleatorias positivas. Estas variables generalmente definen el comportamiento desde el tiempo transcurrido entre un instante que determina el origen del proceso, y otro que fija el final del mismo. En base a este comportamiento, podemos determinar una función o modelos probabilísticos del mismo.

Arquimedes Ferrera Martinez
 E&M Solutions
Gestión de Activos y Confiabilidad
 Villahermosa, Tabasco México
 arquimedes.ferrera@eymsolutions.com

Instrucción

Este documento describe en forma muy básica y esquemática, para las personas que se están introduciendo en el mundo de la confiabilidad, cómo se deben determinar los modelos probabilísticos de una función de confiabilidad para componente, equipos y sistemas en base a los datos estadísticos históricos de fallas de los mismos.

1.1 Análisis de Datos

El análisis de los datos es el principal paso para poder determinar las funciones probabilísticas, los datos estadísticos en la mayoría de los casos requieren un manejo y una revisión previa, debido a que tienden a ser escasos, poco confiables o inexactos, por lo que la recopilación de información es sumamente crítica, ya que se van a procesar de una u otra forma para llegar a resultados confiables.

Recopilar datos significa obtenerlos mediante bases de datos de fallas o a través de mediciones, muestreos, encuestas, etc. Una vez que hemos recopilado los datos, tenemos que representarlos o expresarlos en forma de gráficos, tablas, texto o combinando las anteriores, de manera que sea más fácil su análisis.

Resulta oportuno mencionar que esos datos (ya representados), los agruparemos de forma que nos dé una distribución representativa del conjunto de datos. Estos valores representativos se denominan estadísticos o descriptivos e incluyen parámetros importantes que permiten su análisis. Un ejemplo de cómo podemos realizar un análisis de datos empieza con la recolección de los mismos mostrada en la tabla No. 1, observamos el tiempo de vida (duración en horas) de 20 componentes en un periodo dado.

Podemos agrupar los tiempos de vida de los componentes en base a su frecuencia de ocurrencia, como se muestra en la tabla No. 2.

No. de Componente	Duración (horas)
1	58.91
2	158.8
3	25.16
4	80.26
5	77.85
6	105.4
7	95.97
8	87.29
9	81.49
10	16.39
11	79.1
12	36.89
13	68.05
14	21.31
15	209.41
16	519.26
17	34.24
18	44.33
19	283.2
20	8.33

Tabla No. 1

Frecuencia	Tiempo de vida (horas)
0 - 80	11
80-160	5
160-240	1
240-320	1
320-400	1
400-480	0
480-560	1

Tabla No. 2

El análisis de los datos una vez agrupados nos permite conocer información de los mismos como, por ejemplo:

MAYOR VALOR= 519.26 MENOR VALOR= 8.3

DIVISIONES=6 DELTA=80.0.

Adicionalmente, podemos realizar una representación gráfica, como se observa en el histograma de la Fig. No.1.

La observación de los datos (Fig. No.2) y el análisis de los mismos, es el eje principal para cualquier análisis estadístico y probabilístico.

Entonces, una de las primeras cuestiones que tenemos que definir a la hora de planificar la recolección de los datos, es determinar el universo de mediciones, que nos den una verdadera representación de los parámetros o población a analizar y al cual vamos a definir, desde el punto de vista de la estadística, como nuestro universo. Este conjunto de elementos lo vamos a aislar del resto en función de las relaciones mutuas entre ellos o de determinadas características del sistema que estamos sometiendo a estudio estadístico. Sólo así adquieren sentido los valores que se obtienen de la estadística. Por ejemplo, si decimos que 519.26 es el mayor valor y ha ocurrido una sola vez, esto nos da una información relevante.

Por supuesto, hay casos en los que es imprescindible analizar la totalidad de los datos para tener una idea muy clara del comportamiento del sistema. En algunos casos, los métodos de muestreo nos permiten garantizar que tenemos una muestra representativa de la población.

1.2. Modelos Probabilísticos

Modelo probabilístico o estadístico es la forma que pueden tomar un conjunto de datos obtenidos de muestreos con comportamiento que se supone aleatorio¹.

Un modelo estadístico es un tipo de modelo matemático que usa la probabilidad, y que incluye un conjunto de asunciones sobre la generación de algunos datos muestreables, de tal manera que asemejen a los datos de una población mayor.

Un modelo estadístico queda especificado por un conjunto de ecuaciones que relacionan diversas variables aleatorias, y en las que pueden aparecer otras variables no aleatorias. Un ejemplo de un modelo probabilístico de duración de vida de un componente, lo podemos observar en el siguiente histograma (Fig. No.3).



Figura No.1

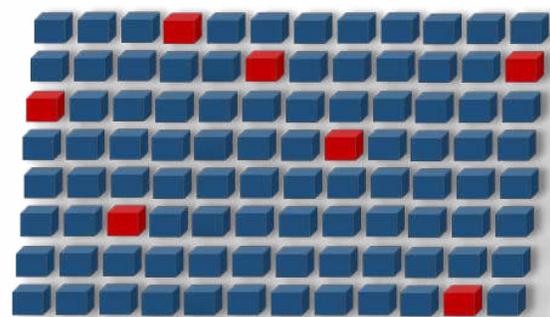


Figura No.2



Figura No.3

La gráfica, (histograma de frecuencias) puede interpretarse de la siguiente manera:

- El valor de mayor probabilidad de vida es de 104 horas.

Sin embargo, valores como 160 y 480 horas, también son posibles de observar, pero tienen menor probabilidad de ocurrencia.

- Por lo que podemos decir que, aunque es el mismo componente el tiempo de duración, tiene un grado de incertidumbre asociado en la vida real.



Por lo que podemos decir que la probabilidad es la medida de ocurrencia de un evento y la frecuencia es un indicador de probabilidad, es por eso que Si un evento "x" es muy frecuente => probabilidad de "x" es alta y si el evento "x" es poco frecuente=> probabilidad de "x" es baja.

A continuación, se muestra (Fig. No. 4) las características de las distribuciones probabilísticas:

Algunos ejemplos de las funciones probabilísticas más usadas en análisis de confiabilidad de equipos:

Variables aleatorias continuas:

- o Distribución Normal
- o Distribución Lognormal
- o Distribución Exponencial
- o Distribución de Weibull

Variables aleatorias discretas:

- o Distribución Binomial
- o Distribución Hipergonométrica
- o Distribución de Poisson

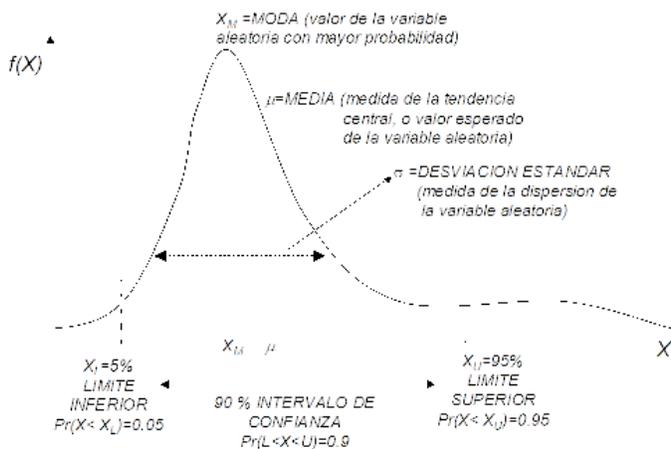


Figura No.4

2. Modelos de Probabilísticos de Confiabilidad

Para el análisis de confiabilidad de componentes, equipos y sistemas, los modelos de confiabilidad se centran en el análisis de datos históricos de fallas, con el objetivo de determinar la probabilidad de supervivencia de los mismos.

La confiabilidad se define como la capacidad de un elemento para realizar una función requerida en determinadas condiciones durante un intervalo de tiempo determinado, estos modelos se encuentran dependiendo del tiempo.

2.1. Función de Confiabilidad

Las funciones que sirven para estudiar los datos de duración, las más utilizadas son funciones como la Función de Densidad, y la Función de Distribución.

Supongamos que T es una variable aleatoria no negativa y continua que representa el tiempo transcurrido entre el inicio de operación hasta la falla. Vamos a denominar f(t) a la Función de Densidad de Probabilidad de la variable T (PDF). Fig. No. 5

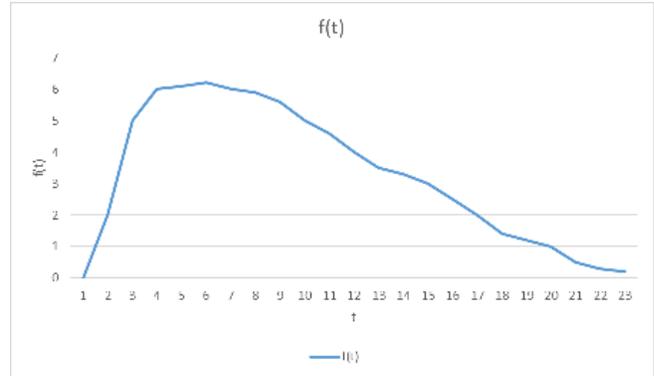


Figura No.5

o La PDF es la forma usual de representar una distribución de falla.

o Las fallas no ocurren en tiempos determinados.

o Ellas ocurren de forma aleatoria y según su distribución de probabilidad.

Como la densidad es igual a la masa por unidad de volumen, la densidad de probabilidad es la probabilidad de falla por unidad de tiempo.

Cuando es multiplicada por la longitud de un intervalo pequeño de tiempo ΔT en el instante t, el producto es la probabilidad de falla en ese intervalo. Fig. No. 6

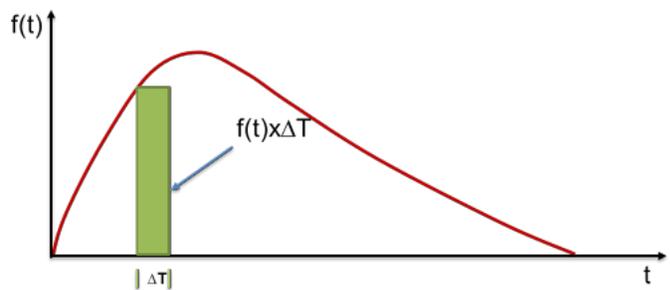


Figura No.6

La PDF es a menudo calculada a partir de los datos de fallas reales. El histograma de las fallas de un equipo en intervalos de vida.

Todas las otras funciones relacionadas con la confiabilidad de un equipo se pueden derivar de la PDF, por ejemplo:

El área ($\Delta t \times f(t)$) debajo de la curva PDF entre 0 y el tiempo t_1 es la probabilidad (acumulada) $F(t)$ de que falle antes de t_1 . Fig. No. 7

$F(t)$ es la función de distribución acumulada (CDF). Es el área bajo la curva $f(t)$ de 0 a t . (alguna veces llamada la no confiabilidad o probabilidad de falla acumulada).

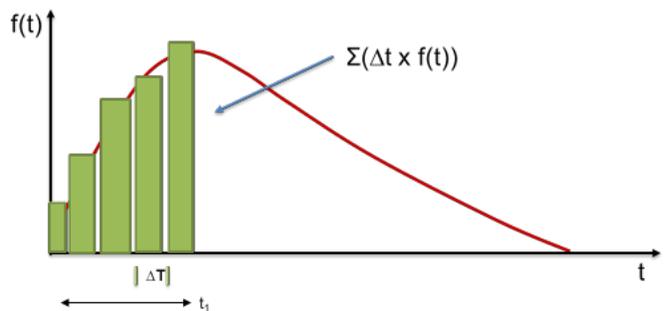


Figura No.7

$$F(t) = \int f(t) dt$$

$$F(t) = \Pr(T \leq t) = \int_0^t f(x) dx$$

La probabilidad de que un componente sobreviva/funcione más allá de un instante t, viene determinada por la Función de Supervivencia, que en el ámbito de la confiabilidad recibe el nombre de Función de confiabilidad (Reliability Function):

$$R(t) = \Pr(T > t) = \int_t^\infty f(x) dx = 1 - F(t)$$

$R(t)$ es una función continua, monótonamente decreciente y tal que:

$$R(0) = 1$$

$$R(\infty) = \lim_{t \rightarrow \infty} S(t) = 0$$

Estos resultados indican que la confiabilidad en el tiempo $t=0$ es igual a 1, y la confiabilidad cuando el tiempo tiende a infinito es cero.



La función de confiabilidad proporciona la probabilidad de que un componente, equipo o sistema esté funcionando al cabo de t horas. Así, si un componente tiene una función de Confiabilidad:

$$R(760) = 0.95$$

Quiere decir que la probabilidad de que el componente siga funcionando al cabo de 760 horas es de 95%.

Esta es la probabilidad de funcionamiento libre de falla o sea que sobrevivan sin falla transcurrido el mismo tiempo t . Representando por el área bajo la curva t hasta infinito. $R(t) = 1 - F(t)$.

2.2. Abreviaturas y Acrónimos

Algunas abreviaturas específicas utilizadas son:

FPR	Función Probabilística de Confiabilidad
CDF	Función de Distribución Acumulada
PDF	Función de Densidad de Probabilidad
R(t)	Función de Probabilidad de Confiabilidad

3. Conclusiones

La determinación de las Funciones Probabilísticas de Confiabilidad es el resultado principal del análisis de datos estadísticos de fallas, por lo que la recolección y análisis de los mismos pueden influir en la determinación de dichas funciones. Una mala selección de la FPR influiría en forma determinante en los análisis de confiabilidad de los componentes, equipos y sistemas y por ende en una errónea selección de las estrategias de inversión y mantenimiento.

Referencias

- [1] Teresa Villagarcía - Fiabilidad. Paper.
- [2] Pita Fernández S, Pértega Díaz, S. Estadística descriptiva de los datos: Unidad de Epidemiología Clínica y Bioestadística. Complejo Hospitalario Juan Canalejo. A Coruña. Actualización 06/03/2001.
- [3] Larry H. Crow, Ph.D. Crow Reliability Resources, Inc. Madison, AL 35758 USA, crowrel@knology.net.
- [4] Petroleum, petrochemical and natural gas industries — Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment (ISO 14224:2016).



INGENIERÍA
GESTIÓN DE ACTIVOS
CONFIABILIDAD
MONITOREO DE CONDICIÓN



**Proveemos Soluciones
orientadas a mejorar
la Seguridad, Rendimiento,
Confiabilidad y Costos durante
el Ciclo de Vida de sus Activos**

Soluciones de Ingeniería
y Mantenimiento, S.L.
Paseo de la Castellana, 95, 15º 28046
Madrid ESPAÑA

www.sim-sl.com
+34 914 185 070
+34 917 577 400
info@sim-sl.com



Refinería Dos Bocas, una obra en medio de la polémica

Bajo la premisa de que es necesaria para el país y en medio de una serie de opiniones controvertidas, pros y contras, el presidente Andrés Manuel López Obrador dio el primer paso para la construcción de la refinería Dos Bocas, en Paraíso, Tabasco.

Irene González
gonzirene@gmail.com

El 2 de junio pasado, el presidente de México, Andrés Manuel López Obrador, inauguró la construcción de la refinería Dos Bocas. Acompañado de la Secretaria de Energía, Rocío Nahle, el mandatario aseguró que la obra será construida en tres años, a un costo de 8 mil millones de dólares y que la misma será asumida por la industria petrolera mexicana, Pemex.

Lo que dice la Secretaría de Energía

El gobierno declaró desierta la licitación efectuada por invitación restringida. Las propuestas de los consorcios Bechtel- Techint, Worley Parsons Jacobs, Technip o KBR rebasaban los costos y plazos de construcción de la séptima refinería en Paraíso, Tabasco. Los técnicos de la obra delinearon cuatro escenarios, entre los que destacan declarar desierta la convocatoria, un plan para rehabilitar las seis refinerías, y hacer una planta de 100 mil barriles de capacidad que no es rentable. El análisis técnico presentado a la secretaria Energía considera también construir la refinería en dos etapas con el objetivo de reducir los costos porque se construirán dos trenes con capacidad para 170 mil barriles diarios cada uno.

Rocío Nahle dijo que el plazo de ejecución será de tres años y la inversión máxima de ocho mil millones de dólares. "La estrategia de ejecución se diseñó y se ajustó de tal manera que permita optimizar el plazo para cubrir la meta de tres años de construcción y reducir el costo del proyecto, capitalizando hasta 40 por ciento de ahorro sobre los estimados. Esto de los estimados, son estimados de costos que presentaron las diferentes empresas a las que se les invitó", concluyó Nahle.

Lo que dice Pemex

El director general de Petróleos Mexicanos, Octavio Romero Oropeza, aseguró que el proyecto de la Nueva Refinería de Dos Bocas significa el inicio de la recuperación de la seguridad nacional, mediante el pleno ejercicio de la soberanía en nuestros recursos energéticos, especialmente el petróleo. "Esta nueva refinería incrementará de manera

Hace 40 años, durante la presidencia de José López Portillo, fue la última vez que Petróleos Mexicanos (Pemex) puso en marcha nuevas refinerías. En 1979, inauguró por última vez este tipo de instalaciones petroquímicas, cuando entraron en funciones dos refinerías, la "Héctor R. Lara Sosa", en Cadereyta, Nuevo León, y la "Antonio Dovalí Jaime", en Salina Cruz, Oaxaca.

significativa, nuestra oferta nacional de combustibles y junto con la rehabilitación de las seis refinerías que conforman hoy el Sistema Nacional de Refinación satisfará la creciente demanda que exigirá la economía mexicana", puntualizó.

Entre los atributos que presenta el puerto de Dos Bocas para desarrollar este proyecto, Romero Oropeza subrayó que el sureste es una región estratégica con abundantes fuentes primarias de energía, además de que, en el sitio se cuenta ya con infraestructura petrolera y marítima, la cual habrá de aprovecharse para el desarrollo del mismo. Otra de las razones, es que "la población de la zona ha asimilado la actividad petrolera desde hace casi medio siglo, de manera que existe una entusiasta aceptación hacia el proyecto, lo que permite prever un total respaldo social a la nueva refinería", aseveró.

Romero Oropeza señaló que Pemex continúa documentando de manera puntual, en tiempo y en forma, los requisitos técnicos y normativos, para cumplir oportunamente con todo lo previsto en nuestra legislación sobre la materia aplicable, así como con los parámetros internacionales.

El Titular de Pemex, reiteró que en cada una de las fases del desarrollo del proyecto se estará cerca de la población y las autoridades de la región, además de que se contratará "la mayor cantidad posible de construcción y mano de obra local". Adicionalmente se incluirán obras hidrológicas que beneficiarán a la comunidad, a la limpieza y saneamiento del Río Seco, la instalación de plantas de tratamiento de aguas residuales y obras de drenaje, que se sumarán a las acciones consideradas en el proyecto.

Asea dice que no

La secretaria de Energía, Rocío Nahle, mencionó que el proyecto de la refinería de Dos Bocas, Tabasco, ya cuenta con el aval ambiental para iniciar su construcción. Sin embargo, según el Diario Reforma, el titular de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA), Luis Vera Morales, dijo que lo único que entregó a Petróleos Mexicanos (Pemex) y a la Secretaría de Energía (Sener) fue una exención que le permite realizar estudios, y no una autorización ambiental. "La exención se les va a dar porque es una exención. Para hacer estudios no requieren de un impacto ambiental. Es lo necesario para que puedan entrar a hacer estudios al sitio", expresó.

El proyecto cuenta hasta la fecha con una autorización para realizar obras de dragado para la ampliación del puerto, pero no así para la construcción y equipamiento de una refinería que, de acuerdo con la legislación actual, producto de la reforma energética de 2013, obliga a cualquier interesado en proyectos del sector hidrocarburos solicitar ante la ASEA.

De acuerdo con la información aportada por los organismos oficiales, Pemex irá al mercado internacional a comprar los equipos para la refinería cuya entrega se pacta a largo plazo y su costo es mayor. Según el plan presentado por la Secretaría de Energía, con esto habrá una baja significativa en la inversión. Romero Oropeza afirmó que "Petróleos Mexicanos pone a disposición de esta coordinación a cargo de la secretaria de Energía los recursos financieros, técnicos, humanos y materiales necesarios para cumplir con tal encomienda del presidente".

Para Pablo López Figueroa, secretario general del Comité Ejecutivo Nacional de la Unión Nacional de Técnicos y profesionistas Petroleros, el proyecto de la refinería Dos Bocas sí es viable, aunque aclaró que se necesitan por los menos cuatro años y no tres para su construcción, además de que es necesario que las autoridades hagan los estudios de impacto ambiental y de carácter económico con el fin de que esa refinería sea productiva y beneficie tanto a Tabasco como al país. López Figueroa indica que el país requiere al menos otras dos refinerías para recuperar su productividad petrolera.

OPINIONES ENCONTRADAS

✓ A FAVOR

Impulsará la economía de Tabasco y todo el sureste

Beneficiará la generación de empleos, el gobierno calcula que unos 20 mil trabajadores se emplearán desde el inicio.

Para beneficio de la región, durante la ejecución de este proyecto, se privilegiará la contratación de la mayor cantidad posible de construcción y mano de obra local. La etapa de construcción generará hasta 135 mil empleos, de los cuales 23 mil serán directos y 112 mil indirectos.

Incrementará la independencia de México con otros países para la adquisición de combustibles

AMLO: "Con la construcción de Dos Bocas y la remodelación de otras seis refinerías, México por fin alcanzará la autonomía y autosuficiencia energética en los próximos años"

✗ EN CONTRA

La calificadora Moody's estima que la construcción de la refinería costará más de 12 mil millones debido a la falta de experiencia de Pemex.

El Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO), luego de un estudio sobre la viabilidad del proyecto, recomendó cancelar la construcción pues la inversión total de 160 millones de pesos solo tiene 2% de probabilidad de éxito. Según esta institución, la construcción de la refinería tiene una alta probabilidad de convertirse en un obstáculo para alcanzar los objetivos de crecimiento económico de Pemex.



Refinería Minatitlan, una de las seis refinerías con las que cuenta México



Actualmente, en el país existen seis refinerías en activo:

- Refinería “Francisco I. Madero” en Ciudad Madero, Tamaulipas, inaugurada en 1914.
- Refinería “Ingeniero Anotnio M. Amor” en Salamanca, Guanajuato, inaugurada en 1950.
- Refinería “General Lázaro Cárdenas del Río” en Minatitlán, Veracruz, inaugurada en 1956.
- Refinerías “Héctor R. Lara Sosa”, en Cadereyta, Nuevo León y “Antonio Dovalí Jaime”, en Salina Cruz, Oaxaca inauguradas en 1979.
- Refinería “Miguel Hidalgo” en Tula, Hidalgo, inaugurada en 1987.
- Una séptima refinería, inaugurada en el Distrito Federal en 1946, fue cerrada en 1991 por razones ambientales.

El puerto de Dos Bocas, un poco de historia

El puerto de Dos Bocas Tabasco, fue construido por Petróleos Mexicanos (PEMEX) en el período 1979 – 1982, año en el que inició operaciones para uso exclusivo de PEMEX siendo una instalación portuaria medular en la actividad petrolera del sureste del país.

Desde su puesta en operación en 1982, y hasta 1999 en que se constituye la Administración Portuaria Integral de Dos Bocas S. A. de C. V., no registró evolución en lo que respecta a la infraestructura portuaria de acceso, protección y atraque. A partir de 1999 con la constitución de la Administración Portuaria y la concesión a esta del recinto portuario de

Dos Bocas, que se observa un cambio en las tendencias y orientaciones en el desarrollo del Puerto hacia la generación de nuevos negocios relacionados con la actividad petrolera.

En el año 2005, inicia operaciones la Terminal de Usos Múltiples, con infraestructura multipropósito, concebida para dar soporte a los proyectos de inversión y manejo de carga de los sectores productivos de su área de influencia, convirtiéndose en el puerto comercial, industrial y petrolero más joven de México. En pocos años, la Terminal de Usos Múltiples ha sido seleccionada como base de operaciones para la logística costa afuera que realizan empresas petroleras e industriales de clase mundial, tal es el caso de Schlumberger, BJ Services y M.I. Drilling.

Fuentes:

<https://www.animalpolitico.com/2019/06/amlo-dos-bocas-inicio-refineria-permiso-semarnat/>

<https://www.puertodosbocas.com.mx/historia>

<https://www.animalpolitico.com/2019/05/permiso-ambiental-refineria-dos-bocas/>

<https://www.animalpolitico.com/2019/05/ultima-refineria-pemex/>

<https://www.elsoldemexico.com.mx/finanzas/pese-a-advertencias-construiran-refineria-dos-bocas-3600018.html>

<https://qsnoticias.mx/especialista-afirmo-que-refineria-dos-bocas-tardaria-4-anos/>

<https://www.elfinanciero.com.mx/peninsula/refineria-en-dos-bocas-no-tiene-retraso-gobernador-de-tabasco>

<https://www.milenio.com/politica/sin-permiso-ambiental-dan-hoy-banderazo-de-salida-a-dos-bocas>

Expertos
en Diagnóstico
y Pronóstico



MACHINE LEARNING MAQUINARIAS ROTATIVAS



Inteligencia Artificial IA

Campus



Regístrate

y ten acceso a nuestra capacitación y formación a través de los recursos tecnológicos de nuestro Campus



- 📍 Mobile City, Alabama - USA. 36695
- ☎ +1 251 285 0287 / +1 205 578 7025
- ✉ info@machineryinstitute.org
- 📧 @MachineryRelia
- 🌐 MachineryInstitute

www.machineryinstitute.org



Mantenimiento y Gestión de Activos

Progreso. Cuando se comenzó a utilizar el término "gestión de activos" se empezó a tomar conciencia acerca de la relación de los activos de una empresa y el costo para que operen durante más tiempo, generando normas que guíen hacia la Gestión de Mantenimiento en el marco de una Gestión de Activos

Juan Pedro Maza SabaletDr. Ing. Industrial
juan.p.maza@aem.es

Hace ya algunos años, en el contexto de un Congreso Iberoamericano de Mantenimiento hubo un conferenciante que, con aire muy convencido, propuso a la audiencia que “a partir de ahora ya no hablaremos de mantenimiento sino de gestión de activos”. En aquel ámbito tal afirmación provocó un interesante coloquio al concluir la conferencia. Fue una idea que ha estado apareciendo en artículos y ponencias con distintas presentaciones y distintas formas de relacionar ambos conceptos, de entrelazarse el mantenimiento con la gestión de activos. Evidentemente, la más atrevida es la ya expuesta de considerar que el mantenimiento se mutaría en gestión de activos. Para muchos, daba la impresión de que, cambiando el nombre a la función, esta adquiriese una categoría superior, que se aproximaría más a los órganos de dirección de la empresa. Se presentaba al Jefe de Mantenimiento como responsable de la gestión de activos. Se le abría todo un mundo.

Aportación de la norma PAS55

A medida que se fue conociendo la norma PAS55 se puso de manifiesto que el mantenimiento ocupaba un pequeño espacio en las figuras 4 y 5 de dicha norma que muestran la visión global y los elementos de planificación e implementación de un sistema de gestión de activos. Quedaba claro lo que es obvio: el mantenimiento es sólo una parte de un proceso que se inicia cuando la empresa se está planteando la posibilidad de invertir en un activo, que continúa con su diseño, construcción y operación y que termina con su desmantelamiento. No obstante, y a pesar de esta clarividencia, hubo quien pensó en la importancia del mantenimiento y se iniciaron muchos proyectos para tratar de homologar su actividad de acuerdo con las directrices de la PAS55. Entraron en el marco de trabajo basado en los 28 puntos, que se refieren a toda la empresa, pero acometiéndose sólo en Mantenimiento. También se siguieron ofreciendo proyectos de RCM, de TPM, de lean y otros, pero ahora asegurando que se hacía en el marco de dicha norma: “...y nos apoyamos en la PAS 55 para el diagnóstico de la función mantenimiento, así como para la implantación de sistemas de mantenimiento centra-

dos en la confiabilidad” ... Y aunque se acometieron interesantes proyectos con la mirada puesta en la norma, en el ambiente seguía aleteando la ambigüedad en la delimitación entre mantenimiento y gestión de activos.

Las normas ISO5500, ISO55001 y ISO55002

La publicación de estas normas en el año 2013 ha sido un proceso clarificador muy importante. En primer lugar, ha servido para recordar que la PAS55 realmente no es una norma sino un borrador de norma, un proyecto de norma sujeto a sugerencias antes de que fuese ratificada como tal (Publicly Available Specification). Por ello no es de extrañar la gran diferencia que hay entre los articulados de uno y otro documento, a pesar de los esfuerzos realizados por algunas personas de querer presentar las normas ISO55000 como un desarrollo natural de la PAS55. Y nada más lejos de la realidad.

En segundo lugar, estas normas ISO utilizan conceptos y definiciones que no se prestan a la ambigüedad, como sucede con algunos aspectos de la PAS55. Aunque pueda parecer una simpleza, queda totalmente de manifiesto que estas normas son posteriores a la gestión de activos; que desde el Paleolítico el hombre gestiona los activos que posee y utiliza, así que no tiene sentido una frase muy habitual: “Ahora me voy a dedicar a la gestión de activos”. Otra cosa es que estas normas pretendan ser una ayuda eficaz para garantizar que dicha gestión se haga de la mejor manera para la empresa propietaria. Este concepto queda muy claro ya desde la Introducción: “La adopción de estas normas permite a una organización lograr sus objetivos a través de la gestión eficaz y eficiente de sus activos”

Desde el Paleolítico el hombre gestiona los activos que posee y utiliza. La adopción de estas normas permite a una organización lograr sus objetivos mediante la gestión eficaz de sus activos.



La meta de un proyecto de optimización de activos es mejorar de forma sostenible los resultados

La norma ISO55000 abarca todos los aspectos y funciones de la gestión de activos, desde la definición del propio sistema de gestión de activos hasta la propuesta de seguimiento y control de los avances alcanzados, pasando por la fijación de objetivos, el control de riesgos, la organización, el liderazgo, la información y un largo etcétera. Pero, sobre todo, pone muy de manifiesto que el sistema de gestión de activos debe ser el resultado de los objetivos de la organización. En concreto, insiste en que la gestión de activos físicos es “la gestión del ciclo de vida óptimo de los activos físicos para lograr de forma sostenible los objetivos de negocio establecidos”

Y, aunque parezca otra simpleza, es necesario decirlo una vez más: la meta de un proyecto de optimización de la gestión de activos no es implementar todos los procesos y guías que aparecen en las normas ISO, sino hacer esa implementación con el objetivo de mejorar de forma sostenible los resultados de la organización. Un matiz que pondría en duda algunas de las iniciativas que se van acometiendo.

El objetivo de Mantenimiento

Fijado el marco anterior, estamos en condiciones de plantearnos cuál ha de ser el camino para que el mantenimiento adapte su actuación a una eficaz gestión de activos. Y, en primer lugar, hemos de considerar que las normas ISO55000 están previstas para su implementación a la totalidad de una organización, aunque no descartemos el ejercicio de ir adecuando una parte de dicha organización para su integración en el conjunto. Por lo tanto, si se quiere trabajar en adecuar la actuación de Mantenimiento a lo estipulado por tales normas, es básico

“ Los activos están para ser operados eficazmente durante largos periodos de tiempo ”

establecer de qué manera este colabora en “el logro de los objetivos de negocio establecidos”

Adecuándonos al marco de un artículo, podemos decir que el objetivo básico de toda organización es la consecución de beneficios, alcanzar rentabilidad a la inversión. Evidentemente hay otros objetivos a conseguir: la satisfacción de los clientes, el respeto por el medio ambiente, la responsabilidad social, el crecimiento de sus empleados... y mucho más. Pero, si en la gestión no se consiguen beneficios, el negocio quebrará y no será posible todo lo demás. Así que, partiendo de esa afirmación, consideremos que la expresión matemática del beneficio es una función de múltiples variables que van desde el precio de las materias primas que se utilizan en el proceso hasta el precio de venta de la producción. Y consideremos que en dicha función hay dos variables que dependen directamente de la actuación de Mantenimiento: la disponibilidad de los activos mantenidos y el coste que genera para realizar su actuación. En este punto habrá, igualmente, quien argumente que en el objetivo del mantenimiento hay que incluir la seguridad, la calidad, la confiabilidad, la productividad y más. Pero hemos de considerar que todas estas son condiciones implícitas en la propia definición de Mantenimiento (tal como aparece en la norma europea UNE-EN 13306-2011 Terminología de Mantenimiento). Es algo

sobre lo que se puede argumentar ampliamente, pero, en aras de la brevedad, hemos de decir que el mantenimiento ha de hacerse bien, cumpliendo todas las exigencias de su función, generando un gasto ajustado y consiguiendo que las instalaciones estén disponibles para poder alcanzar los planes previstos de producción. En pocas palabras, los activos están para ser operados eficazmente durante largos periodos de tiempo y con un coste de mantenimiento que no limite la rentabilidad de la operación. Y a esos dos objetivos de disponibilidad y coste se ha de encaminar la Gestión de Mantenimiento en el marco de la Gestión de activos.

Limitaciones en la gestión de los costes y de la disponibilidad

El control de los costes de mantenimiento es una necesidad que aparece en todas las propuestas que se publican sobre la materia. La Asociación Española de Mantenimiento (AEM) publica cada cinco años, desde 1990, un libro encuesta sobre "El Mantenimiento en España". En él se recogen las respuestas de una cantidad suficiente de responsables de mantenimiento como para considerarlo como una muestra bastante representativa del sector. Para la pregunta "qué es lo que más valora la Dirección sobre la gestión de mantenimiento", se les da a los encuestados cinco opciones y la que se responde mayoritariamente, año tras año, es "los costes directos de Mantenimiento" Y no es de extrañar; es lo que se suele encontrar en otras encuestas y benchmarkings a lo largo del mundo. Y es la tensión perenne sobre los jefes de mantenimiento para la reducción de costes o su no incremento.

Pero, siendo tan firme esa presión, resulta desolador analizar los datos que se publican sobre la práctica real de la gestión de costes:

- **Un tercio de Jefes de Mantenimiento que no participan en la elaboración de su presupuesto.**
- **Organizaciones donde el coste de la mano de obra propia no aparece como gasto de mantenimiento.**
- **El coste del mantenimiento contratado suele ser una cifra global difícil de discriminar en los conceptos dichos anteriormente.**
- **El mismo sistema de control de costes suele estar diseñado pensando exclusivamente en facilitar la labor contable, pero no la gestión.**

Porcentajes que oscilan alrededor del 50%

reconocen que no pueden discriminar los costes de las órdenes de trabajo, la distribución de costes entre correctivo y preventivo, o por equipos y máquinas.



Estas deficiencias, y otras más, hacen que la gestión económica de mantenimiento se limite a un intento de reducir la cifra global del mismo, lo que en muchos casos se traduce en una reducción de la intensidad o de la calidad de la actuación mantenedora. En un empeoramiento de los resultados.

En el caso de la disponibilidad se presenta una situación menos confortable que en la de los costes. En la encuesta de AEM a la que nos hemos referido anteriormente, según los encuestados, sólo el 27% de los gerentes ponen la disponibilidad en un lugar preeminente de la gestión de mantenimiento. Y recientemente, un informe de la AMP (Association of Asset Management Professionals), ante una encuesta en la que se preguntaba ¿cuáles son las mejores métricas para medir e informar la efectividad del mantenimiento? nos encontramos con que sólo el 17% incluyen la disponibilidad. Y es lo que solemos encontrar en auditorías y estudios específicos: falta de datos serios de disponibilidad, de definición y evolución de averías repetitivas, o de clasificación de equipos con más fallos. Pero es que es mucha la información sobre este tema que es insatisfactoria. Podemos encontrar una gran cantidad de propuestas sobre indicadores de gestión de mantenimiento,

pero por lo general se refieren a aspectos parciales de dicha gestión, que pueden estar bien, pero que no van encaminados a optimizar los dos criterios básicos: costes y disponibilidad.

Si, por ejemplo, se nos dice que hemos incrementado nuestro mantenimiento preventivo un 20% ¿hemos de sentirnos satisfechos? Esa afirmación no es positiva si a la vez no tenemos constancia de que se han reducido los costes globales o que se ha incrementado la disponibilidad: reducción de averías repetitivas, reducción de intervenciones de urgencia, uso eficiente de los medios... La norma europea EN 15341:2007 Maintenance Key Performance Indicators, nos ofrece 71 diferentes indicadores, pero la norma no nos dice que 69 de ellos han de utilizarse para ayudar a trabajar en la optimización de dos de ellos, E1 y T1 (costes y disponibilidad), que son los que inciden en los resultados de la compañía.

Mantenimiento para la gestión de activos

Resumiendo, podemos decir que, si una organización de Mantenimiento ha de iniciar un proceso de homologación de su actividad de acuerdo con las normas Sobre Gestión de Activos, antes de nada, ha de estar segura de que va a alinear sus objetivos con los objetivos de la compañía. Y, básicamente, ha de orientar su actuación a controlar y optimizar la disponibilidad que se ofrece a la producción y los costos en que se incurre para desarrollar dicha actuación. Una auditoría de situación, un estudio de objetivos a fijar (tras un posible benchmarking) y un primer plan de trabajo, son pasos ineludibles para adentrarse en las entrañas de las normas ISO55000.



smallbusiness.chron.com

PREDICTIVA21

SÍGUENOS EN LINKEDIN

Únete a nuestros foros
y comparte tus opiniones y artículos



Predictiva21

Conéctate!

Taxonomía de Activos Físicos

Principio. La taxonomía es el fundamento del Mantenimiento y de la Confiabilidad y una de las características del sistema de Gestión de Activos



Ingeniero Geovanny Solórzano
solorzanog.1973@gmail.com

Resumen

La jerarquización de instalaciones industriales se inició por el cambio en la perspectiva del Mantenimiento, es decir, de reparar solo en caso de falla hacia tener alta disponibilidad durante el ciclo de vida de los activos físicos. Desde entonces se ha facilitado la atención de los requerimientos operacionales y la aplicación de acciones dirigidas a la supervisión del desempeño, a la conservación, y a la restitución de la función de los equipos de producción. Actualmente existe un método denominado "Taxonomía" y este logra agruparlos en niveles taxonómicos relacionándolos con el uso, localización y subdivisión de equipos, además es considerado un fundamento del Mantenimiento y de la Confiabilidad y adicionalmente, una característica del Sistema de Gestión de Activos. En este Trabajo Técnico se presentan los principales modelos de clasificación, jerarquización y desagregación que fueron la base técnica para el nacimiento de la "Taxonomía", y se abordan aspectos sobre su implementación a través de la disciplina de Ingeniería de la Confiabilidad, su papel como elemento de las estrategias de mantenimiento y contribuyente en la gestión de activos y por último, de manera resumida, se facilita una guía para la elaboración de las estructuras taxonómicas.

Descriptorios o Palabras Claves:

Activo Físico, Activo Fijo, Ingeniería de la Confiabilidad, Jerarquización y Taxonomía.

1. Introducción

En la Fase Proyecto de las instalaciones industriales, las empresas incurren en costos típicamente conocidos como "Inversión Inicial", donde son protagonistas los "Costos de Inversión en Bienes de Capital (capital expenditure - CAPEX)" y los "Costos Operativos en Bienes de Capital (operational expenditures - OPEX)". En la Fase Operación es donde se le da el arranque al sistema productivo, y es puesto en servicio para lograr su estabilización operacional en función de las

Abreviaciones y Términos

AC → *Análisis de Criticidad*

ACR → *Análisis Causa Raíz*

ACCV → *Análisis Costo Clico de Vida (LCC – Live Cycle Costing)*

EAM → *Sistema de Gestión de Activos Empresariales (Enterprise Asset Management)*

AMEF → *Análisis del Modo y Efecto de Fallas*

CMMS → *Sistema de Gestión y Control de Mantenimiento (Computerized Maintenance Management System CMMS)*

DDOM → *Detección de Desviaciones y Oportunidades de Mejoras*

ENT → *Equipo Natural de Trabajo*

HAZOP → *Estudio de Peligros y Operatividad (Hazard and Operability)*

IC → *Ingeniería de la Confiabilidad*

IBR → *Inspección Basada en Riesgo*

MCC → *Mantenimiento Centrado en Confiabilidad*

RAM → *Análisis de Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad (Reliability, Availability and Maintainability Analysis)*

RIM → *Gestión de Información de Confiabilidad (Reliability Information Management)*

TPM → *Mantenimiento Productivo Total (Total Productive Maintenance)*

expectativas de producción, en conformidad con los estándares fijados y, por otro lado, es en esta etapa cuando se realiza la transferencia del proyecto a los nuevos custodios.

Los activos físicos, una vez en operación estable y en contacto con el producto o servicio a vender, tienen como primer objetivo mínimo retornar la "Inversión Inicial", creando así valor económico para la organización, esta premisa contable es la que convierte financieramente al activo físico en un activo fijo tangible y capitalizable, que a su vez se le asigna

un presupuesto, que permitirá su cuidado integral para que cumpla con su función durante su vida útil.

Lo anterior, hace necesario la implementación de la "Taxonomía" para los activos físicos como técnica para direccionar una administración y supervisión controlada de las acciones dirigidas al cumplimiento de requisitos por medio del desempeño, y a su conservación durante el ciclo de vida preestablecido para estos.

Finalmente, este trabajo técnico responde a preguntas como: ¿Por qué la jerarquización de instalaciones industriales es una estrategia de mantenimiento y confiabilidad? ¿Cuándo y por qué se debe iniciar un proyecto de taxonomía de activos físicos? ¿Cuándo nace la taxonomía como fundamento del mantenimiento? ¿Cuál es el papel de la taxonomía en la Gestión de Activos? ¿Cómo, con qué y con quiénes se debe elaborar la estructura taxonómica? y ¿Qué beneficios se obtienen a través de la taxonomía de activos físicos?

2. La Taxonomía como Fundamento de la Confiabilidad y el Mantenimiento

Una jerarquización de activos físicos es un método sistemático y una lista completa de todos estos, en un orden lógico, claro, holístico y desagregado que facilita la localización de registros y datos técnicos y financieros desde niveles superiores a inferiores o viceversa. Además proporciona un marco adecuado para que la empresa estructure datos en un sistema de información y facilita la clasificación de sus equipos de producción en categorías, clases y tipos (Water Research Foundation - WERF (2012)).

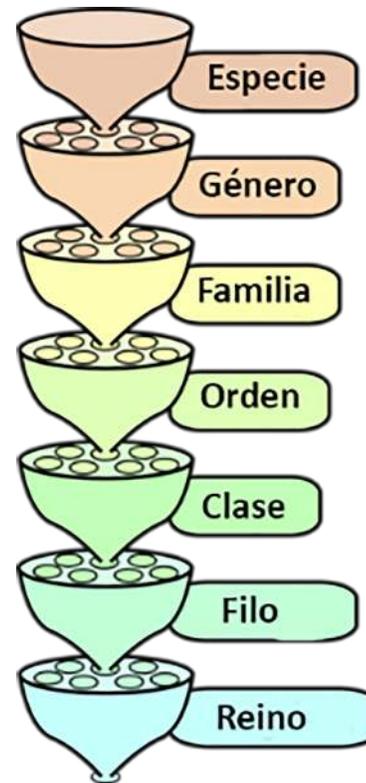


Figura 2.1. Taxonomía de los seres vivos. Fuente: <https://es.slideshare.net/marita1277raffo>

En la Biblia, específicamente en el libro de Génesis en el capítulo 2 versículos del 19 al 20, se menciona lo siguiente: "2:19, ahora bien, Jehová Dios estaba formando del suelo toda bestia salvaje del campo y toda criatura voladora de los cielos, y empezó a traerlas al hombre para ver lo que llamaría a cada una..." y en el "2:20, de modo que el hombre iba dando nombres a todos los animales domésticos y a las criaturas voladoras de los cielos y a toda bestia salvaje del campo...". Adán, el primer hombre en habitar la tierra, aplicó un método para identificar y jerarquizar (taxonomía) a los seres vivos.

Durante el siglo XVIII (1707-1778), el botánico y zoólogo Carlos Linneo propuso un sistema que clasificaba a los seres vivos en diferentes niveles jerárquicos, este fue llamado Taxonomía Linneana (<https://es.slideshare.net/marita1277raffo>), y su esquema se muestra en la figura 2.1.

El uso de los métodos de jerarquización, para la codificación, identificación y registro de los activos físicos de las instalaciones industriales, tuvieron su primera aproximación durante la segunda (1951-1979) y tercera (iniciando en 1980) generación de expectativas de la evolución del mantenimiento. Esto se debió al cambio de premisas en esta disciplina (perspectivas, estrategias y patrones de fallas), lo cual se muestra en la figura 2.2 (Moubray, 1997).

Entre los propósitos de la jerarquía técnica están:

1. Mostrar las interdependencias técnicas de la instalación industrial
2. Registro de tags, equipos y repuestos
3. Registro de documentos y planos
4. Registro de datos históricos de mantenimiento en el CMMS
5. Planificación, programación y cierre de trabajos de mantenimiento
6. Distribución de costos y recuperación
7. Planificación y organización del programa de mantenimiento preventivo
8. Planificación del trabajocorrectivo inmediato y diferido

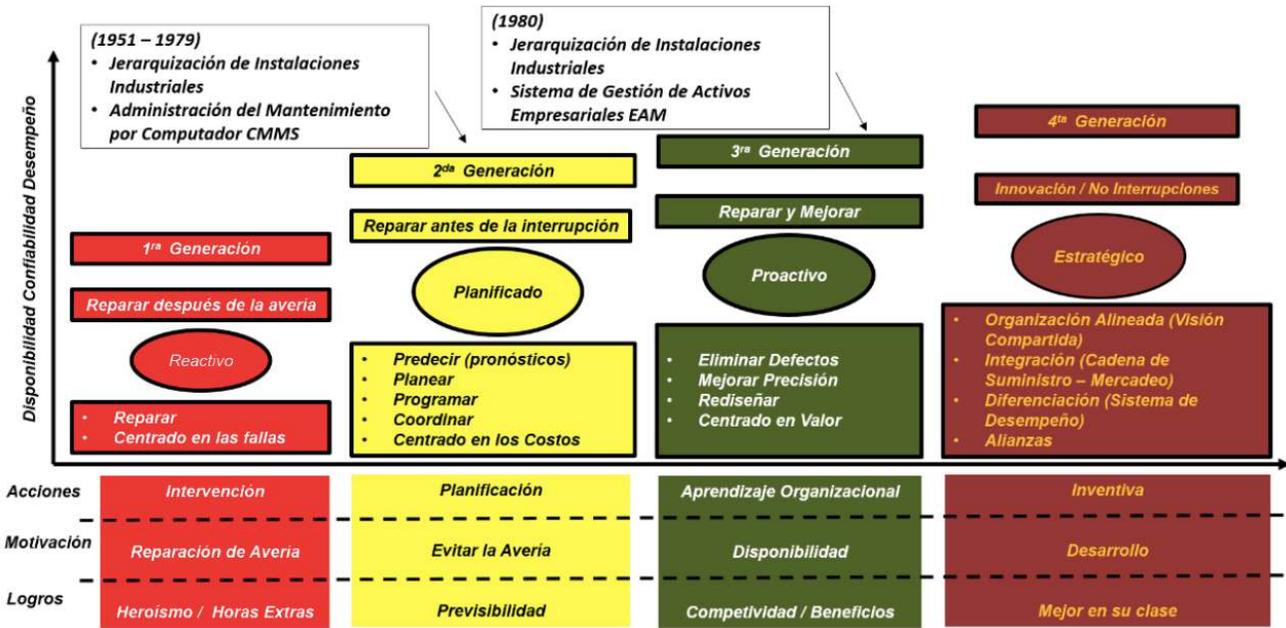


Figura 2.2. El desarrollo de la Gestión del Mantenimiento. Fuente: (Foro Global sobre Mantenimiento y Gestión de Activos (2016))

A continuación, en la tabla 2.1, se presentan de forma resumida los métodos de jerarquización de activos físicos postulados desde 1970 al 2013.

Métodos de Jerarquización de Activos Físicos para Instalaciones Industriales			
Año	Ente	Denominación	Aplicación – Propuesta
1970 – 1978	Asociación Técnica Europea para la Generación de Energía y Calor (VGB Power Tech)	Sistema de Identificación KKS (Kraftwerk-Kennzeichen-System)	Centrales de Generación de Electricidad. Clasificación, división y codificación su función (relacionada con el proceso), lugar y puntos de instalación.
	United Airlines (F. Stanley Nowlan)	AD/A006-579 - Reliability-centered Maintenance	Industria Aeronáutica. Jerarquización de partes de aeronaves.
1983 - 1991	John Moubray	RCM2 – MCC2	Industria en General. Jerarquización, codificación y diagramas de bloque funcionales.
1993 - 1995	Comisión Venezolana de Normas Industriales	COVENIN 3049-93 "Mantenimiento – Definiciones"	Industria en General. Desagregación y codificación de los objetos de un sistema productivo.
	National Aeronautics and Space Administration - NASA de los EEUU.	Manual de Sistemas de Ingeniería (NASA Systems Engineering Handbook),	Instalaciones y Proyectos de la NASA. Organización Sistemas de Ingeniería.
1999 2006 2016	Organización Internacional de Normalización (ISO)	ISO 14224:2016 "Colección e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos para la industria petrolera, petroquímica y del gas"	Industria Petrolera, Petroquímica y del Gas. Puede ser adaptada a otro tipo de industrias con algunas limitantes. Taxonomía – Clasificación de Activos Físicos, en Niveles Taxonómicos.
2001 2011 2017	NORZOK – Asociación Noruega de Petróleo y Gas y la Asociación de Armadores de Buques Noruego	NORZOK Z-008:2001 y 2011 "Análisis de Criticidad para Propósitos de Mantenimiento" NORZOK Z-008:2017 "Mantenimiento basado en el riesgo y clasificación de consecuencias"	Industria Petrolera, Petroquímica y del Gas. Puede ser adaptada a otro tipo de industrias con algunas limitantes. Jerarquización Funcional (principal y sub-función).
2009 2013	WERF - Fundación de Investigación del Agua (The Water Research Foundation)	Análisis de decisiones / Guía de implementación - Desarrollo de herramientas de gestión de activos: resumen de investigación (SAM1R06i)	Complejos de Tratamiento de Agua Potable y Aguas Residuales. Jerarquización con niveles Padre – Hijo.

Tabla 2.1. Métodos de Jerarquización de Activos Físicos para Instalaciones Industriales Fuente: Elaborado por el autor, consultando varias fuentes bibliográficas.

En la tabla 1 se observa, cómo las bases para la elaboración de las estructuras jerárquicas presentadas por VSG Power Tech (plantas de energía - Sistema KKS) durante 1970 - 1978, F. Stanley Nowlan (industria aeronáutica - RCM) desde 1974 - 1970, y por John Moubray (industria general - RCM2) a partir de 1983, permitieron generar marcos referenciales como fundamento para normas internacionales, nacionales e institucionales. Acotando que La Organización Internacional de Normalización (ISO), emitió en 1999 la primera edición del estándar ISO - 14224:1999 "Colección e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos para la industria petrolera, petroquímica y del gas" en donde se menciona por primera vez la palabra "Taxonomía" como fundamento de la confiabilidad y el mantenimiento.

Etimológicamente, la palabra Taxonomía se origina de dos términos griegos, "taxis" y "nomos", que significan "arreglo, poner orden" y "ley, norma", respectivamente.

La Taxonomía es definida por la norma ISO 14224:2016 como una "clasificación sistemática de ítems en grupos genéricos basados en factores comunes a varios de los ítems". En las figuras 2.3, 2.4 y 2.5 se muestran los métodos de jerarquización propuestos por los estándares internacionales ISO-14224 y NORZOK Z008 y por la Fundación de Investigación del Agua de los EEUU (The Water Research Foundation - WERF WERF)

La Real Academia Española, define la palabra Taxonomía de la siguiente forma:

f. Ciencia que trata de los principios, métodos y fines de la clasificación. Se aplica en particular, dentro de la biología, para la ordenación jerarquizada y sistemática, con sus nombres, de los grupos de animales y de vegetales.

f. Clasificación (acción de clasificar).

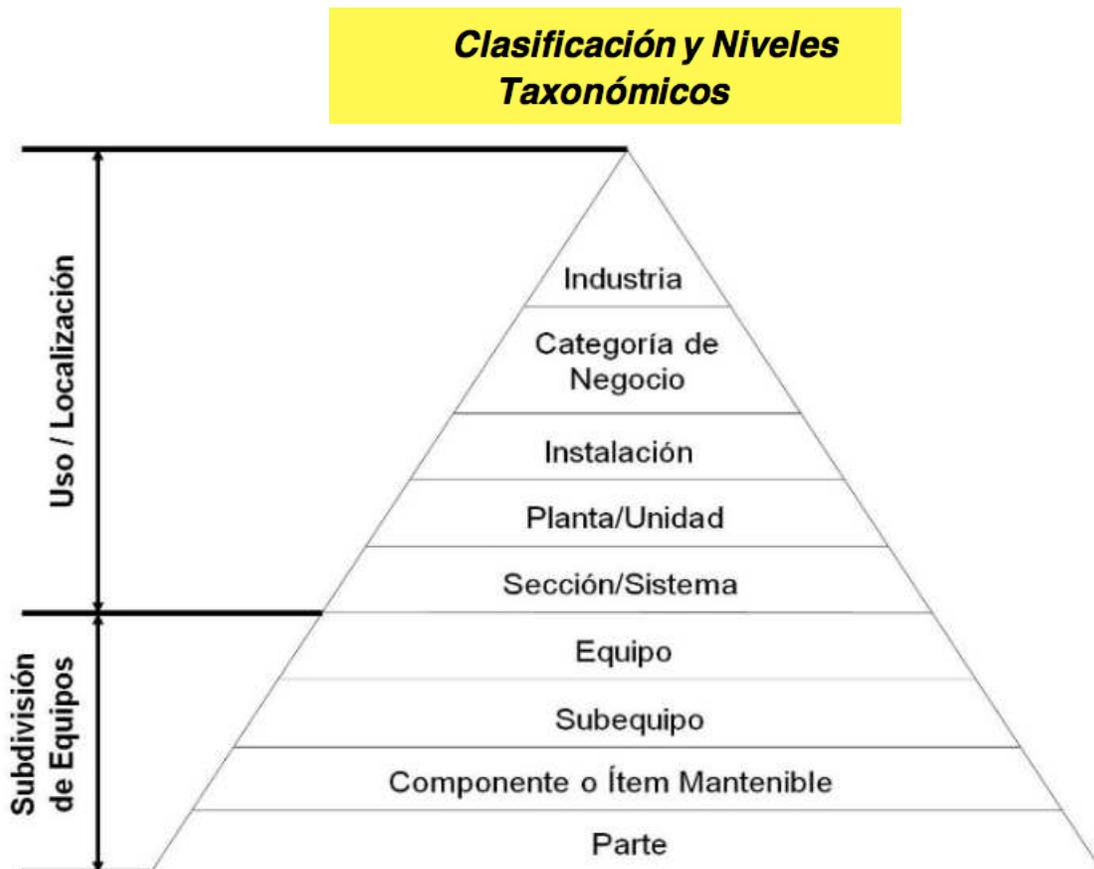


Figura 2.3. Clasificación Taxonómica y Niveles Taxonómicos. *Fuente: Norma, ISO-14224:2016.*

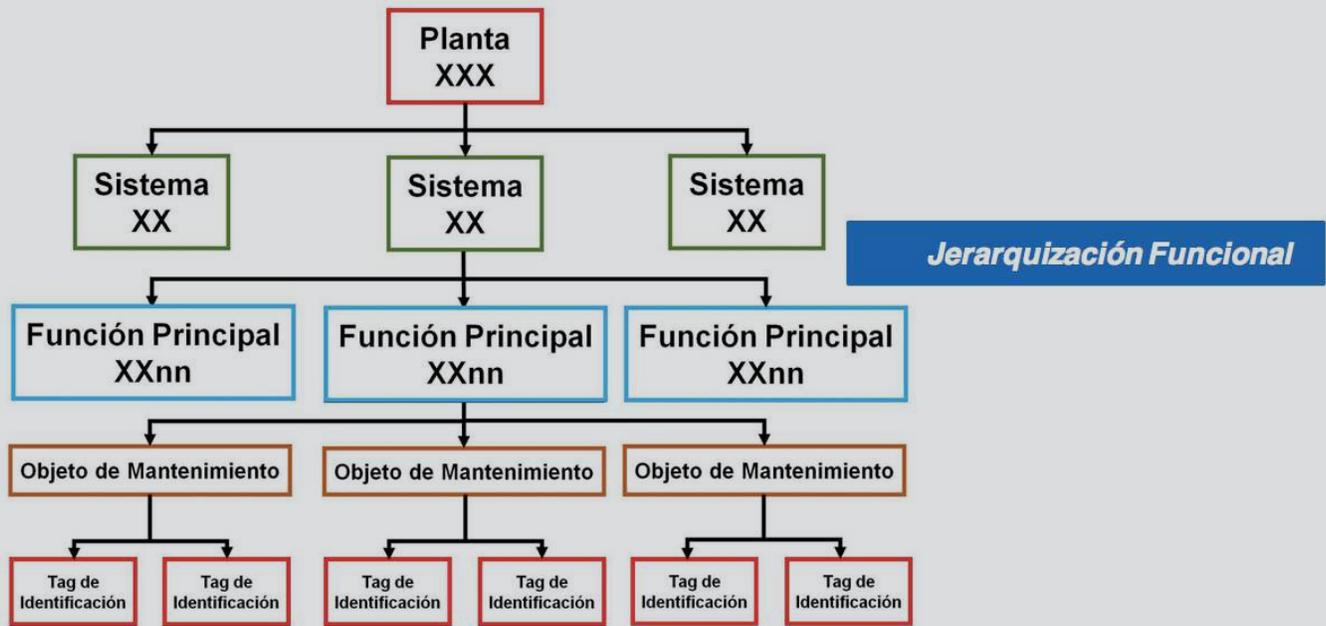
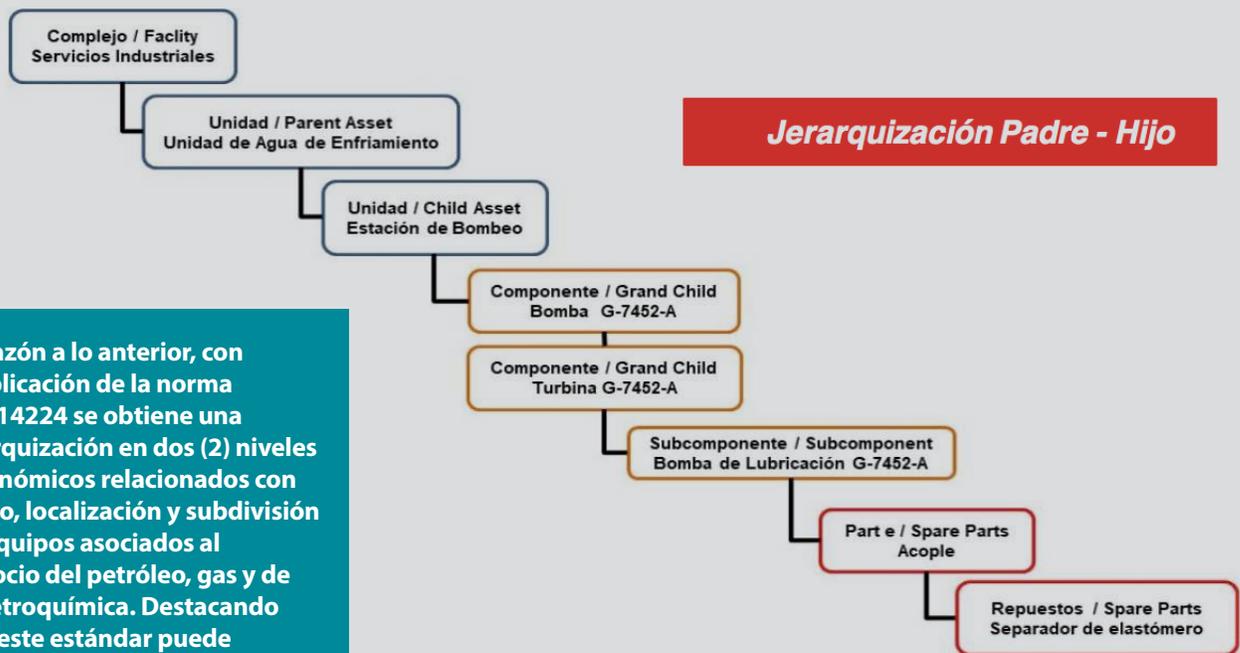


Figura 2.4. Jerarquía de Sistemas y Equipos. Fuente: Norma, NORSOK Z-008:2001

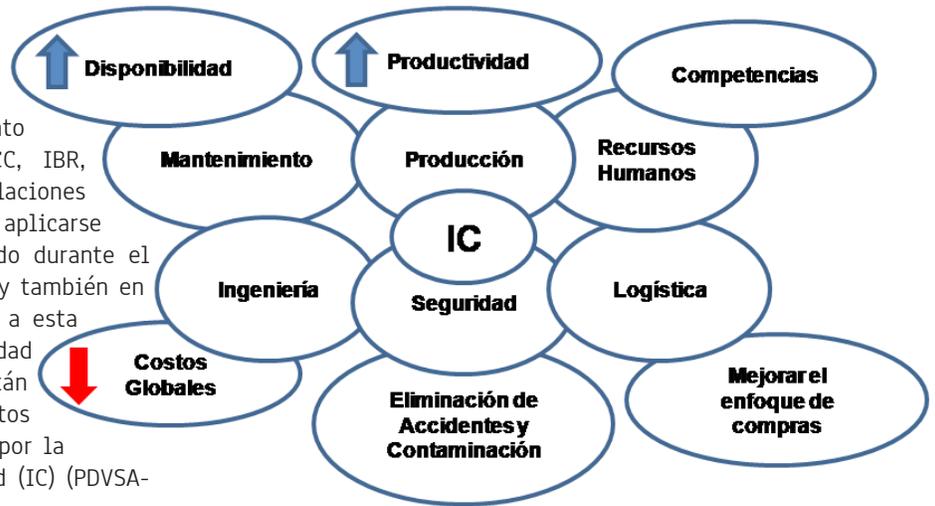


En razón a lo anterior, con la aplicación de la norma ISO-14224 se obtiene una jerarquización en dos (2) niveles taxonómicos relacionados con el uso, localización y subdivisión de equipos asociados al negocio del petróleo, gas y de la petroquímica. Destacando que este estándar puede ser adaptado a empresas de otros rubros, porque para ambos casos, sirve de guía para el registro y tratamiento de datos de mantenimiento y confiabilidad permitiendo que, a través de los análisis de estos, se tomen decisiones dentro del marco del plan gestión de mantenimiento como contribuyente del plan de gestión de activos.

Figura 2.5. Jerarquía de Sistemas y Equipos, esquema Padre e Hijo. Fuente: (<http://simple.werf.org> (2013)) – Adaptado por Solórzano.

3. La Taxonomía en la Confiabilidad desde el Diseño

Las industrias limitan la implementación de las técnicas de confiabilidad y mantenimiento (Jerarquización de equipos (RIM), AC, MCC, IBR, FMEA, RAM, ACR, ACCV, otros) solo a instalaciones en operación. Estas metodologías pueden aplicarse para maximizar el valor del dinero invertido durante el ciclo de vida de los equipos de producción y también en los proyectos de instalaciones industriales, a esta última aplicación se le denomina Confiabilidad desde el Diseño. Estos dos enfoques, están fundamentados por áreas de conocimientos representados en un ámbito organizacional por la disciplina de Ingeniería de la Confiabilidad (IC) (PDVSA-INTEVEP (2000)).



La IC cumple con un papel integrador entre las diferentes funciones empresariales, es así como se relaciona con el mantenimiento a través de la disponibilidad; con la producción por medio de la productividad; con la logística en la identificación y la gestión de los repuestos críticos; con la ingeniería por su rol en la seguridad de funcionamiento durante todo el ciclo de vida de las instalaciones; con recursos humanos por las competencias laborales requeridas para la operación y el mantenimiento de los equipos de producción; y con la seguridad, por su contribución con el cuidado de las personas, instalaciones y del medio ambiente (Arata, 2013, p.80). La figura 3.1, presenta la integración de la IC con la organización empresarial.

Figura 3.1. Ingeniería de la Confiabilidad Factor Integrador. Fuente: (Arata (2013)).

La IC tiene una cadena de valor, y esta inicia con un análisis de benchmarking para un nuevo proyecto (Fase Proyecto), y con el dato registrado producto de un evento para una instalación industrial en operación (Fase Operación), ambos casos finalizan a través de la materialización de su aporte en el plan productivo y de gestión de mantenimiento, contribuyentes del plan de gestión de activos. A continuación, en la figura 3.2 se puede observar la cadena de valor de la IC (Arata, 2013, p.81).

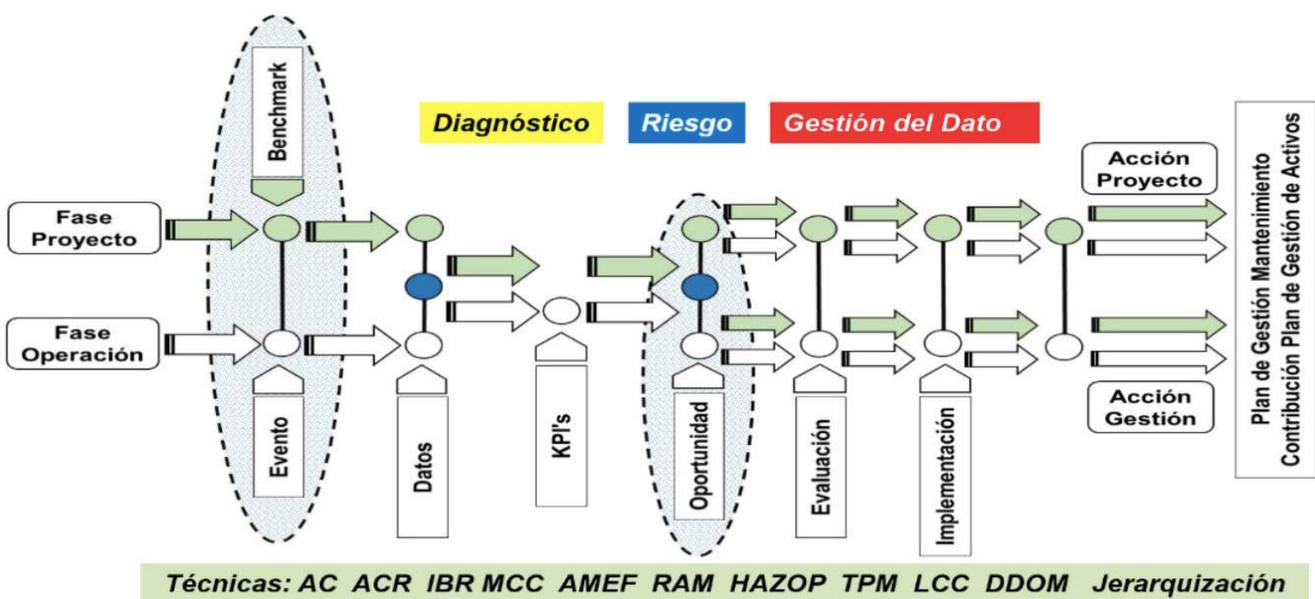


Figura 3.2. Cadena de Valor de la IC. Fuente: (Arata (2013)) – Adaptado por el autor.

En la "Fase Proyecto", la IC puede agregar valor en el desarrollo del proyecto implementando técnicas de diagnóstico como un RAM, de Riesgo mediante un ACCV; y específicamente elaborando en esta etapa temprana y de antesala a la "Fase Operación" la taxonomía de activos físicos, a través de la Gestión del Dato (RIM).

Con la Gestión del Dato, se transforman los diferentes flujos de información (técnica, legal y financiera) en conocimiento útil y confiable, que permitirá en primer lugar, llevar a cabo la construcción y la puesta en marcha de los proyectos, como segundo punto, se convierte en la base fundamental para la conservación de la función de los equipos de producción durante su ciclo de vida, lo que facilita la consolidación de la data maestra para definir

el nivel de clasificación, jerarquización y desagregación de las instalaciones industriales, determinar los niveles de inventario y definir los repuestos críticos. Y el tercero y último aspecto, es que esta información será el soporte para el cumplimiento de la misión departamental de la estructura organizacional preestablecida por la empresa para la "Fase Operación"; y a la que le será transferida la custodia del sistema productivo una vez que los activos físicos se pongan en servicio y se logre la estabilización operacional en función de las expectativas de producción inicial. La figura 3.3, presenta la contribución de la información documentada bajo un esquema general centrado en la gestión de mantenimiento y confiabilidad, clasificándola en los niveles estratégico, táctico y operacional.

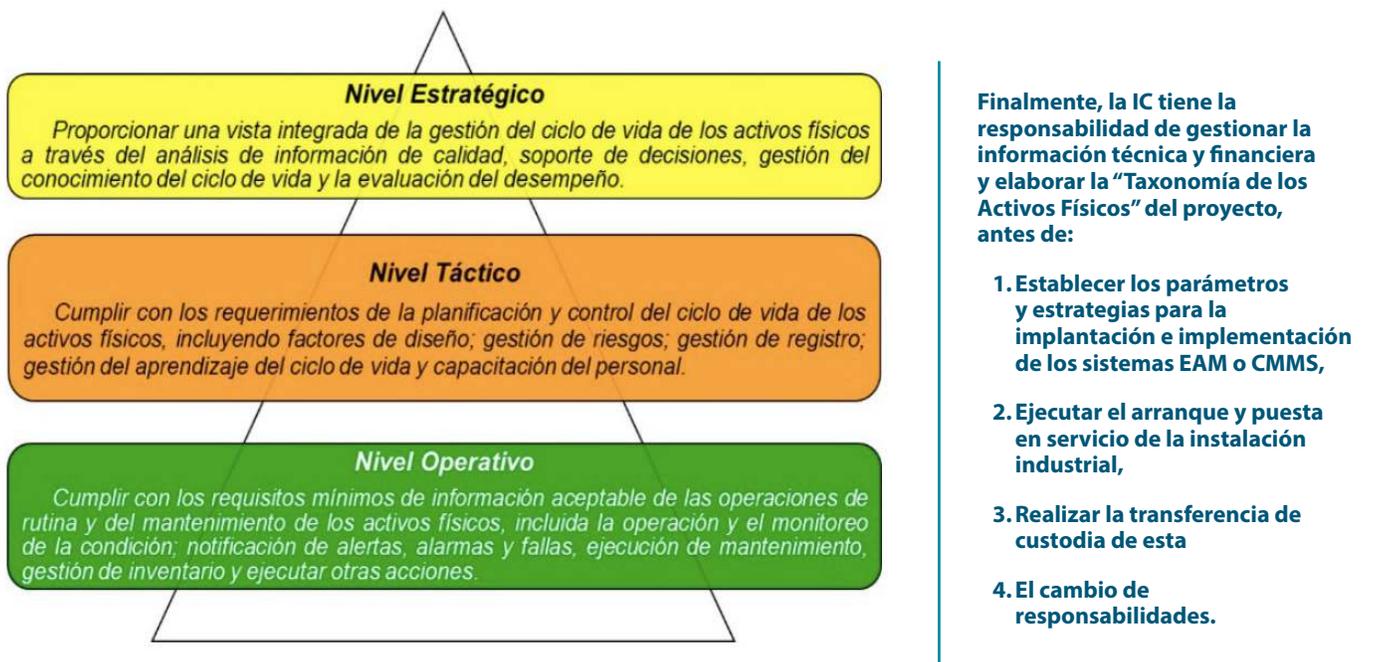


Figura 3.3. Contribución de la información en los niveles de la organización en la "Fase Operación". Fuente: (Haider (2007)) - Adaptado por el autor.

En la figura 3.4, se pueden observar las fases asociadas a un proyecto, señalando que la elaboración de la taxonomía de activos físicos debe iniciarse en la fase de definición y desarrollo y culminarse antes de la puesta en marcha de las instalaciones, es decir, antes de iniciar la Fase Operación.

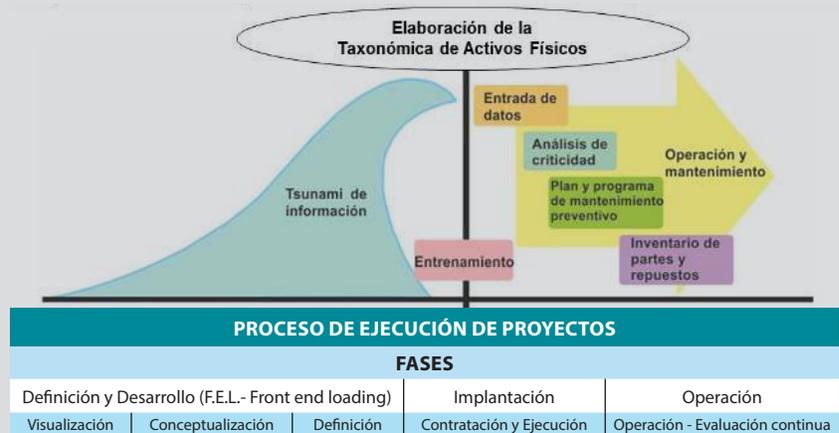


Figura 3.4. Fases de un Proyecto para la Elaboración de la Taxonomía de Activos Físicos. Fuente: (Foster (2012)) – Adaptado por el autor.



4. La Taxonomía en la Gestión de Activos

El estándar ISO-55000:2014 "Gestión de Activos - Aspectos generales, principios y terminología", en su apartado 2.5 Aspectos Generales del Sistema de Gestión de Activos, menciona que una taxonomía efectiva, "es una característica del sistema de gestión de activos porque permite dar una visión técnica y financiera integrada de los activos y sistemas de activos, beneficiando así las funciones del departamento de finanzas, debido a la mejora de los datos y los vínculos asociados".

Con la aplicación de la taxonomía a las instalaciones industriales se apoya el proceso de tener "información documentada" sobre estas, como requisito descrito en las normas ISO-55001:2014 "Gestión de activos - Sistemas de gestión - Requisitos" e ISO-55002:2014 "Gestión de activos - Sistemas de gestión - Directrices para la aplicación de la ISO-55001", específicamente en sus cláusulas 7.5 y 7.6 respectivamente.

Entre las metodologías para la jerarquización de activos físicos que se postularon entre 1970 al 2017, destaca la "Taxonomía" descrita en la norma ISO-14224:2016, por ser la técnica utilizada para la clasificación de las instalaciones en niveles taxonómicos relacionados con el uso, localización y subdivisión de equipos (Manríquez (2017)).

La potencialidad de la taxonomía de activos físicos proviene de su concepto de desagregación (método de roll-up), el cual permite a través del CMMS, en razón a la información documentada realizar un análisis más preciso en las acciones de conservación de los equipos de producción, dando más confianza en la toma de decisiones durante su ciclo de vida (<http://simple.werf.org> (2018)). En la figura 4.1 se esquematiza el nivel de confianza que generan los datos a través de la desagregación desde el nivel 5 (uso y localización) al 9 (subdivisión de equipos) según la norma ISO-14224.

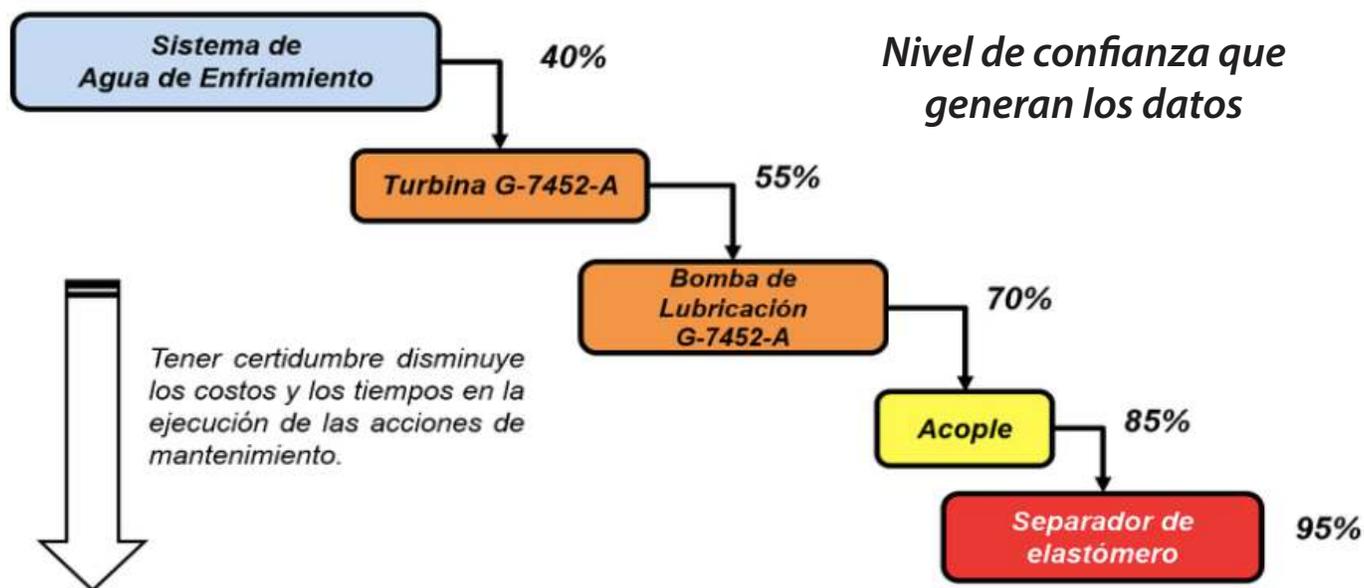
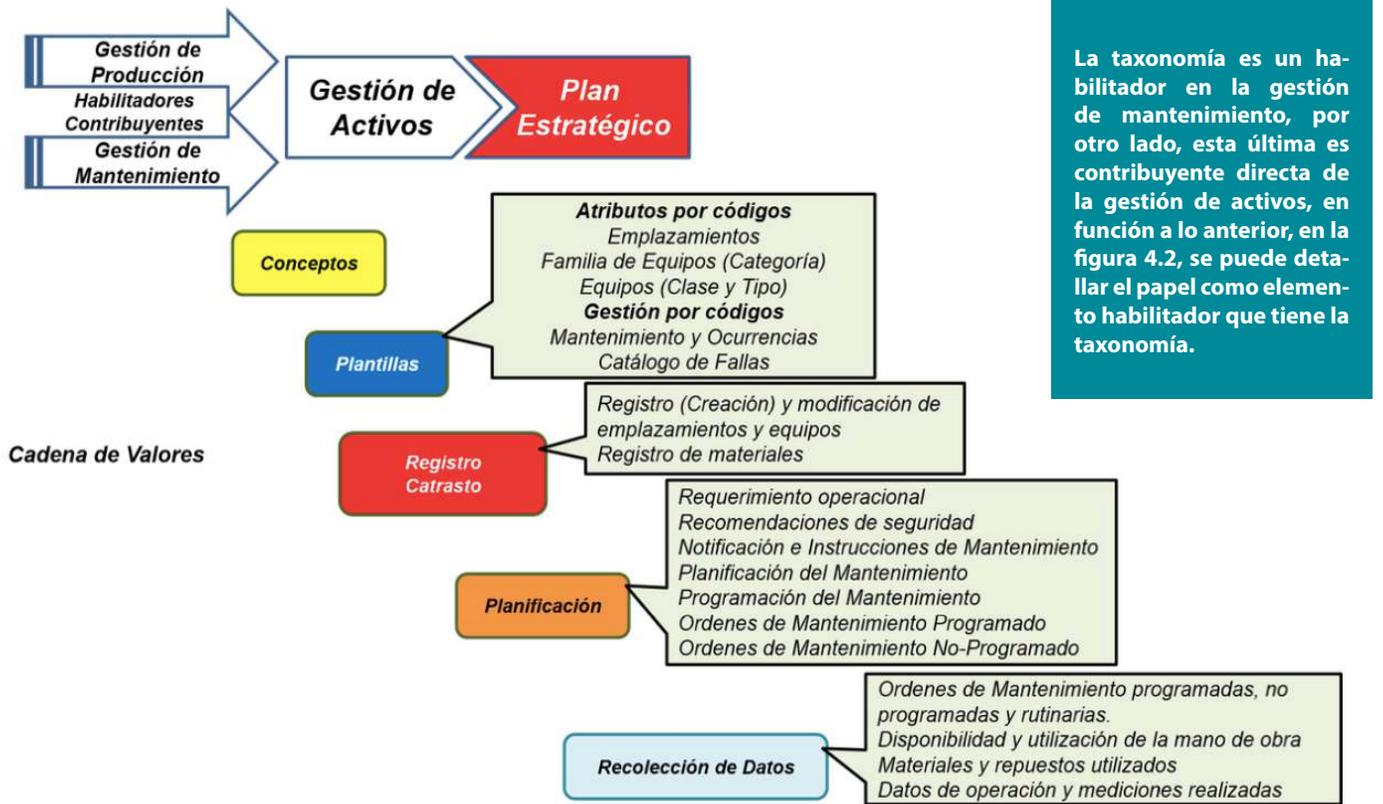


Figura 4.1. Nivel de Confianza -Taxonomía de Activos Físicos. Fuente: (<http://simple.werf.org> (2018)) – Adaptada por el autor.



La taxonomía es un habilitador en la gestión de mantenimiento, por otro lado, esta última es contribuyente directa de la gestión de activos, en función a lo anterior, en la figura 4.2, se puede detallar el papel como elemento habilitador que tiene la taxonomía.

Figura 4.2. La Taxonomía como elemento habilitador y contribuyente. Fuente: (Tavares (2018)) – Adaptado por el autor.

El Foro Global sobre Mantenimiento y Gestión de Activos (Global Forum on Maintenance and Asset Management - GFMAM) planteó en 2016, como estrategias para la gestión de mantenimiento, el registro de los activos físicos y la elaboración de los AC, AMEF y planes de mantenimiento preventivo, es decir, se tiene que:

1. Construir la estructura taxonómica,
2. y como aporte temprano a este proceso identificar los equipos críticos y sus modos de fallas,
3. elaborar los catálogos de fallas y los planes de conservación de los equipos.

A continuación se muestra, a través de la figura 4.3, el marco referencial para la gestión del mantenimiento propuesto por el GFMAM.

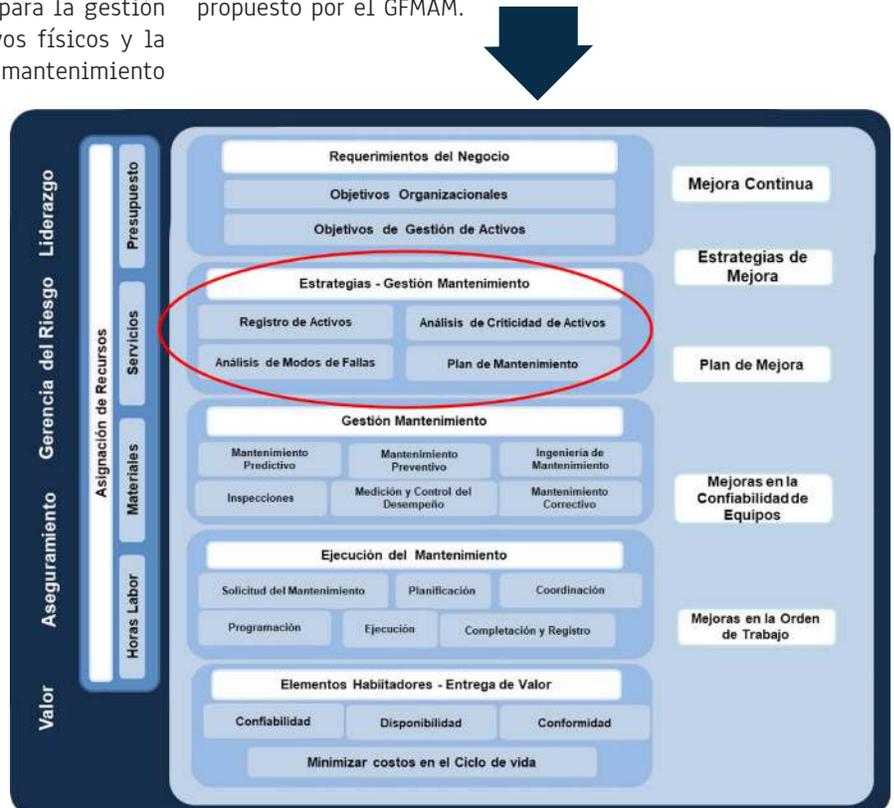
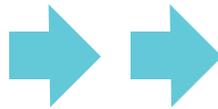


Figura 4.3. Marco Referencial para la Gestión de Mantenimiento. Fuente: (Marco de Referencia del Mantenimiento - GFMAM (2016))

5. Proceso para Generar Valor

Como Requerimientos Generales, el primer paso se tiene que enfocar en la conformación del Equipo Natural de Trabajo (ENT). Hasta ahora pudimos conocer que la elaboración de la estructura taxonómica para los activos físicos es responsabilidad de la Ingeniería de la Confiabilidad como disciplina, pero a nivel de talento humano (activo humano), ¿Quién tiene la responsabilidad de liderar un proyecto de taxonomía de activos? La respuesta es el “Ingeniero de Confiabilidad”, el cual tiene definidas algunas funciones típicas e inherentes a la disciplina de IC, antes de iniciar con la fase operación, y estas son:



1. Definir la estructura jerárquica y taxonomía de los activos de planta.
2. Liderar el desarrollo de los análisis de criticidad.
3. Gestionar la base de datos de los activos de la organización, taxonomía, jerarquía, y análisis de criticidad.
4. Garantizar planes de mantenimiento de los activos de acuerdo a sus modos de fallas.
5. Implementación y gestión del programa de Mantenimiento Predictivo.
6. Desarrollar análisis estadístico y modelamiento de las fallas de activos para optimizar los planes de mantenimiento.
7. Liderar los programas de Análisis de Causa Raíz.
8. Liderar planes de implementación de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.

El ENT tiene que establecer los procesos, subprocesos y entregables para la elaboración de la estructura taxonómica, como se muestra en la tabla 4.1.

Procesos y Subprocesos para la elaboración de Estructuras Taxonómicas de Activos Físicos			
Procesos	Subprocesos	Acciones	Productos
Datos Maestros	Captura de Información Técnica y Financiera. 10%	* Conformación del ENT. * Revisión y captación de información para los niveles taxonómicos del 1 al 9: * Información Técnica: categoría empresarial, tipo de instalación, plantas (relación con los procesos aguas arriba, medios y aguas abajo), tipo de operación, licenciente del proceso de producción, otros. * Información Financiera: valor de adquisición del activo, centro de costos, imputaciones, área de empresa, otros.	* Estructura Taxonómica preliminar. * Reporte de consolidación de documentos o repositorio de información.
	Registro de estructura taxonómica y carga en el CMMS. 30%	* Revisión y aprobación de estructura taxonómica preliminar para su registro (llenado de plantillas taxonómica de atributos para UT y OT) * Carga de los niveles 1-5 (relacionados con el uso y localización) en el CMMS, para esta acción las instalaciones son denominados Ubicaciones Técnicas (UT). * Carga de los niveles 6-7 (asociados a la subdivisión de equipos) en el CMMS, para esta acción los equipos son llamados Objetos Técnicos (OT).	* Estructura taxonómica aprobada. * Listado del universo total de instalaciones plantas, sistemas y equipos y registro de información técnica y financiera para los niveles taxonómicos del 1-7. * Reportes informativos sobre el universo de ubicaciones (UT) y objetos técnicos (OT), creados y registrados en el CMMS.
	Registro y carga en el CMMS de Listas de Materiales. 20%	Registro y Carga en el CMMS, del listado de partes mantenibles y repuestos (Bill Of Materials - BOM), niveles taxonómicos 8 y 9 y deben ser asociados a los OT (niveles 6 y 7).	Reportes de carga de listas de materiales a los OT en el CMMS.
Adecuación en Lista de Repuestos	Registro de Intercambiabilidad y Listado de Repuestos (SPIR). 10%	Creación de las hojas de registro de intercambiabilidad de repuestos (Spare Parts Interchangeability Record -SPIR), para registrar las partes y repuestos de equipos que sean iguales en clase, tipo, diseño y fabricante.	Hoja de registro de intercambiabilidad de repuestos (SPIR)
Cuidado de los Activos Físicos	Elaboración de los Planes de Cuidado para los Activos Físicos. 30%	* Establecimiento y aplicación de metodologías de Confiabilidad y Mantenimiento: AMEF (FMEA), MCC (RCM), ACR (RCA), AAF (FTA) e IBR (RBI), para la elaboración de los planes de conservación de activos físicos y los planes de inspección, y efectuar su posterior carga el CMMS. * Elaboración de catálogo de fallas.	* Planes de Mantenimiento Preventivo (Actividades clasificadas en sus 5 Niveles) * Catálogo de Fallas. * Planes de Inspección de Equipos Estáticos. * Paradas de Planta Programadas.

Tabla 4.1. Procesos asociados a la elaboración de la Taxonomía Activos Físicos. Fuente: Elaborado por el autor

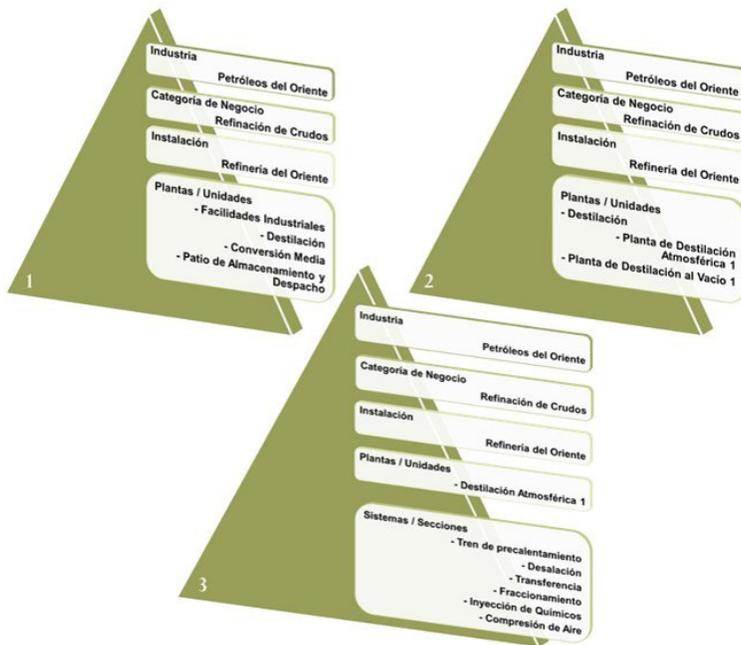


Figura 5.1.
Estructura Taxonómica de una Instalación Petrolera con Niveles del 1 al 5.
Fuente: (Elaborada por el autor - ISO-14224:2016)

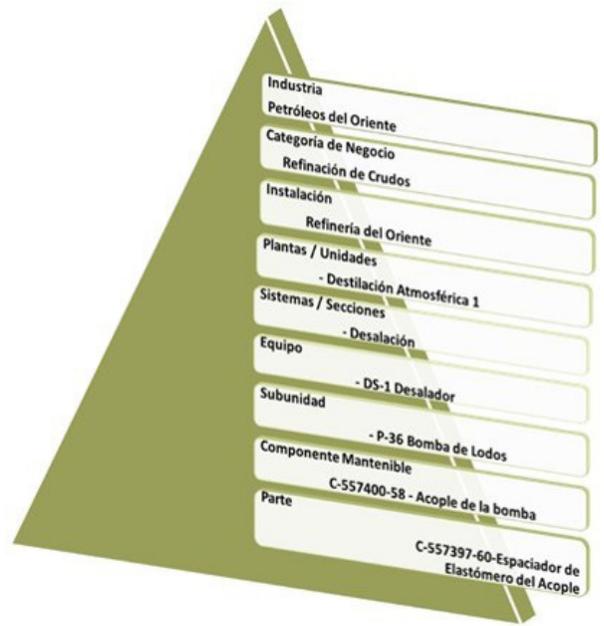


Figura 5.2.
Estructura Taxonómica de una Instalación Petrolera con Niveles del 1 al 9.
Fuente: (Elaborada por el autor - ISO-14224:2016)

Ejecutados todos los procesos anteriores y con la estructura taxonómica aprobada, esta debe implementarse a través de un EAM o CMMS, para que ayude a generar valor económico. Esta acción también permitirá a los nuevos custodios de las instalaciones contar con una base de datos esencial para ejecutar, supervisar y controlar todas las acciones de

conservación que necesita el activo físico para asegurar el cumplimiento de su función durante su ciclo de vida en la Fase Operación. A continuación, en las figuras 5.1 y 5.2, se muestra un ejemplo de estructura taxonómica de una instalación petrolera y en la 5.3 se presenta de una planta no petrolera según la norma ISO-14224.

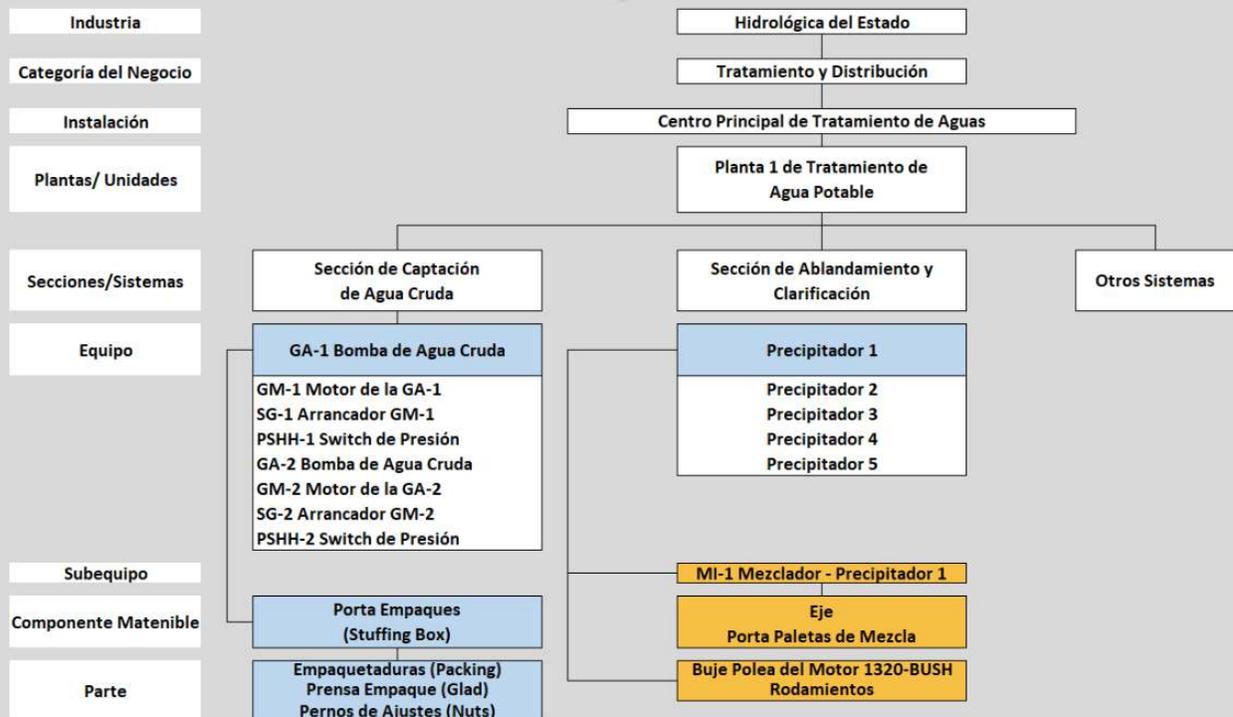


Figura 5.3. Estructura Taxonómica de una Instalación Petrolera con Niveles del 1 al 9.
Fuente: (Elaborada por el autor - ISO-14224:2016)



6. Beneficios de la Taxonomía de Activos Físicos

- Información documentada del universo total de emplazamientos y de los equipos que los integran, identificando cuáles están en disposición de generar valor.
- Datos financieros y técnicos que permitirán la conservación de la función de los activos físicos durante su ciclo de vida.
- Un historial de los activos físicos a través de reportes, notificaciones (avisos) y órdenes de mantenimiento, mediante el registro de datos sobre el desempeño, identificación de componentes fallados, ejecución de acciones preventivas, correctivas, programadas, de mejoras y costos asociados.
- Mejoras en el proceso presupuestario direccionado a los activos físicos (formulación, aprobación, ejecución, administración, control y revisión).
- Un buen desempeño en los procesos del departamento de mantenimiento, captura y diagnóstico, planificación, programación, ejecución, cierre y la satisfacción del cliente.
- El cumplimiento de las responsabilidades establecidas por el nivel estratégico para los niveles táctico y operativo.

Además la taxonomía constituye un insumo importante para:

- Generar una orientación general hacia los procesos productivos y las funciones de los equipos.
- Realizar los Análisis de Criticidad y Planes de mantenimiento.
- Establecer indicadores con perspectivas del negocio basado en premisas financieras, cliente/proveedor, procesos internos, capacidad, otros.
- Elaborar estudios de confiabilidad y mantenimiento.
- Mejorar y elaborar los planes de mantenimiento preventivo para los activos físicos.

7. Conclusiones

La creación de las estructuras taxonómicas permite representar, a través de una información documentada, los emplazamientos y equipos que componen las instalaciones de una organización, para ser transferidas a los softwares de gestión empresarial o específicamente a los de control de mantenimiento (EAM/CMMS).

Una taxonomía para los activos físicos conduce a una administración controlada de las acciones dirigidas a su conservación, sean estas preventivas, correctivas, programadas, de mejoras o de reemplazo durante el ciclo de vida preestablecido para estos.

A través de la estructura taxonómica de activos físicos, se generan para la gestión del mantenimiento aportes tempranos, para la elaboración de los análisis de criticidad y planes de mantenimiento.

La taxonomía de activos físicos proporciona información para realizar mejoras en la formulación, aprobación, ejecución, administración, control y revisión de presupuestos de mantenimiento de los activos.

- Facilitar la atención de requerimientos operacionales, de producción, mercadeo, otros.
- Asegurar los recursos necesarios, para la ejecución de los planes de mantenimiento preventivo, acciones correctivas y programadas.
- Elaborar iniciativas de benchmarking que clasifiquen el desempeño de las plantas y equipos en lo relativo a niveles de confiabilidad, personal, utilización, costo de operación, costos de mantenimiento, incidencias de fallas, reparaciones, otros.
- Implementar la identificación de desviaciones y oportunidades de mejoras y mejores prácticas.

8. Bibliografía

Water Research Foundation (2012). www.werf.org.

Linneo y las bases de clasificación (2012). <https://es.slideshare.net/marita1277raffo>.

Moubray J., (1997). *Reliability Centered Maintenance*. New York, United State of America: Industrial Press Inc.

Shishko R. y Aster, R. (1995). *NASA Systems Engineering Handbook*. Washington, United State of America: Randy Cassingham.

www.academia.edu (2017). *KKS Guidelines*. [Guía técnica en línea]. Disponible: https://www.academia.edu/28933957/IDENTIFICATION_SYSTEM_KKS_Chapter_I_KKS_Guidelines_. [Consulta: 2017, diciembre 04].

Organización Internacional de Normalización (2016). *ISO - 14224 Recopilación e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos para las industrias del Petróleo, Petroquímica y Gas Natural, Tercera Edición, norma técnica de la Organización Internacional de Normalización*.

NORSOK Standard (2001). *Z-008 Análisis de Criticidad para Propósitos de Mantenimiento*.

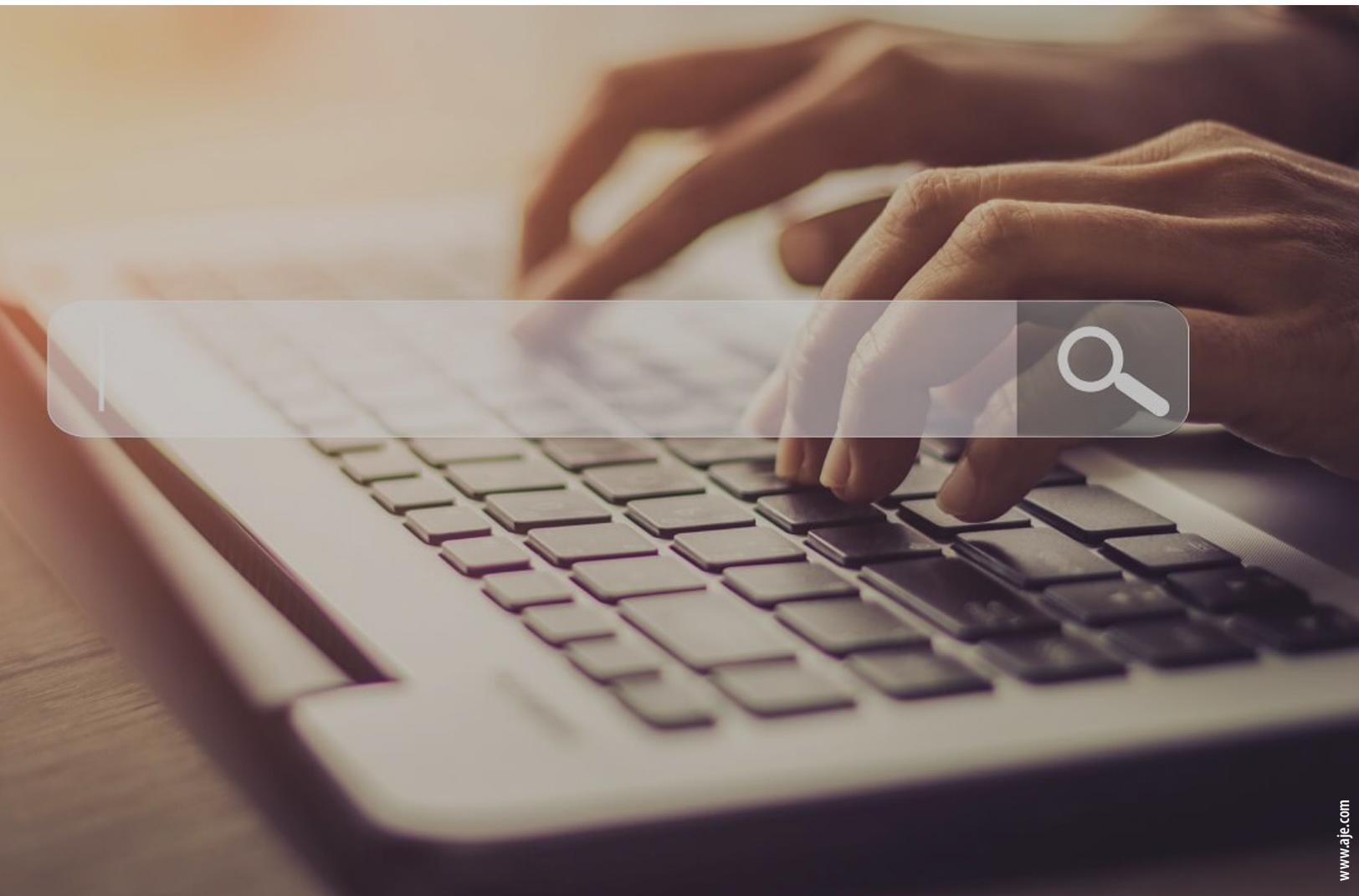
Petróleos de Venezuela S.A. (2000). *Implantación de la Confiabilidad en Etapa de Diseño de Proyectos, informe técnico PDVSA - INTEVEP*.

Arata A., Arata A., (2013). *Ingeniería de la Confiabilidad*. Santiago de Chile, Chile: Ril Editores.

predictiva21.com (2015). *Seis 6 errores a evitar con el software de Gestión de Activos (EAM)*. [Revista técnica en línea]. Disponible: <http://predictiva21.com/editions/e14/mobile/index.html#p=22>. [Consulta: 2018, enero 12].

Organización Internacional de Normalización (2014). *ISO - 55002 Gestión de activos - Sistemas de gestión - Directrices para la aplicación de la ISO - 55001, Primera Edición, norma técnica de la Organización Internacional de Normalización*.

Foro Global sobre Mantenimiento y Gestión de Activos (2016) - *The Maintenance Framework*.





ANÚNCIATE AQUÍ

Tenemos un espacio para ti

Contáctanos: contacto@predictiva21.com

PREDICTIVA21

Cómo perder la inocencia

Cambio. La construcción de una data y su seguimiento para aumentar el nivel preventivo respaldará el trabajo del Jefe de Mantenimiento



Jhonathan Hernando Garavito Caballero

Ingeniero Electrónico, Diplomado en Gestión y Control de Mantenimiento con énfasis en Confiabilidad, con más de 14 años de experiencia en Jefaturas de Mantenimiento y comercialización de servicios de consultoría en industrias de alimentos, construcción, petroquímicas y plantas industriales de manufactura.
Asesor Independiente
Colombiano
eneppha@gmail.com

Durante las últimas décadas el mercado y los modelos de negocios, han venido cambiando a una velocidad estrepitosa: lo que antiguamente eran enormes gigantes corporativos, han venido perdiendo su espacio en el mercado y reduciendo su nivel de ingresos, mientras que otros modelos, de inicios más humildes, ahora son verdaderos titanes. Hemos visto, de igual manera, cómo los periódicos y revistas van cambiando de un grueso paquete a pequeñas ediciones impresas y una robusta edición digital, e incluso a solo la edición digital, ya que muchas personas ya no toman un libro en sus manos y las lecturas las hacen en medios digitales. Algunos vimos desaparecer las populares tiendas de discos, ahora compramos nuestra comida y otros productos de consumo en tiendas virtuales que no cuentan con un lugar físico en el cual ver los productos y, como si fuera poco, las personas pasan la mayor parte de su vida conectados en redes, donde además, se mantienen informados de lo que sucede en el mundo. Los cambios son rápidos y constantes, además se dan a todo nivel y en todos los campos y necesitamos aplicar las 4 A de los buenos cambios (Acostumbrarnos, Asimilarlo, Adaptarnos y Apropiárnoslo). De la misma manera sucede

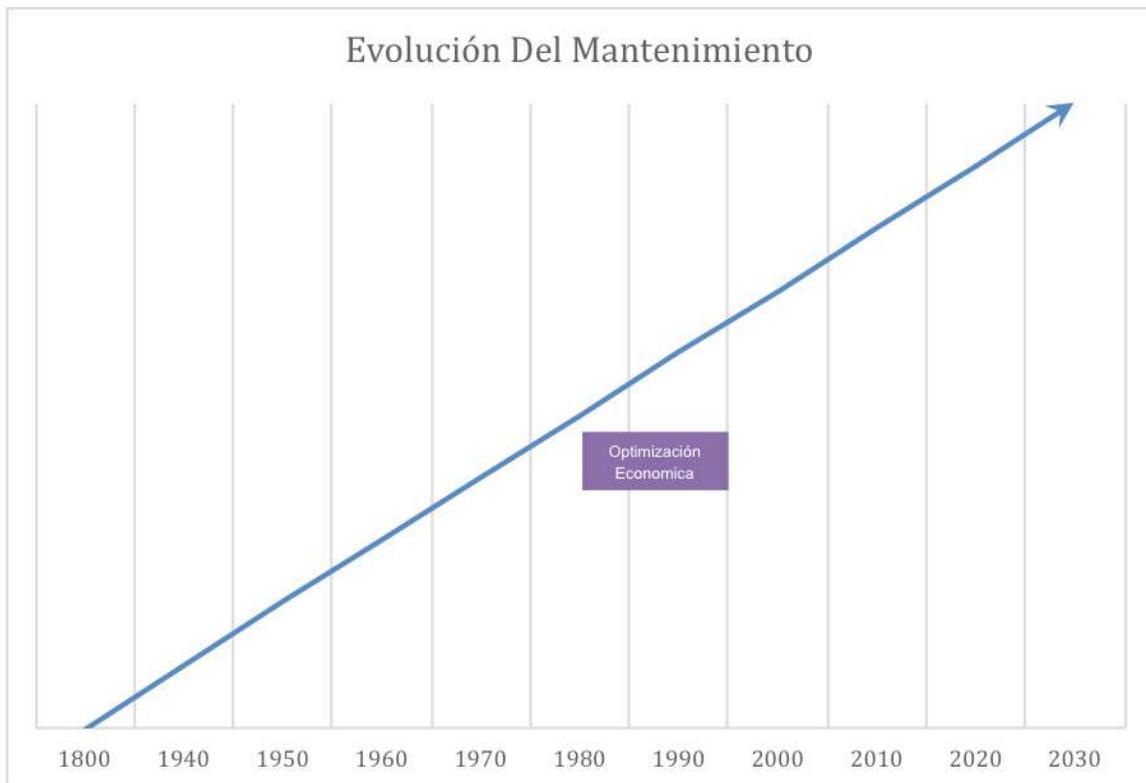


Figura 1. Evolución del Mantenimiento Industrial

con el mantenimiento de las corporaciones y empresas dedicadas a la producción de consumo, área en donde se han visto cambios de estrategias, pensamiento, política, cultura, método, pero que en general apuntan a un horizonte lejano que es lograr que los equipos e infraestructura (Activos) que yo adquiera, me permitan realmente conseguir las utilidades esperadas al administrar y garantizar su vida útil de forma eficiente.

Sé que muchos ingenieros, que han dedicado su vida al mantenimiento industrial, coinciden con mi posición de que las oportunidades de mejora desde el departamento de mantenimiento, para que una empresa o corporación se mantenga en el mercado, son enormes. Esto lo podemos encontrar respaldado en muchísima literatura escrita, incluso desde los años sesenta. Hemos escuchado de mantenimiento preventivo, predictivo, TPM, TPM II, RCM, Confiabilidad, ISO55000, ISO14224, ISO17359, normas API, porqué no mencionar ISO9001, ISO31000 o también en exigencias para la industria alimentaria en la FSCC 22000 o al ir más allá, con el mantenimiento de cuarta generación. Todas las estrategias y normas mencionadas que son, a la larga, herramientas para lograr la meta de esa gestión de activos que se requiere desde el punto de vista administrativo, financiero y monetario. Muchos han hablado de que son modas, tendencias y algunos las han llamado metodologías pasajeras. Sin embargo, siempre he tenido en la cabeza que "si alguien gana más dinero que yo o tiene más

éxito del que tengo, es porque hace algo diferente que no estoy haciendo yo y que puedo hacerlo", claro está decirlo, que debe hacerse ajustado a mi entorno, mi momento, mis necesidades y circunstancias. Es algo que muchos dirán que es de sentido común, sin embargo, es el menos común de los sentidos porque la mayoría no nos damos cuenta de que debemos mirar hacia arriba para aprender y volver a mirar para abajo, para ver cómo podemos avanzar y subir. Nos falta ese benchmark, esa cota a la cual poder apuntar.

Existen muchas compañías que aún no se han dado cuenta de la importancia que tiene el mantenimiento como política administrativa, crecieron sin ninguna organización ni con una gestión estructurada.

Todos los gigantes corporativos ya se han dado cuenta de la importancia del mantenimiento en su flujo de caja y han enfocado su operación a la gestión de sus activos mediante mantenimiento como política administrativa de su compañía. Sin embargo, también existen las compañías que a pesar de ser transnacionales aún no se han dado cuenta de esto, o pequeñas compañías, las llamadas tercermundistas, nacionales o locales, o empresas familiares que crecieron rápidamente por la demanda del mercado, pero sin ninguna

organización o gestión estructurada, compañías que sin importar el seudónimo que queramos asignarles, mantienen una cultura en la que tener mantenimiento “es un gasto necesario”, “porque se deben desvarar las máquinas rápido” o “porque necesito quien esté pendiente de los daños y me repare los equipos”. Son estas culturas a quienes quiero dirigirme el día de hoy, porque en la industria petroquímica, el tema de mantenimiento está estructurado, en la industria aeronáutica, el tema de mantenimiento está estructurado, en las grandes industrias de presencia multinacional, el tema de mantenimiento está estructurado, pero en todas las demás compañías se pierde dinero, simplemente porque no se ha detectado esa oportunidad.

En mi vida profesional he tenido la fortuna de conocer las dos caras de la moneda, desde el punto de vista de la gerencia, de los dueños y socios de la empresa, y de igual manera desde el personal de mantenimiento, tanto administrativo como operativo. En varias ocasiones y eventos de diferente índole he podido compartir un almuerzo o un café, hablando sobre las grandes oportunidades desde el área de mantenimiento y de la gestión de activos. También he tenido la oportunidad de conversar con aquellos que han tenido la posibilidad de conocer varias compañías y que sé, de primera mano, que coinciden conmigo al decir que aún muchas empresas no saben qué hacer con

la información disponible o creen que es sencillo obtener resultados sin una orientación adecuada y al intentar implementar las cosas por su cuenta, desafortunadamente terminan con frustraciones, fracasos o lo que es peor, con placebos para indicar que las cosas son un éxito, cuando en realidad no se dio ningún cambio que mejorara significativamente la situación y continúan en una etapa de mantenimiento inocente en donde el mantenimiento correctivo y la ausencia de indicadores objetivos, que permitan gerenciar mantenimiento, están a la orden del día. Incluso en dichas charlas, se ve cómo también

han conocido lugares en donde no solo se está en esa etapa inocente, sino que además no existe el interés de salir de ella y se encuentran jefes de mantenimiento que bien podrían trabajar como comandantes de una estación de bomberos, porque han desarrollado la habilidad de apagar incendios en vez de prevenirlos. No es de mi interés hablar mal de estos jefes de mantenimiento, muchos empezamos desde ese mismo lugar, y para el caso sí es nuestro punto de partida: lo importante es no creer que eso es correcto o que debemos aplicarles las 4 A (Acostumbrarnos, Asimilarlo, Adaptarnos y Apropiárnoslo). Las 4 A son para cosas buenas, para el cambio, para “la mejora”.

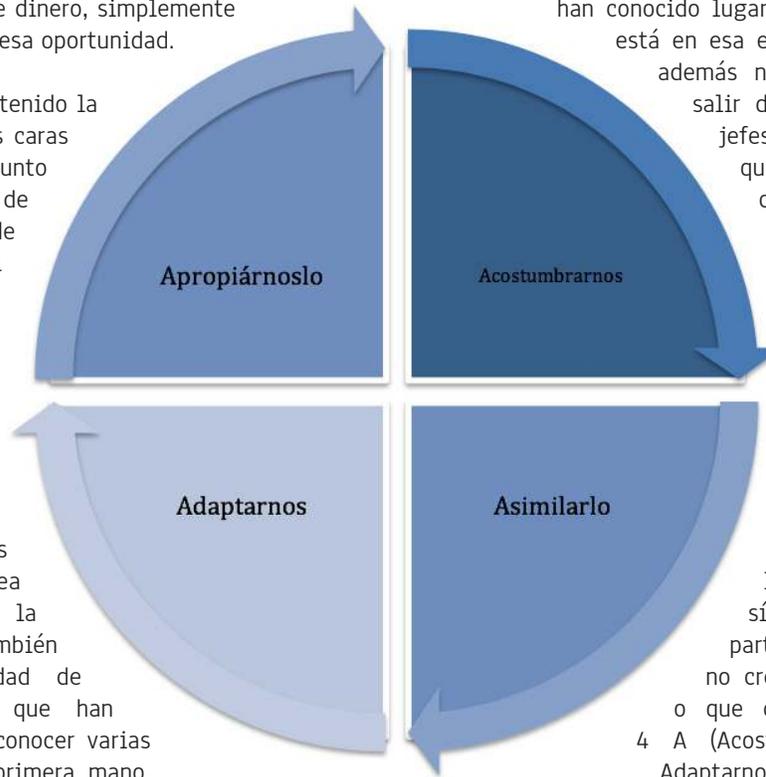
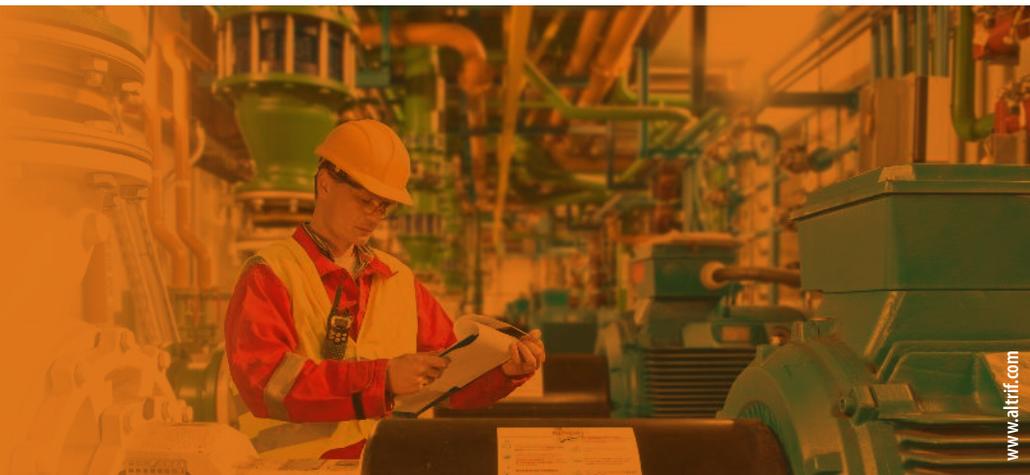


Figura2. Ciclo de Cambio de Paradigmas

“ Aún muchas empresas están en una etapa de mantenimiento inocente”



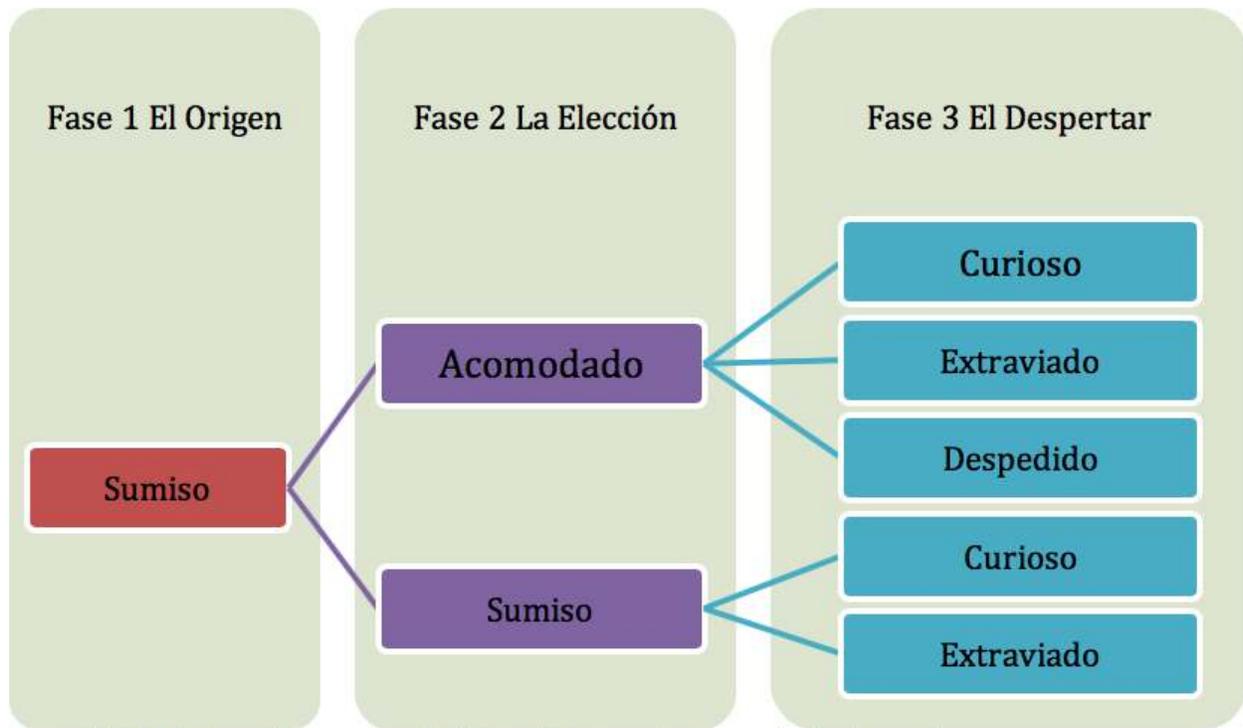


Figura 3. Camino del Ingeniero de Mantenimiento antes de perder la Inocencia

Para estos Jefes de Mantenimiento y comandantes de una estación de bomberos, existen cuatro panoramas: el primero de ellos es el de jefe “Sumiso”, en el cual el diario vivir de mantenimiento es llegar a ver qué problemas se han presentado para ver cómo los solucionamos, con largas y extenuantes jornadas de trabajo no programado, la disponibilidad debe ser 7/24, con proveedores de calidad y proveedores que nos corren con las urgencias, en el que como jefes estallamos en cólera cuando se nos presentan paradas mayores y la gerencia nos llama la atención y buscamos quién no hizo algo que en algún momento se dijo o se mencionó que debería hacerse, en donde el éxito del equipo de mantenimiento está muchas veces en los riesgos que se toman y en las habilidades de los técnicos que están a nuestro cargo. En definitiva, como se muestren o siga enumerando o mencionando características, es un panorama nada alentador, frustrante y completamente nocivo y que en la personalidad de cada jefe de mantenimiento radica el tiempo en que permanezca en ese estado.

De este panorama se puede pasar a uno de dos escenarios: el lado positivo y el lado oscuro, si deseamos llamarlo de una manera jocosa. El lado oscuro, es el segundo estado del que voy a hablar; es el de jefe “Acomodado”, en donde las condiciones laborales no cambian, pero el jefe sí y su presencia igual; es esa situación en la que, ante el desgaste

y la frustración, decide recuperar el espacio perdido en su vida y se acomoda aprovechando el personal que tiene a cargo. Uno de los primeros cambios es que se rodea de personal joven y con ganas -que él ya ha perdido- y que harán las tareas por él, crea planes de mantenimiento o rutinas de mantenimiento, pero que no tiene un control de las actividades. Es ese panorama en el que el jefe pide comunicación constante de todo lo que sucede en planta pero no para apoyar en soluciones, sino para tener la información necesaria para reportar a la gerencia y presionar en los casos de urgencias, pero que realmente no está pendiente de lo que es la operación de mantenimiento. Ese jefe que incluso llega a ser alegre, pero que al momento de un problema, se le ve como el malhumorado, el agresivo, el imponente, y otras cosas que no son más que un grito de auxilio para solucionar los problemas que siguen haciendo parte del día a día.

Existen cuatro panoramas para los Jefes de Mantenimiento de una empresa: el sumiso, el acomodado, el curioso y el extraviado.

Sin embargo, si te identificas en esta situación o estás sintiendo que te encuentras en este estado, debo pedirte serenidad. No es un punto del que no exista marcha atrás o no se pueda salir de él, pero sí, ten cuidado, porque el seguir allí puede significar la pérdida de tu trabajo.

Ahora el tercer panorama, es el de jefe “Curioso”, es aquel que, ante la frustración y el fracaso, decide enfrentarlo mediante ese benchmark del que hablamos y comienza a buscar la manera de cómo mejorar su trabajo, lee bastante,

ahora el tercer panorama, es el de jefe “Curioso”, es aquel que, ante la frustración y el fracaso, decide enfrentarlo mediante ese benchmark del que hablamos y comienza a buscar la manera de cómo mejorar su trabajo, lee bastante,



<http://alpart.mx>

consulta, indaga, y hace todo lo posible por aplicar lo que va cayendo en sus manos, para así lograr mejoras en su operación. Normalmente encontramos aquí mejoras importantes, que bien manejadas y con un equipo de trabajo adecuado, logran destacar y devolver tiempo a los miembros de mantenimiento y a sus familias, lo que hace trabajadores más eficientes y felices. Sin embargo, aquí el problema de la mayoría de estos jefes curiosos es que "No saben hablar en cifras de dinero" y, al momento de hablar con la gerencia de los cambios que requieren, no encuentran el eco que necesitan.

El cuarto panorama es el de jefe "Extraviado". Para resumir, es aquel jefe que la gerencia está consciente de la necesidad de mejora desde mantenimiento y que cuenta con el apoyo necesario para inversión y desarrollo de actividades, pero que no sabe cómo lograr el cambio o qué hacer o a dónde ir o a quién recurrir. Sea cual sea el caso, quiero compartirles la manera de salir de él: Es hora de que pierdan su inocencia.

Es normal que, en la etapa de Inocencia de Mantenimiento, encontremos la posición gerencial en la que aún existen las interrogantes: ¿por qué se dañan las cosas si tenemos mantenimiento? y, si el área con mayor personal es mantenimiento, ¿por qué tengo tantos tiempos down?, ¿Y por qué se dañó?, ¿Y es que no se le hizo mantenimiento preventivo?, entre otras que van a estar cuestionando la efectividad de la gestión del jefe de mantenimiento. Lo primero es dar claridad al hecho de que el jefe de mantenimiento es un gestor de recursos: significa que es la persona que debe ocuparse de la administración, organización y funcionamiento de los recursos de mantenimiento (dinero, mano de obra, herramientas, proveedores y lo más importante, la información).

Tristemente también encontramos que muchas veces el jefe de mantenimiento está en una posición desfavorable en la que no es visto como un líder por sus subalternos, sino quizás como una persona que impide que las cosas fluyan y al que todos cuestionan por la espalda o se enfrentan en fuertes discusiones. Si es así, es momento de liderar y la mejor manera de hacerlo, siempre es con el ejemplo. Con tristeza también me atrevo a afirmar que tampoco es ajeno o extraño encontrar que este mismo jefe de mantenimiento intenta hacer lo que puede con la literatura que tiene a la mano, pero en ninguna literatura que hasta ahora yo hubiese tenido la oportunidad de estudiar, se encontrará ese

mapa de ruta que le permita ir desde un punto A hasta la excelencia de clase mundial, porque sencillamente cada negocio es diferente y aunque existe el mapa de la técnica, es necesario adaptarla a la cultura de cada empresa -y vaya que es difícil ajustar la cultura desde dentro-. Sin embargo, esto no significa que todo está perdido y a esos jefes de mantenimiento es a quienes intento llegar, para decirles que sí existe la manera de iniciar, no será fácil y requerirá tiempo, esfuerzo y convertirse en un líder para el equipo que dirige, pero ya muchos lo han hecho... "Sí Se Puede Lograr". Es completamente necesario, en primer lugar, cambiar la idea de que se es jefe de mantenimiento para decir qué, cómo y cuándo reparar. Error. Lo primero es ser consciente de que mantenimiento es mantener, jamás reparar y más aún, "lo que se mantiene no es un equipo si no

**Sí se puede lograr.
Es completamente necesario, en primer lugar, cambiar la idea de que se es jefe de mantenimiento para decir qué, cómo y cuándo reparar.**

las capacidades del mismo". Sabiendo esto, vamos entonces a dar el paso a paso para perder la inocencia.

El primer paso es construir la data de mantenimiento. La data se divide a su vez en dos partes, una es el inventario de equipo y la otra es la de hoja de vida, pero atención, no es en la forma que existía antes, una hoja en la que estaban las características del equipo y en la que se anotaba todo lo que se le realizaba, pues resulta en algo engorroso y de difícil manejo de información y que, desafortunadamente, no permite realizar una gestión de mantenimiento efectiva y más triste aún, es que en algunas auditorías todavía solicitan este tipo de data antigua. Lo más adecuado es contar con un CMMS que permita gestionar toda esta información, pero con un simple Excel es suficiente, tal y como tuve la oportunidad de verlo en una planta extractora de aceite de palma, la cual me dejó gratamente impresionado. Una buena referencia para realizar el levantamiento de la data es la ISO 14224, que es un pilar para poder organizar mantenimiento

como se debe, incluso yo en lo personal recomiendo que antes de implantar TPM, ISO55000, o cualquier otra técnica que se ofrece comercialmente, es importante conocer esta norma para poder determinar un alcance y exigir al asesor o firma asesora que les dé el acompañamiento. En la ISO 14224, explican la taxonomía para el inventario de equipos, la información que se debe recolectar para construir la data y la necesidad de un límite para el levantamiento del inventario. De igual manera la ISO 14224, da los parámetros básicos que debe llevar una orden de trabajo para poder recolectar la suficiente información, la orden de trabajo se va a convertir en la principal fuente de información y gestión del mantenimiento.

Ahora voy a escribir la manera correcta de realizar este inventario, sin embargo, no es la única y por tiempo y personal se deberá ajustar a cada necesidad. Lo primordial es tener o construir los P&ID (Diagramas de Tuberías e Instrumentación). Estos diagramas se deben tener, para

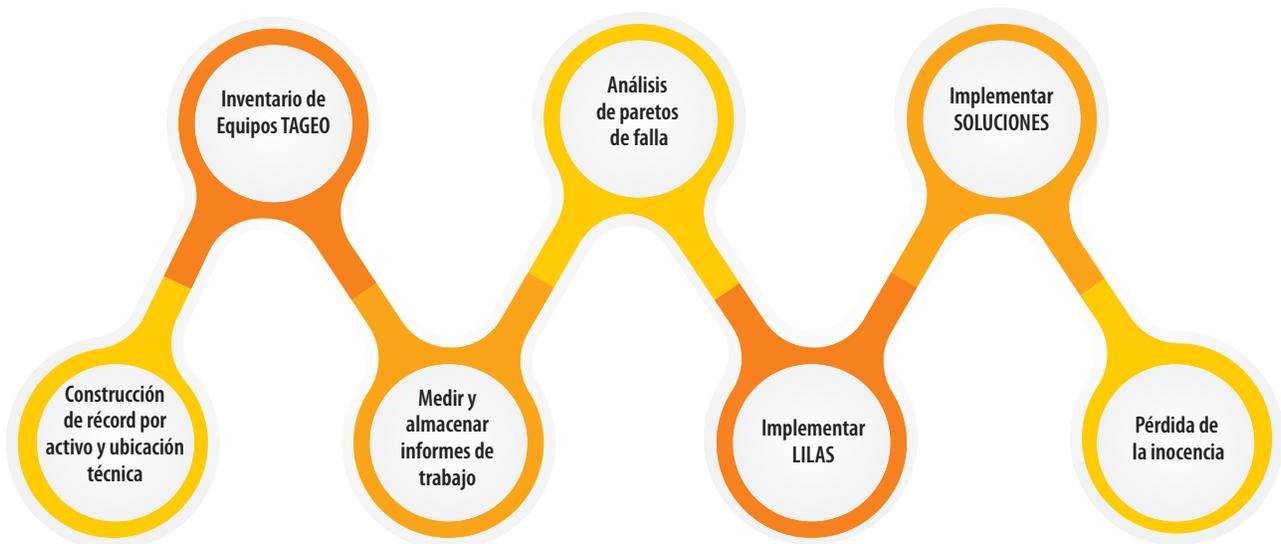


Figura 4. Road Map. Cómo Perder la Inocencia

poder realizar una adecuada asignación de estructura Padre - Hijo entre los diferentes equipos que se van a incluir en el inventario. Por ejemplo: para la bomba de respaldo número 1 del área 15000 (Planta de Agua), cuyo TAG sería P-15001B, el motor es hijo de la bomba cuyo TAG sería MP-15001B. Al tener el levantamiento del P&ID, encontrarán la manera correcta de asignar los niveles de taxonomía, poder reconocer el proceso y ver realmente qué equipo o instrumento sirve a qué o para qué.

De igual manera, al realizar este levantamiento, se facilitará definir cuáles son los ítem mantenibles y no mantenibles, esto dependerá de la capacidad económica de la empresa y las prácticas de cada compañía, Por ejemplo, válvulas menores a 2", son despreciables y no mantenibles para

algunas compañías, para otras puede que sean mantenibles, según el tipo de válvula. Este primer paso es mencionado en mucha literatura, pero la mejor referencia es la ISO 14224. Al ser colocado como primero no significa que no se pueden desarrollar otros pasos de forma simultánea o que se va a terminar antes que los pasos subsecuentes. Por el contrario, quienes conocen mantenimiento saben que son habituales los cambios y esto debe ser constante y dinámico, debe estar en un ciclo PHVA y en un procedimiento para garantizar que la data se mantenga actualizada y sea coherente con la realidad.

El segundo paso es comenzar a medir el trabajo y el personal que lo desarrolla. La ISO 14224, cuenta también con la información requerida en una orden de trabajo para

poder llevar un control eficiente de la información, pero es importante poder hacer algo con dicha información, por lo que nuevamente el tener estas órdenes de trabajo registradas en un CMMS o en un Excel, es un avance enorme. Es importante que quien consigne la información, tenga criterio y un estándar, bien sea por filtros o por otro método establecido, para que no existan problemas de digitación u otros que puedan terminar viciando tu data. Hay dos fuentes importantes de información para medir: el personal productivo y el personal de mantenimiento. Se debe ser consciente de que la percepción de cada área debe ser la misma y que el reporte de producción tendrá mayores tiempos que el de mantenimiento, eso no quiere decir que sea falso y al iniciar no es necesario ir en conflicto con producción por los tiempos, pues la finalidad de mantenimiento es que no existan, ya que en su momento se llegará a dar el paso de concientizar a producción como igualmente responsable del mantenimiento de sus equipos. Producción deberá entonces suministrar los datos de solicitud de falla y la hora de paro de máquina e inicio de operación luego de la intervención. Mantenimiento deberá registrar los datos correspondientes a la falla y el tiempo de intervención del servicio.

En este momento lo que tienes es una data de falla que permite tener la siguiente información: Número de registro de falla, identificación del equipo, fecha de la falla, modo de falla, impacto en la seguridad, impacto en la operación, impacto en la funcionalidad del equipo, mecanismo de falla, causa de falla, subunidad en falla, ítem mantenible en falla, método de detección, condición operativa al momento de la falla, clasificación de la falla y cualquier otra información adicional relevante. Desde este momento ya se pueden empezar a establecer indicadores del mantenimiento que se realiza, aunque si bien es de notar, la mayoría debe ser realmente correctivo en este punto. Sin embargo, se pueden establecer indicadores de gestión como tiempo de intervención, tiempo de paro o tiempos down, tiempo medio entre falla, pero es importante no llenarse de indicadores inicialmente, ya que es mejor ir atacando los problemas del más significativo al menos significativo y el más grande es el primero que se encuentra (No olviden el Pareto, el 80/20).

Sin embargo, en este momento aún no se ha solucionado nada, hasta ahora tenemos medición de las intervenciones correctivas, pero existen dos pasos simultáneos con los que se debe proceder, ajustándose a la dinámica de cada empresa. Cuando empiezas a ver que la mayoría de las bombas centrífugas te presentan un modo de falla denominado "Fuga externa - medio del proceso", el mecanismo de falla es "falla mecánica", por ruptura del sello, y la causa es "Falla

de instalación". Definitivamente, encuentre un problema. Ese es uno de los dos pasos que se deben dar, identificar tus paretos por modo, mecanismo y causa. Así, atacas los problemas y se reducen. Como consecuencia, según la solución que se determine, se podrán establecer frecuencias de verificación o de mantenimiento programado, bien sea un LILA (Limpieza, Inspección, Lubricación y Ajuste) o un reemplazo de algún componente. Este es el segundo paso simultáneo. En este punto se habrá construido una primera etapa de mantenimiento preventivo y se irán eliminando los fallos no programados. La cartilla del ABC para niños dice que, además, se deben consultar los manuales de los fabricantes disponibles y crear los planes de mantenimiento preventivo que recomienda el fabricante. Yo recomiendo hacerlo, ya que es un punto de partida cuando no se puede realizar un RBI o aplicar RCM.

Cuando llegues a reducir el nivel de correctivo y aumentado el preventivo, reduciendo tus tiempos down, podrás decir orgullosamente que finalmente has salido de la etapa de inocencia del mantenimiento.

Cuando llegues a reducir el nivel de correctivo y aumentado el preventivo, reduciendo tus tiempos down, habrás llegado al punto en el que podrás decir orgullosamente que finalmente has salido de la etapa de inocencia del mantenimiento. Aún el camino es largo e igualmente duro. Pero ya en este momento tienes números para poder mostrar tus avances, podrás hablar a la gerencia en términos de principios de oportunidad, cuánto dinero se ha dejado de perder por la intervención del jefe de mantenimiento, dinero que se verá reflejado en apoyo para seguir creciendo y buscando asesoría más sólida para robustecer el área de mantenimiento. Para aquellos que no tienen claridad en el tema, es sencillo. Cada minuto de producción genera una cantidad de producto, que se vende a un valor y deja un valor n de ganancia, Lo que deja

de producirse es dinero que no se tendrá jamás, un paro entonces de 1 minuto equivale a x dinero que no se va a tener, ese es el principio de oportunidad. La reducción de esos minutos de parada se convierte en dinero que sí se puede tener y es en ese valor de dinero en el que se deben presentar los datos a las gerencias.

Espero, que estas pocas palabras sean un aliciente y motivador a avanzar en el tema de mantenimiento y la confiabilidad. Realmente es un mundo maravilloso que ofrece muchas satisfacciones y que gradualmente se aprende a amar. Espero que pronto aquellos jefes de mantenimiento que aún no han perdido su inocencia tomen las riendas y la pierdan de una vez por todas. Cualquier inquietud adicional, siéntanse en la libertad de escribirme o contactarme, ya que estaré atento a colaborarles y de la misma manera espero poder comenzar a profundizar en cada paso y construir una serie de documentos que les permitan avanzar. Éxitos en su pérdida de Inocencia.

Drive Reliability with Your Handheld Communicator



Streamline documentation

and improve data accuracy.

65% of manufacturers are still using paper-based systems to manage maintenance data.

- Plant Services. PdM Survey. 2016



6x

Set up and provision an entire WirelessHART network up to **6x faster**.



Fix problems in the field

when you find them to reduce maintenance trips to the device.



Go anywhere in the plant

with a built for purpose tool, intrinsically safe and designed to take the bumps and drops that come from normal use in the plant.



Total cost of ownership is **decreased by 50%** when using a ruggedized device over a consumer smartphone.

- Motorola Solutions. 2014.



Avoid unnecessary repairs with advanced diagnostics.

A chemicals manufacturer used advanced diagnostics to **fix more than 50% of valves** inline during a turnaround.



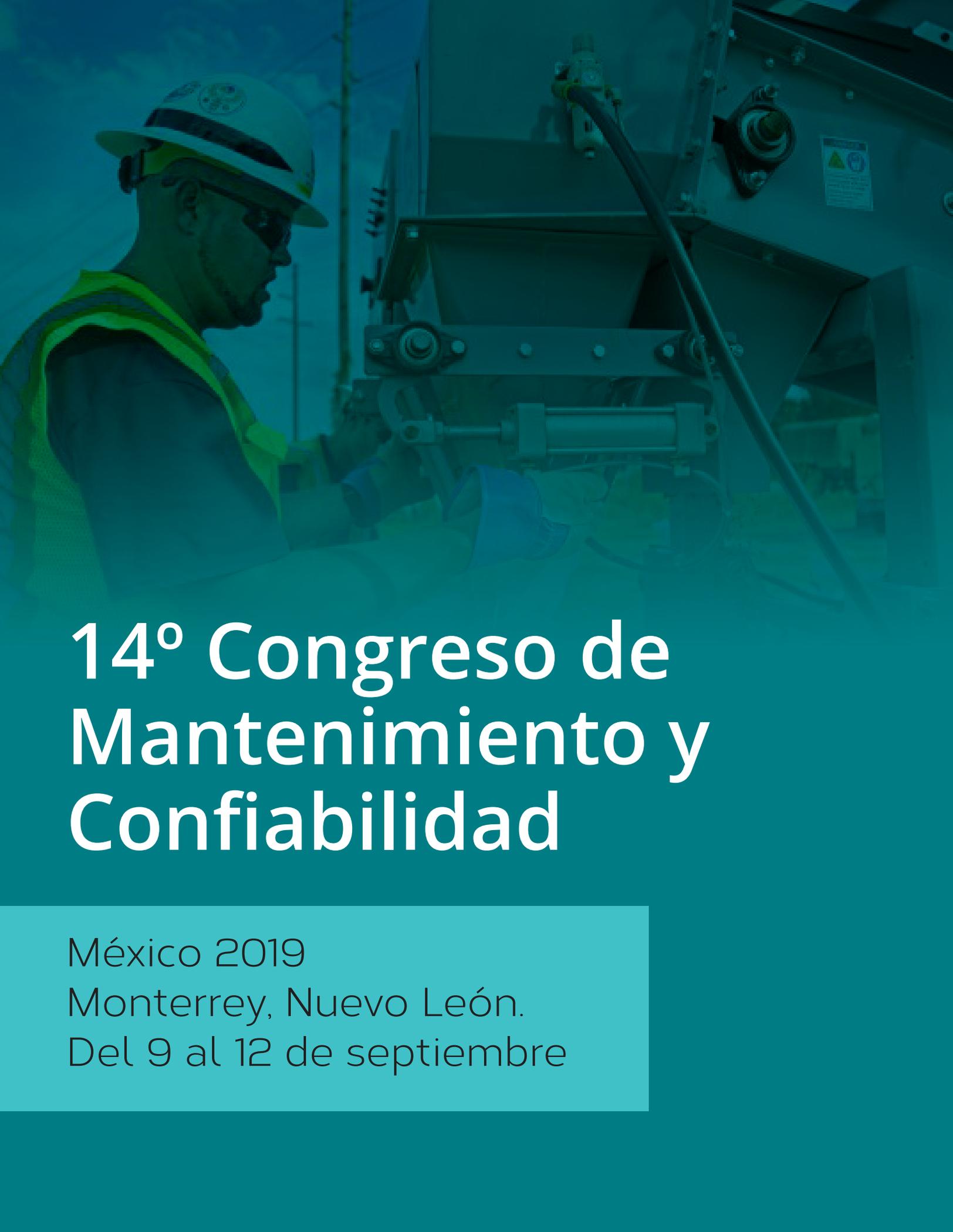
Do more with a single tool.



AMS


EMERSON

www.emerson.com/trex



14° Congreso de Mantenimiento y Confiabilidad

México 2019

Monterrey, Nuevo León.

Del 9 al 12 de septiembre

Irene González

gonzirene@gmail.com

La ciudad de Monterrey abre sus puertas nuevamente para recibir a los expertos de toda Latinoamérica en la más grande plataforma de ingeniería donde confluyen los conocimientos y la experiencia que busca siempre la excelencia y la actualización en un área sensible de la ingeniería industrial, el Congreso de Mantenimiento y Confiabilidad, en su edición número 14. Durante trece años, el Congreso de Mantenimiento y Confiabilidad Latinoamérica ha ido creciendo hasta convertirse en el foro que reúne los máximos exponentes del mundo en el área de la confiabilidad industrial, el mantenimiento y la gestión de activos.

FORO MUNDIAL

Mediante cursos, talleres y conferencias, el Congreso de Mantenimiento y Confiabilidad Latinoamérica se ha convertido en el foro por excelencia donde se comparten conocimientos y actividades enfocadas al qué y cómo hacer, impulsando la difusión del conocimiento, la educación continua, la búsqueda de nuevas tecnologías y métodos y la formación de profesionales del sector de mantenimiento y gestión de activos.



EL OBJETIVO

Difundir conocimiento y experiencias, provocando un desarrollo de la cultura del mantenimiento.

Demostrar que mejora la productividad y aporta beneficios económicos a la industria.

Que la industria descubra el enorme potencial de mejora que hay en sus empresas.

El Congreso de Mantenimiento y Confiabilidad Latinoamérica

- Crea rumbos profesionales.
- Desarrolla el potencial personal y profesional, con las sesiones educativas, cursos, talleres y conferencias generados por los líderes en el sector en Latinoamérica.
- Expande y capitaliza el networking profesional y empresarial.
- Maximiza las oportunidades de negocio.
- Permite conocer, analizar y aprender de los casos de éxito de los profesionales líderes en los sectores de la industria de la confiabilidad, gestión de activos, el mantenimiento industrial.
- Es una plataforma para descubrir las nuevas tecnologías, técnicas, productos y herramientas para orientar y resolver los problemas en las empresas.



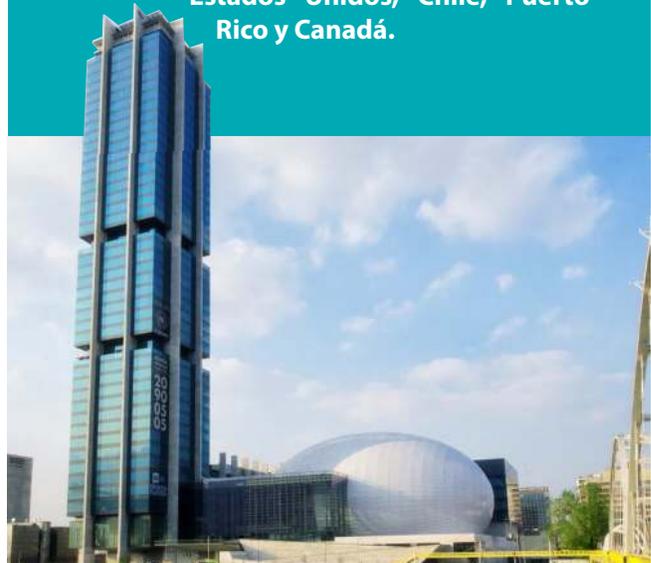
Durante los dos días iniciales, expertos de talla mundial compartirán sus experiencias en 14 talleres especializados, enfocándose en temas relacionados a las prácticas de mantenimiento, gestión de activos y confiabilidad industrial que aportarán formación profesional:

- Análisis de costo de ciclo de vida ingeniería de confiabilidad y riesgo. Ing, Carlos Parra
- Uptime- Estrategias par ala excelencia en gestión de mantenimiento. Ing. James Reyes Picknell
- Introducción a RCM2. Mantenimiento centrado en confiabilidad. Ing. Carlos Mario Pérez
- Preparación para examen IAM Certificate en Gestión de activos. Ing. José Bernardo Durán
- Mantenimiento basado en condición. Ing. Feliz Laboy
- Gestión del programa de lubricación- Ing. Gerardo Trujillo
- Buenas prácticas de mantenimiento y confiabilidad. Ing. Julio César Wagner Arbeláez.
- Análisis de falla en rodamientos, según la norma ISO 15243. In. Alejandro Pérez
- Implementación de gestión de activos alineado a ISO 55002 . Ing Tibaire DePool
- Gestión de presupuestos en mantenimiento. Dr. Luis Améndola PHG
- Gestión y optimización de inventarios de mantenimiento. Ing. José Contreras Márquez
- Asset Management- Gestión de estrategias de activos. Ing. Santiago Sotuyo

- Finanzas para ingenieros de planta y gestión de activos. Ing. Germán Noguera Camacho
- Módulo PM SAP- Gestión de Mantenimiento. Ing. Luis Felipe Pérez Fernández

#EL TBT

El 11° Congreso Mexicano de Confiabilidad y Mantenimiento que se celebró del 26 al 29 de septiembre en la ciudad de Monterrey Nuevo León en el centro de convenciones Pabellón M. Rompió record de asistencia al reunir a más de 350 asistentes de 13 nacionalidades como: Brasil, España, Uruguay, México, Costa Rica, Bolivia, Venezuela, Colombia, Perú, Estados Unidos, Chile, Puerto Rico y Canadá.



Expo CMC México 2019

Cientos de profesionales de distintos países se dan cita cada año para actualizarse en las áreas de producción, operaciones, mantenimiento y confiabilidad involucradas en las materias de calidad, consultoría, gestión de activos, mejora continua, toma de decisiones e implementación de proyectos de mejora.

Durante dos días, los asistentes al 14º Congreso de Mantenimiento y Confiabilidad tienen la oportunidad de conocer, en un solo lugar, nuevos productos y servicios. Este año estarán presentes:

El Congreso de Mantenimiento y Confiabilidad sigue expandiéndose, ya en Chile se han celebrado dos ediciones y Perú se estrenará el próximo noviembre con su primera edición, donde continuará la discusión y difusión de conocimientos para enriquecer el área de ingeniería de mantenimiento y gestión de activos.



PETRÓLEO Y GAS

- Pemex
- Braskem Idesa
- Gas natural



ALIMENTOS

- Citrofrut
- Kelloggs
- Quesería Dos lagunas



CONSTRUCCIÓN

- Holcim
- Cemex
- Ternium
- Gerdau
- Nemak
- DeAcero



MANUFACTURERAS

- SC Jhonson
- Mabe
- GM
- Oshkosh Corp
- Denso
- Arbomex
- Autometal Pemsa
- Kirchhoff Van-Rob
- Rassini



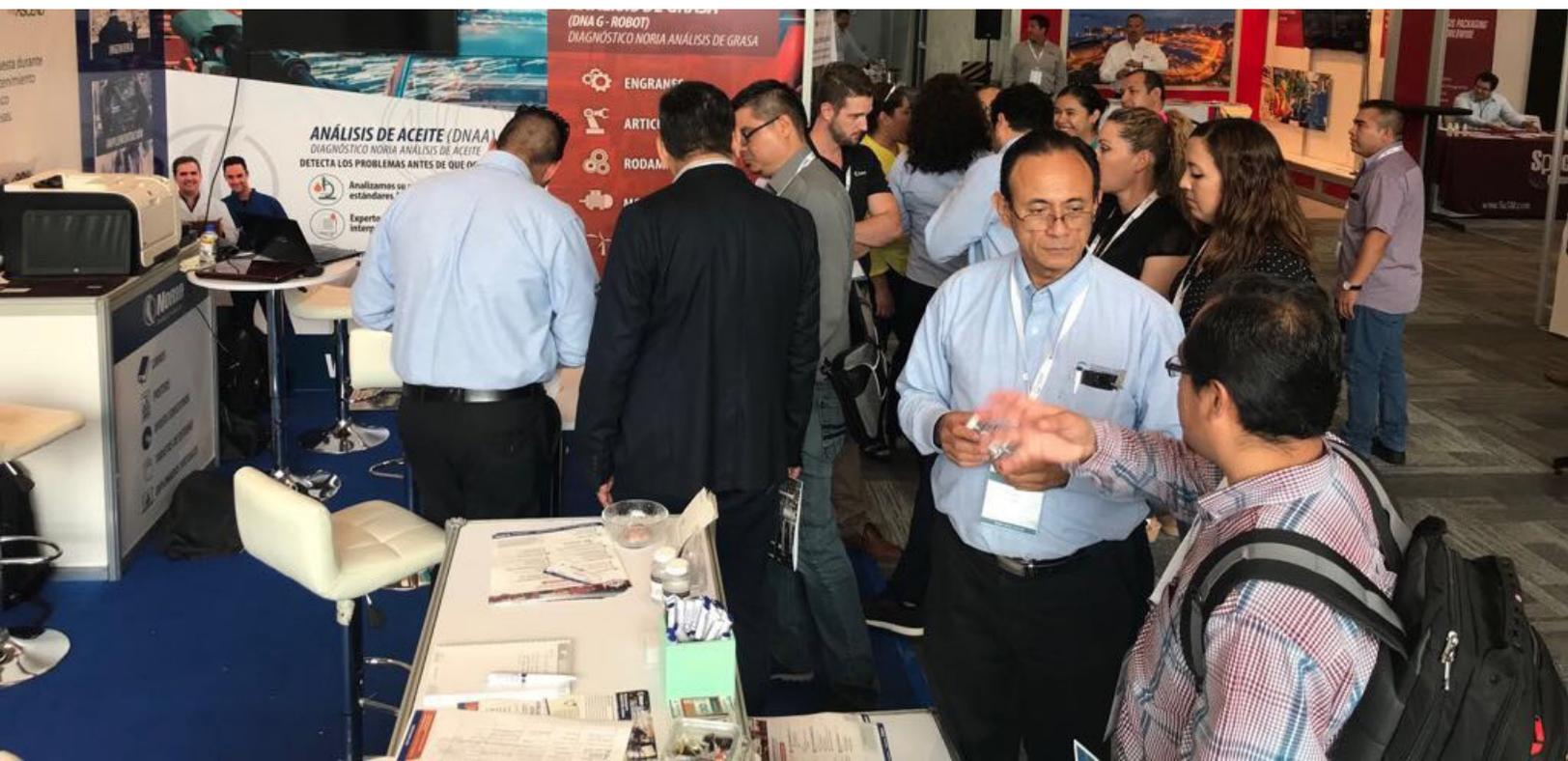
SERVICIOS

- Sheraton Hotel
- Banxico
- CFE
- Iberdrola



MINERÍA

- Minera Barrick
- Goldcorp





www.machineryinstitute.org

Planet RAMS

Empowering RAMS to the limits

TU COMUNIDAD VIRTUAL RAMS

donde se incorporan las diferentes versiones que la actividad RAMS genera

● Noticias Planet RAMS

Todas las noticias que acontecen en el Mundo RAMS en un solo portal

● Suscripción Resumen de Noticias

Recibe un resumen de noticias RAMS suscribiéndote gratuitamente

● Eventos RAMS

Completo listado de toda la actividad RAMS a nivel mundial

● Autores

Nuestros autores aportan desde su especialidad la visión que tienen del mundo RAMS y **tú puedes ser parte de este selecto grupo de Profesionales**

● Formación ONLINE

Inscríbete en nuestros cursos **CAMPUS RAMS**

● Datos

Servicios Gratuitos ONLINE, Base de datos, Cálculos y más

● Mapa RAMS Mundial

Donde figuran un amplio grupo de profesionales e instituciones del mundo RAMS

● Canal TV RAMS

Videos, directos, programas de los autores y entrevistas

● Softwares

Diferentes aplicaciones informáticas existentes para las aplicaciones RAMS

● Mercado y Empleos

Donde las empresas del ámbito RAMAS muestran sus productos y puedes encontrar ofertas de trabajo



www.planetrams.com

© 2017 PlanetRAMS. Todos los Derechos Reservados. Premium WordPress Themes.

SÍGUENOS
EN LAS REDES SOCIALES



Disminución de los costos por hora en neumáticos de camiones mineros



Resumen. En este caso chileno se demuestra que la innovación en los procesos claves del negocio y el aprovechamiento de las ventajas competitivas, así como una observación detallada, resultaron positivos para reducir los costos en el proceso de extracción y transporte de mineral de cobre.

Víctor Barrientos Boccardo

Mg (E) PUCV, Mg UTFSM, Ingeniero Civil Mecánico UCH
 Cap Minería
 Jefe Mantenimiento Mina CNN
 Chile

En Chile, el sector industrial de la minería del Cobre es uno de los más grandes del mundo, es así como en sus faenas mineras se concentra una enorme cantidad de flotas de camiones para la extracción de material (ver tabla 1). Estos camiones son cargados generalmente por Palas y transportan el material con valor económico al Chancador para disminuir su tamaño y posteriormente de innumerables procesos, obtener cátodos o concentrado de Cobre. El material sin valor económico es transportado a distintos sectores para su destino final denominados botadores. En la figura 1 muestra en forma esquemática esta dinámica.

El mercado mundial de neumáticos para camiones mineros está dominado por los fabricantes, como Bridgestone y Michelin. Sus expertos asesoran a las distintas faenas mineras sobre el uso y rendimiento de sus productos. En general, los proveedores sugieren como regla que un neumático nuevo debe operar primero 1/3 de su tiempo de vida en posiciones delanteras y posteriormente 2/3 en posiciones traseras. Lo anterior, se justifica por un mejor aprovechamiento del producto y por las condiciones de operación del equipo dado que el peso que soporta cada unidad de neumático en posiciones delanteras duplica al de las posiciones traseras.

 RANKING	 PAÍS	 CAPACIDAD DE CAMIÓN	 UNIDADES
1ro	Chile	360 ton	114
		330 ton	26
		290 ton	8
		225 ton	20
2do	Perú	290 ton	6
		225 ton	82
3ero	Chile	360 ton	7
		290 ton	63
		225 ton	33
4to	Perú	290 ton	50
5to	Perú	290 ton	62
		225 ton	52
6to	Chile	330 ton	52
7mo	Chile	360 ton	15
		330 ton	68
8vo	Chile	330 ton	13
		290 ton	51
		225 ton	8
Total de 730 equipos equivalente a 4.380 de neumáticos rodando			

Tabla 1. Cantidad de camiones en los mayores productores de concentrado de Cobre (Corresponde a información pública disponible, no representando necesariamente la situación actual)

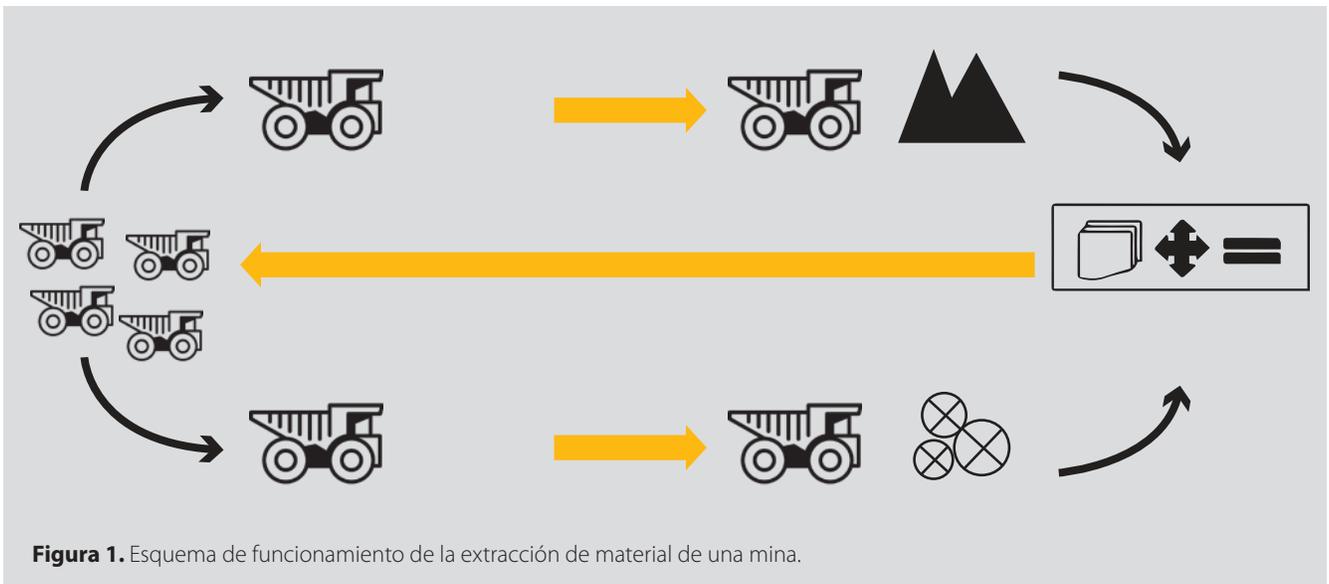


Figura 1. Esquema de funcionamiento de la extracción de material de una mina.



www.volvocce.com

Innovar desde las operaciones

Después de diez años de liderar la gestión de neumáticos en distintas faenas mineras de forma tradicional, se quiso analizar el proceso de gestión a través de nuevas miradas para encontrar asociaciones entre variables nunca exploradas. En innovación, se dice que debemos describir los “insight” que podríamos decir que es “una forma novedosa e interesante de observar el problema que queremos resolver”.

Nuestra metodología consistió en la utilización de las técnicas de innovación para buscar nuevas miradas o “insight” en todos los procesos asociados a la gestión de los neumáticos mineros. Para reconocer que hemos descubierto un “insight”, se debe cumplir al menos con dos de las siguientes características: a) Revela conductas profundas no reveladas previamente, b) Sugiero un potencial para disrupción, c) Desafía las convenciones actuales de la industria y/o el mercado, d) Inspira a unos y crea incomodidad en otros, y e) Crea un momento de sorpresa en el cual se piensa diferente.

Nuestra metodología toma como antecedente un concepto de Clayton Christensen, el académico estadounidense y referente mundial en innovación disruptiva. Christensen subraya que uno de los desafíos es definir el propósito mayor de las personas u organizaciones. Para determinar este propósito se deben responder interrogantes básicas como: ¿Cuál es la necesidad real? Y al respondernos esta pregunta, dada la actual contingencia de las operaciones minera en todo el mundo, la necesidad es la reducción de los costos por hora para todos sus gastos, incluyendo los neumáticos. Con los antecedentes anteriores, nos enfrentamos a una disociación entre la regla planteada por los fabricantes que es “maximizar el rendimiento” y la necesidad

El académico estadounidense y referente mundial en innovación disruptiva. Christensen subraya que uno de los desafíos es definir el propósito mayor de las personas u organizaciones.

resultante por el nuevo escenario de “operar con los mínimos gastos”. Esta incongruencia nos mostró una oportunidad para innovar.

Otro referente a nivel mundial en temas de innovación es Larry Keeley, el cual categoriza las innovaciones en diez tipos, para las cuales una de ellas la denomina de “innovación en los procesos”. A su vez, estas innovaciones de procesos las dividen en doce

formas, las cuales pueden adoptar las empresas para su proceso de agregación de valor (tabla 2).

Innovaciones en los procesos claves del negocio

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Estandarización de procesos ■ Localización ■ Eficiencia en los procesos ■ Manufactura flexible ■ Procesos automatizados ■ Múltiples proveedores | <ul style="list-style-type: none"> ■ Producción liviana ■ Diseño estratégico ■ Propiedad intelectual ■ Generado por el usuario ■ Análisis predictivo ■ Producción bajo demanda |
|--|--|

Tabla 2. Tipos de innovaciones en los procesos (Larry Keeley)

Al realizar las consultas a los distintos fabricantes de neumáticos para camiones mineros, descubrimos que la sugerencia técnica de operar en la razón 1/3 de la vida del neumático en posiciones delanteras tiene más que ver con un tema de reutilización de los mismos para posiciones traseras, que por un tema técnico de acumulación de esfuerzos sobre ellos. Dado lo anterior nos preguntamos, ¿Cómo podemos relacionar la frecuencia de rotación y los niveles de inventarios de neumáticos reutilizables para posiciones traseras con el fin de minimizar su consumo? Esta nueva relación fue modelada y después de sucesivas iteraciones, se obtuvo la frecuencia de rotación que minimiza los consumos de neumáticos nuevos. Esta frecuencia la denominamos "frecuencia óptima" y es para la cual se minimizan los consumos

de neumáticos nuevos desde bodega y por ende, la que entrega los menores costos por hora. Analizando los resultados obtenidos de las simulaciones, nos dimos cuenta de que, para trabajar en esta "frecuencia óptima", es requisito indispensable que los procesos de reparaciones de neumáticos reutilizables para posiciones traseras debe ser lo más rápido posible, es decir, seguir el concepto de "just in time", de no ser así, se produciría el efecto contrario de aumento en el consumo de unidades nuevas por faltas de stock.

En la figura 2, se muestran las distintas fuerzas a las cuales están sometidos un camión minero y sus neumáticos. Estos equipos poseen dos neumáticos en posiciones delanteras y cuatro en posiciones traseras.

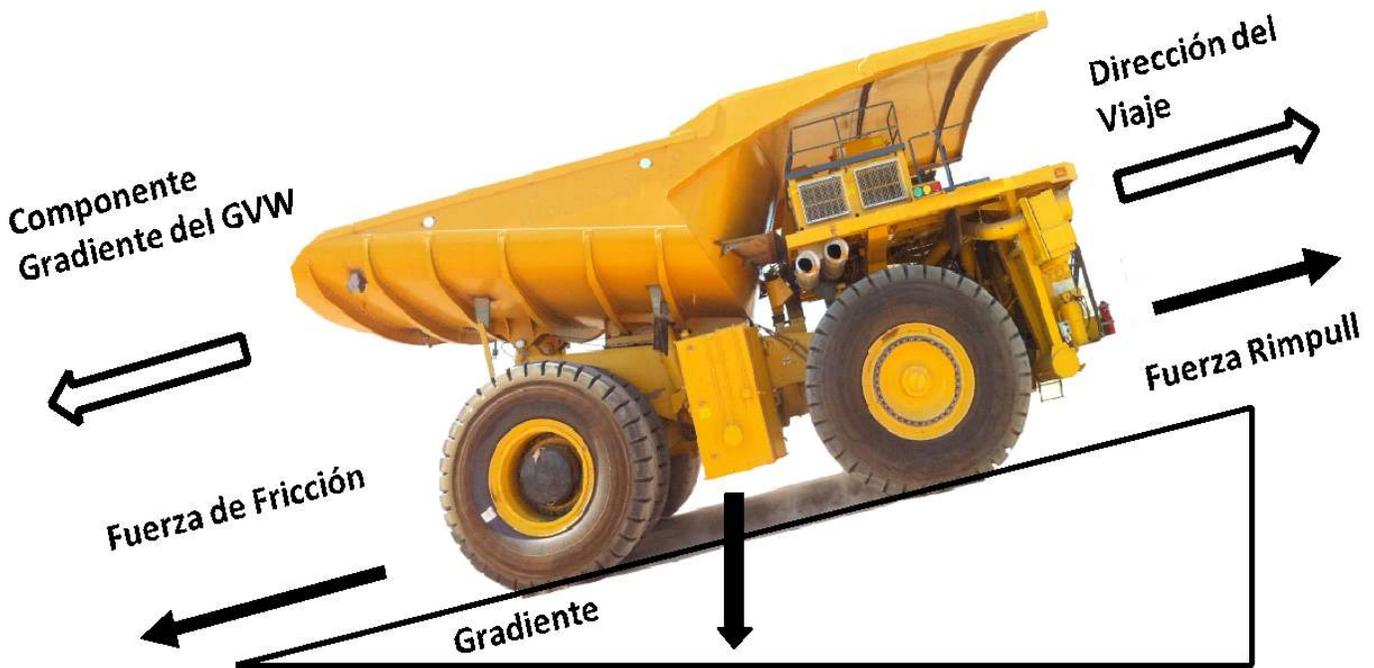


Figura 2. Diagrama de fuerzas sobre un camión minero

Aprovechando las ventajas competitivas

Para la validación de los resultados entregados por la simulación, se planteó la idea de comenzar a trabajar a la "frecuencia óptima", en una faena minera la cual denominaremos "A". Para la faena minera en estudio se realizó una detallada revisión de todas las etapas de gestión de los neumáticos y pudimos encontrar al menos dos ventajas competitivas (elementos que la competencia no puede igualar y que son permanentes en el tiempo), que corresponden a los siguientes aspectos: a) Predictibilidad del consumo de neumáticos nuevos y, b) Distancia a los centros de reparación de neumáticos.

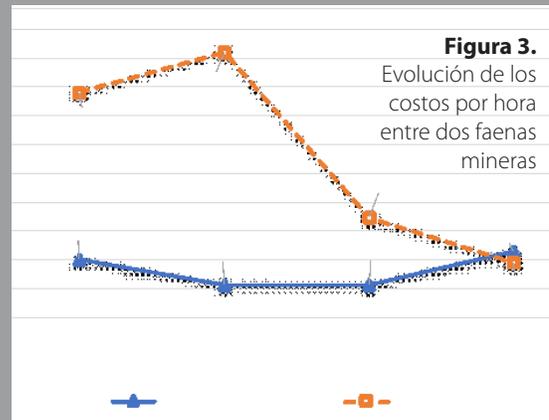


advancedmanufacturing.org

Resultados y conclusiones

En el transcurso del desarrollo de esta iniciativa aplicada a la faena minera "A" por el período de veinticuatro meses, se realizaron variadas modificaciones a las formas de operar existentes hasta ese momento, con lo anterior se obtuvieron disminuciones en los costos por hora de más de una 30% y los tiempos de logística para los neumáticos reutilizables disminuyeron en un 70%. De igual forma, al comparar los resultados de los últimos dos años de operación con la faena minera "B", que es la que tiene los menores costos por hora del benchmarking realizado, se aprecia que en esta se mantuvieron constantes en el tiempo, mientras que en la faena minera "A" bajaron de forma sostenida. En la figura 3 se muestran gráficamente estas evoluciones en los costos por hora para un período de cuatro años.

Con respecto a la predictibilidad del consumo de neumáticos, esto se debe a que, en la faena minera en estudio, existe un buen nivel de limpieza de las pistas lo que hace que ocurran un mínimo de cortes en neumáticos que generen, como consecuencia, retiros prematuros. Dado lo anterior, las proyecciones de consumo de neumáticos nuevos se cumplen con el mínimo de variaciones. Para los neumáticos reutilizables para posiciones traseras ocurre la misma situación. Conceptualmente, mientras menores variaciones tenga la demanda de un bien, menores son los niveles de inventarios que requiero para satisfacer esta demanda. En benchmarking, realizado con otras ocho faenas mineras que utilizan la misma medida de neumáticos (tabla 3), podemos observar que la faena minera "A" tiene los más altos porcentajes de neumáticos dados de bajos por desgaste, lo que confirma la cultura del cuidado de la pista.



Al mirar este trabajo desde la óptica de la innovación, se puede categorizar como "eficiencia en los procesos", aquí logramos producir lo mismo (transportar el material del proceso minero) con un menor uso de recursos (menor consumo de unidades de neumáticos nuevos). De igual forma, pudimos establecer una correlación entre las variables que antes no existía. Estas tres variables son: la frecuencia de rotación, los tiempos de logística por reparación y los niveles de inventario de neumáticos reutilizables, los cuales deben estar perfectamente sincronizados para obtener los objetivos esperados. Mayores detalles de los trabajos realizados para obtener estos resultados se pueden encontrar en el libro "Mantenimiento de Equipos en Minas a Cielo Abierto", de la editorial RIL.

Faena minera	Porcentaje de neumáticos dado de baja por desgaste
A	82%
B	27%
C	25%
D	14%
E	4%
F	0%
G	0%
H	0%

Tabla 3. Benchmarking para ocho faenas mineras



E&M Solutions International, S.A.

EMS te brinda lo que quieres para
tu empresa en mantenimiento
y gestión de activos.



Foto:
©Hanami Sohn

Y ahora canaliza tus necesidades desde **Panamá**

En nuestras nuevas oficinas recreamos y desarrollamos los planes de mantenimiento para toda centroamérica y el Caribe. Con el respaldo de una larga experiencia y el empuje de sus profesionales, EMS se consolida como la opción perfecta para el cuidado de tus activos físicos.

EMS soluciones especializadas de Ingeniería y Gestión de Activos, ahora en Panamá.

Ubicados en: Torre de Las Américas, Torre B, Piso 15, Punta Pacífica, Panamá.

Contáctanos:

E&M Solutions 

@eym_solutions 

www.eymsolutions.com 

corporatepanama@eymsolution.com 

El plan de mejora operativa como metodología para detectar áreas de oportunidad en la turbo maquinaria de instalaciones costa afuera

Objetivo. Diseñar estrategias para maximizar la efectividad, disminuyendo el número de fallas y obteniendo confiabilidad operativa.



Ml. Remigio D. Sena Mesa
remigiosena@hotmail.com

1. Abstract

This document describes methodological aspects of the adaptation and implementation a generic operational reliability system for strategic installations to specific offshore installations. The object of study is the oil & gas technology, specifically equipment for oil pumping, gas compression and electric generation.

Such adaptation requires collecting information on failures, maintenance and operation, statistical analysis, calculation of keys performance indicators and general knowledge of asset management.

The purpose of this methodology is 1) to establish strategies for closing gaps and determining the necessary actions required to adequately implementing the system of operational reliability in the specific operational context, 2) prioritize the failures and operational impacts that generate deferred production, and 3) reduce operation and maintenance costs.

2. Introducción

El presente documento nos muestra aspectos generales sobre la adaptación y desarrollo de las acciones de un plan de mejora operativa para una instalación costa afuera. Esto tiene su origen en actividades específicas derivadas de la implementación de un sistema de confiabilidad operacional para instalaciones petroleras.

El objeto de estudio es la tecnología de estas instalaciones, específicamente los equipos de bombeo de aceite, compresión de gas y generación eléctrica, así como los equipos auxiliares/periféricos para su funcionamiento. Se requiere para ello la recopilación de información sobre fallas, mantenimiento y operación, análisis estadístico, cálculo indicador, claves de gestión, desempeño y confiabilidad y conocimientos generales de gestión de activos.

Esta metodología tiene el propósito de establecer estrategias para el cierre de brechas e implementar adecuadamente un sistema de confiabilidad operativa en un contexto dado, jerarquizar las fallas e impactos operativos que generan producción diferida, así como reducir las pérdidas y costos de operación y mantenimiento.

TÉRMINOS GENERALES

Contención
Sustentabilidad
Indicadores

PALABRAS CLAVE

Confiabilidad
Gestión
Desempeño
Mejora operativa

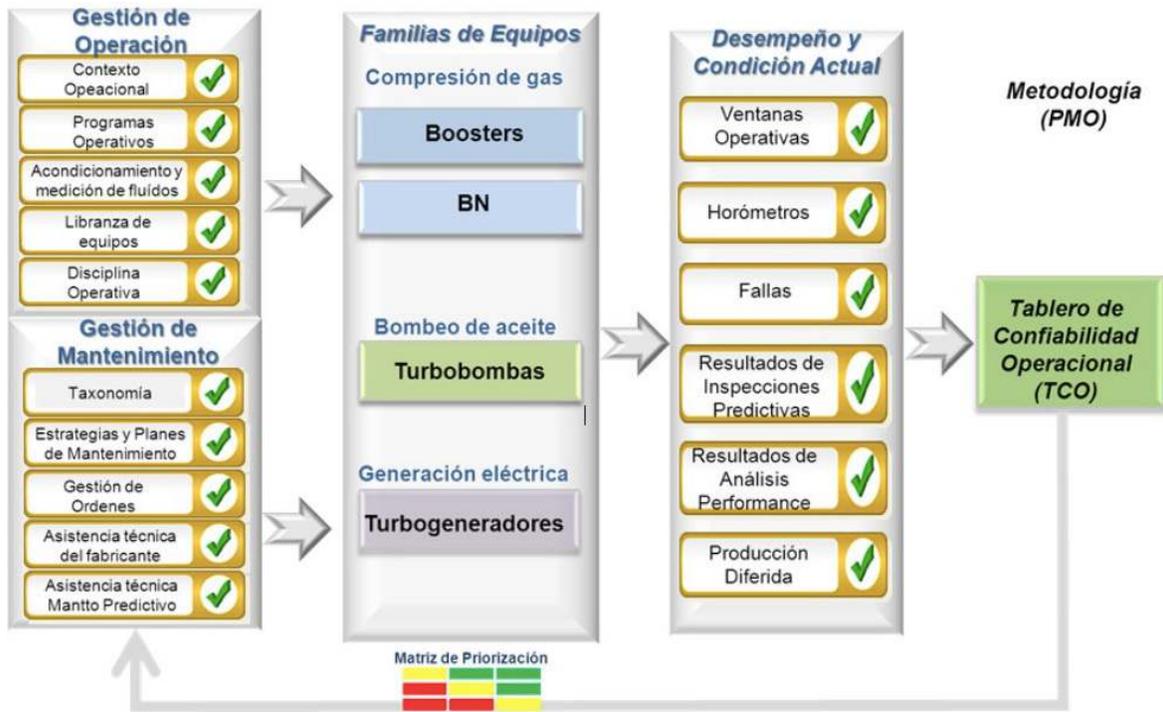


Figura 1. Diagrama entrada-proceso-salida de un plan de mejora operativa.

3. Desarrollo del plan de mejora operativa

El enfoque conceptual de desarrollo del plan de mejora operativa incluye la revisión de elementos específicos de los procesos de gestión de operación y mantenimiento, con contribución directa en los resultados de desempeño, condición dinámica actual de la turbo maquinaria y tablero de confiabilidad operacional resultante para cada tipo de equipo, como se ilustra en la figura 1. El plan de mejora operativa genera un número de acciones

específicas de contención y acciones de sustentabilidad, dirigidas a proponer una estrategia exitosa que maximice la efectividad, disminuyendo el número de fallas para obtener la confiabilidad operativa y mantenibilidad requerida, distribuidas como se presenta en la tabla 1.

La evaluación se realiza a través de los indicadores que se calcularán para los tipos de equipos y permitirá detectar desviaciones de los mismos, según su clasificación por área funcional.

Matriz de Priorización			Número de acciones del PMO					
			Turbogeneradores		Turbogeneradores		Turbogeneradores	
Prioridad	Viabilidad	Impacto	Contención	Sustentabilidad	Contención	Sustentabilidad	Contención	Sustentabilidad
1	A	A						
1	A	M						
1	M	A						
2	A	B						
2	M	M						
2	B	A						
3	M	B						
3	B	M						
3	B	B						
Total por familia de equipos								

Tabla 1. Distribución de acciones y matriz de priorización del plan de mejora operativa.

3.1. Descripción de las fases del proceso para su documentación

- **Medir y evaluar indicadores de gestión, desempeño y confiabilidad:** Analizar resultados de los indicadores correlacionarlos, jerarquizarlos y determinar los que requieren ser mejorados.
- **Evaluar y definir factores de desviación:** Evaluar el desempeño operativo actual para identificar brechas de desempeño incluyendo la identificación de oportunidades de mejora con base al análisis estadístico de fallas, elaboración de Pareto y análisis de pérdidas de oportunidad.
- **Acciones específicas:** proponer acciones específicas para corregir causas de las desviaciones y cerrar brechas de desempeño.
- **Correlacionar subelementos del sistema de confiabilidad operacional:** Determinar el subelemento y herramientas necesarias que apoyarán la mejora de los factores identificados.
- **Priorizar acciones:** Considerando el impacto en la instalación y la viabilidad de ejecución, se priorizarán las acciones a ejecutar.

- **Formalizar:** Una vez priorizadas las acciones, se determinan responsables y fechas de cumplimiento. El mismo debe contar con evidencia documental.
- **Ejecutar acciones:** Una vez formalizado, el documento debe difundirse, aplicarse y sus avances deben ser revisados periódicamente.
- **Revisión de la gestión.**

2.1. Medición y cálculo de Indicadores

Posterior al cálculo y análisis de los indicadores de gestión, desempeño y confiabilidad se pretende detectar oportunidades de mejora para la turbo maquinaria de instalaciones costa afuera, en áreas funcionales como:

- Instalaciones y equipos
- Planeación y programación.
- Operación segura.
- Mantenimiento preventivo y predictivo.
- Efectividad de programas de confiabilidad.

Las recomendaciones y conclusiones sobre la posición o valor de los indicadores del tablero (lo cual será un tema de otro artículo) se realizan a través de los análisis de predictivo realizados, los horómetros de la turbo maquinaria y la gestión del mantenimiento.



3.2. Evaluar y definir factores de desviación

Luego se identifican los factores a nivel de gente, procesos y tecnología que inciden en la desviación negativa de estos indicadores de acuerdo al análisis de información de las diferentes bases de datos utilizadas para el cálculo:

Los factores a evaluar son 12 y se describen a continuación:

-  **Suficiencia de competencias:** Se valora si el personal demuestra ser competente para cumplir a cabalidad con las funciones de su puesto.
-  **Productividad del personal:** Asumiendo que el personal sea suficiente y esté preparado con las competencias requeridas, se evalúan aspectos como nivel de compromiso, actitud, motivación y responsabilidad, por ello es necesario determinar todo el personal que requiera atención.
-  **Nivel de coordinación operativa:** Se detecta el grado de coordinación, comunicación e integración entre operación y mantenimiento en diferentes ámbitos de competencia, para facilitar el logro de los objetivos y evitar

afectaciones en el desempeño operativo de la instalación/ducto.

-  **Disponibilidad de recursos:** Se evalúa la disponibilidad de recursos financieros, materiales y humanos requeridos para llevar a cabo la operación y el mantenimiento.

-  **Afectación por fallas recurrentes y eventos de alto impacto:** Se evalúa la información de fallas de la instalación/ducto y mediante un análisis de Pareto se determina el 20% de los modos de falla de las familias de equipos principales, que representan el 80% del impacto económico en el último año (cantidad de veces que ocurre por el impacto económico cada vez que ocurre, considerando costos de operación, costos de mantenimiento y el valor de pérdidas).

-  **Disciplina Operativa:** Se evalúa el nivel de desempeño de la disciplina operativa, es decir, el cumplimiento riguroso y continuo de todos los procedimientos e instrucciones de trabajo, tanto operativos, administrativos y de mantenimiento.

-  **Nivel de la planeación y programación:** Se evalúa si la planeación y programación es suficiente para soportar los requerimientos de los procesos de operación y mantenimiento y cumplir con los planes y metas establecidos.

-  **Administración de cambios:** Se evalúa la capacidad o cultura del personal en la identificación, documentación, comunicación y manejo de los cambios efectuados, tales como: modificaciones en el diseño o en el contexto o soluciones provisionales.

-  **Condiciones físicas de trabajo:** A través de recorridos y observaciones se valora el ambiente físico bajo el cual realiza su trabajo el personal de operación y mantenimiento.

-  **Confiabilidad de datos:** Se evalúa el nivel de utilización de las fuentes de gestión de la información, en el ámbito de competencia de cada usuario y la calidad de la información en el sistema.

-  **Estado de equipos:** Se observan las condiciones físicas de los equipos de las instalaciones o ductos en términos de integridad y riesgo a través de inspecciones y observaciones in situ.

-  **Capacidad de infraestructura productiva:** Se miden casos de exceso o falta de equipos, derivado del diseño inicial y/o cambios en el contexto operacional.

3.3. Acciones específicas

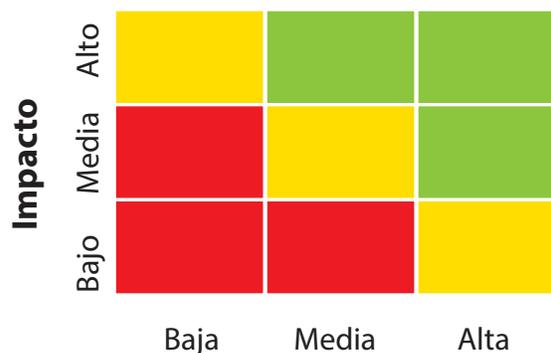
- Las acciones de contención están dirigidas a reestructurar los procesos actuales de gestión de operación y mantenimiento en todas las fases de la cadena de valor ingeniería, planeación, programación y ejecución.
- Las acciones de sustentabilidad están dirigidas a sistematizar los procesos de gestión de operación y mantenimiento en todas las fases de la cadena de valor: ingeniería, planeación, programación y ejecución.



3.4. Correlacionar subelementos del sistema de confiabilidad

- Los indicadores ya calculados se relacionarán con los siguientes factores para saber cuál de ellos afecta la desviación que puedan tener.
- Confiabilidad Humana: Evaluación de competencias y mecanismos de motivación al personal de la organización.
- Confiabilidad de Diseño: Análisis de costo de ciclo de vida, niveles de integridad de la seguridad, entre otros.
- Confiabilidad de proceso: Se toman en cuenta procesos de gestión de operación, así como buenas prácticas de operación, contextos operacionales actuales de las instalaciones y procedimientos operativos.
- Confiabilidad de equipos y ductos: Metodologías como: Análisis de causa raíz (ACR), mantenimiento centrado en confiabilidad (MCC), mantenimiento basado en condición (MBC).
- Proceso de mantenimiento: Buenas prácticas de mantenimiento, procesos de gestión del mantenimiento.

es necesario valorar la viabilidad de la implementación y el impacto. En la valoración se presentarán dos matrices, una para las acciones de contención y otra para las acciones de sustentabilidad, para ello se utiliza el esquema presentado en la figura 2.



Viabilidad de Implementación

- Alta** Requiere pocos recursos
- Media** Requiere adquisiciones y mano de obra adicional
- Baja** Requiere proyectos de inversión



3.5. Priorización de listado de acciones a desarrollar

Para desarrollar la priorización de acciones generadas, es necesario valorar la viabilidad y el impacto operativo de cada una de estas, utilizando y construyendo la matriz de priorización. Para desarrollar la priorización de las acciones

Figura 2. Matriz de priorización del plan de mejora operativa.

MEJORAMIENTO CONTINUO



Figura 3. Modelo y elementos del sistema de gestión de activos (PAS-55).

3.6. Documentación para formalización del plan de mejora operativa

El plan de acciones específicas de contención y sustentabilidad para la mejora operativa debe contener la estrategia, plazo de ejecución, asignación de recursos y responsabilidades para alcanzar las metas propuestas a

nivel instalación por tipo de equipos, en los indicadores de confiabilidad humana, confiabilidad de equipos, confiabilidad de diseño y confiabilidad de procesos físicos y de gestión en el corto, mediano y largo plazo. Es necesario desarrollar y documentar el plan de mejora conforme al modelo y elementos del sistema de gestión de activos propuestos en las especificaciones de la publicación PAS-55- 2:2008 del IAM-BSI, como se muestra en la figura 3.

3.7. Ejecución del plan de mejora operativa

Documentación de la implementación: Comprende la documentación de evidencias de implementación como parte del ciclo de mejora continua (ver figura 4). A través de la recopilación de información, se obtienen evidencias de cumplimiento y ejecución de las acciones emitidas y se realiza una medición de avances en la ejecución de acciones con una periodicidad constante; todo ello en un marco de entrevistas con las personas responsables de las acciones.



Figura 4. Ciclo de mejora continua o ciclo de Deming.

4. Evaluación de impactos del plan de mejora operativa y revisión de gestión

Comprende la actualización y análisis sistemático de los indicadores calculados (lo cual se debe de hacer de un modo periódico y continuo) tomando como base un análisis comparativo (antes y ahora) para la identificación de brechas, a partir de allí se hará una evaluación de acciones realizadas y no realizadas tanto con impacto en los indicadores como sin impacto en los indicadores.

Actualización de estrategias para el cierre de brechas: En este punto se revisará la vigencia de las acciones emitidas y se identificarán de acciones complementarias con la finalidad de dar continuidad a actividades propuestas anteriormente que tuvieron impacto positivo, generando así compromisos para formalizar el documento de acciones complementarias.

-Informe de Revisión de Gestión: Se hace efectivo con la elaboración de un documento o reporte con una frecuencia acordada.

-Comunicación de resultados: Se realiza a través de la divulgación del documento y de los resultados obtenidos a todas las personas que conforman el equipo de trabajo incluyendo a las máximas autoridades de la organización. Todo lo comentado anteriormente lo podemos observar resumido en la figura 5.



Figura 5. Revisión de la gestión del plan de mejora operativa

Conclusiones

Esta metodología es de gran utilidad ya que nos permite, de un modo muy objetivo (siempre y cuando se cumplan los procedimientos para realizarla), establecer estrategias para el cierre de brechas y acciones necesarias que faciliten incrementar la confiabilidad de una instalación en un contexto operativo dado, lo cual nos permitirá jerarquizar las fallas e impactos operativos que generan producción diferida reduciendo así las pérdidas y costos, rompiendo los paradigmas preestablecidos por el personal de operación y mantenimiento.

Es importante indicar que durante el desarrollo de planes de mejora operativa se ha observado que, en el proceso de validación, los equipos de trabajo discriminan acciones de

gran valor debido al esfuerzo que representa la ejecución de las mismas, siendo ellos los responsables de su ejecución. Al reconocer una falla en la gestión se podrían llegar a evidenciar algunas áreas de oportunidad en las competencias del personal conformado por el equipo de trabajo, proceso similar al de un juez que se juzga a sí mismo.

Finalmente, el plan de mejora operativa nos permitirá una gestión de operación y mantenimiento efectiva, así se podrá:

- a) Tomar decisiones más acertadas.
- b) Maximizar la efectividad de las acciones.
- c) Desarrollar actividades preventivas bajo un enfoque costo-efectivo.

5. Glosario de términos

A continuación, se listan las definiciones de los términos más importantes que se usaron a lo largo de este documento.

- **Análisis Causa Raíz (ACR):** Metodología usada para identificar factores causales de fallas, relacionados a gente, procesos y tecnología, con el objeto de resolver problemas.
- **Análisis de desempeño:** Pruebas de rendimiento en campo para la determinación del rendimiento térmico utilizado para diagnósticos y evaluaciones en la toma de decisiones de mantenimiento,

optimización y dimensionamiento de la turbo maquinaria.

- **Análisis del costo del ciclo de vida:** Metodología que permite optimizar y maximizar la rentabilidad del proceso de producción a lo largo del ciclo de vida del activo, tomando en consideración acciones relacionadas con el mejoramiento de la confiabilidad y de la mantenibilidad de los activos (calidad del diseño, tecnología utilizada, complejidad técnica, frecuencia de fallas, manejo de inventarios, costos de mantenimiento preventivo/correctivo, costos operacionales, niveles de accesibilidad, etc.), así como el impacto

sobre las posibles expectativas para extender la vida útil de los activos a costos razonables.

- **Área funcional:** Agrupamiento de indicadores dentro del Tablero de Confiabilidad Operacional en el cual se encuentran indicadores relacionados a un área común de atención de una instalación o de un Activo por medio de las cuales se establecen metas y objetivos.

- **Ciclo de Deming:** El ciclo de Deming (de Edwards Deming), también conocido como círculo PDCA (del inglés plan-do-check-act, esto es, planificar-hacer- verificar-actuar) o espiral de mejora continua, es una estrategia de mejora continua de la calidad en los cuatro pasos mencionados.

- **Competencia:** Conjunto de conocimientos y destrezas necesarios para el desempeño de las funciones en un puesto de trabajo.

- **Confiabilidad:** Se define como la probabilidad de operar sin fallas, cumpliendo la función requerida en un período determinado y bajo un contexto operacional establecido.

- **Contexto operacional:** Las circunstancias bajo las cuales se espera que opere un activo físico.

- **Equipo de trabajo:** Conjunto de personas que enfocan un esfuerzo, conocimientos, habilidades y destrezas al logro de un objetivo común, mediante la asignación de roles y responsabilidades que facilitan su funcionamiento.

- **Falla de alto impacto o esporádicas:** Son aquellas que ocurren ocasionalmente y se caracterizan por crear caos cuando aparecen, debido a su alto impacto en el negocio, seguridad o medio ambiente. Tienen ciertas características que son importantes: capturan la atención de todos, no ocurren con mucha frecuencia, cuestan mucho dinero, son altamente visibles y lleva tiempo para volver al estado normal.

- **Falla potencial:** Una condición identificable que indica que una falla funcional está a punto de ocurrir o está en proceso de ocurrir.

- **Fallas recurrentes:** Son fallas repetitivas o crónicas. En ocasiones resultan de bajo impacto, por lo que su efecto acumulado es desapercibido por los que operan o mantienen la instalación.

- **Indicador:** Es un parámetro numérico que mide el desempeño utilizando un factor crítico identificado en las personas, la organización o en los procesos respecto a los objetivos y las metas del negocio.

- **Jerarquización:** Ordenamiento de acuerdo a su Prioridad.

- **Mantenibilidad:** Se define como la probabilidad de que un componente o sistema en falla sea restaurado o reparado a una condición operativa específica en un periodo de tiempo establecido, cuando el mantenimiento es desempeñado de acuerdo con los procedimientos establecidos y se cuenta con los recursos apropiados. Es una función determinística que identifica la facilidad con la cual una actividad de mantenimiento puede ser ejecutada en un equipo, el tiempo promedio para reparar (MTTR) es un indicativo de la mantenibilidad y está en función del diseño y la tarea a efectuar, considerando siempre el uso adecuado de recursos.

- **Mantenimiento centrado en confiabilidad (MCC):** Es un proceso analítico y sistemático basado en el entendimiento de la función de los sistemas y las fallas funcionales.

- **Mantenimiento basado en condición (MBC):** Es un proceso analítico y sistemático basado en el entendimiento y la monitorización de las condiciones o estado de los diferentes elementos de un equipo para decidir el momento óptimo (más adecuado) para realizar las tareas de mantenimiento.

6. Referencias bibliográficas

- [1]. *British Standard Institute PAS 55:2008 Gestión de Activos Parte 1*, ISBN: 978-0-9563934-0-1.

- [2]. *British Standard Institute PAS 55:2008 Gestión de Activos Parte 2*, ISBN: 978-0-9563934-2-5.

- [3]. Deming W., Edwards. (1989) "Calidad, Productividad y Competitividad: La salida de la crisis", Ediciones Díaz de Santos, Madrid.

- [4]. Dounce V., Enrique. (2007) "La productividad en el Mantenimiento Industrial". Décima reimpresión. México.

- [5]. Duke, Okes (2009). "Root Cause Analysis; The Core of Problem Solving and Corrective Action". American Society for Quality, Quality Press, Milwaukee.

- [6]. Gaither, Norman y Frazier, Grey. (2000) "Administración de Producción y Operaciones". Cuarta Edición. Editorial Thomson. México.

- [7]. *Guía Técnica para el Cálculo de Indicadores de Confiabilidad Operacional en Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios Clave DCO-SCM-GT-012*.

- [8]. *Guía Técnica para el Cálculo de Indicadores de Desempeño y Gestión de Mantenimiento en Pemex Exploración y Producción, Clave GG-NO-OP-0001- 2011*.

- [9]. Jimeno Bernal, Jorge (2013), "Ciclo PDCA" recuperado de: <http://www.pdcahome.com/5202/ciclo-pdca>.

- [10]. *Manual Técnico de Confiabilidad Operacional en Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios, Clave: 800-16700-DCO-SCM-MT-001*.

- [11]. *Manual del Sistema de Confiabilidad Operacional en Pemex Exploración y Producción, Versión 3*.

- [12]. *Manual CG-IE-MA-0001-2008 Criterios técnicos para clasificar los tipos de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo en Pemex Exploración y Producción*.

- [13]. *Manual de Taxonomía de equipos de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios. Clave: 800- 16700-M-01 (última) y Clave: DCO-SCM-XP-000 (anterior)*.

- [14]. Muñiz, José (1998). "Fiabilidad. Teoría clásica de los Tests". Editorial Pirámide. 5ª Edición. Madrid.

- [15]. *Norma ISO 14224-2006 Petroleum and Natural Industries-Collection and Exchange of reliability and maintenance data for equipment*.

- [16]. Iresson (1990). "Reliability Handbook". Editorial John Wiley & Sons, New York.

- [17]. Delgado M., Miriam. (2009) "Sistema de Administración del Mantenimiento". Gobierno del Estado de México. México.

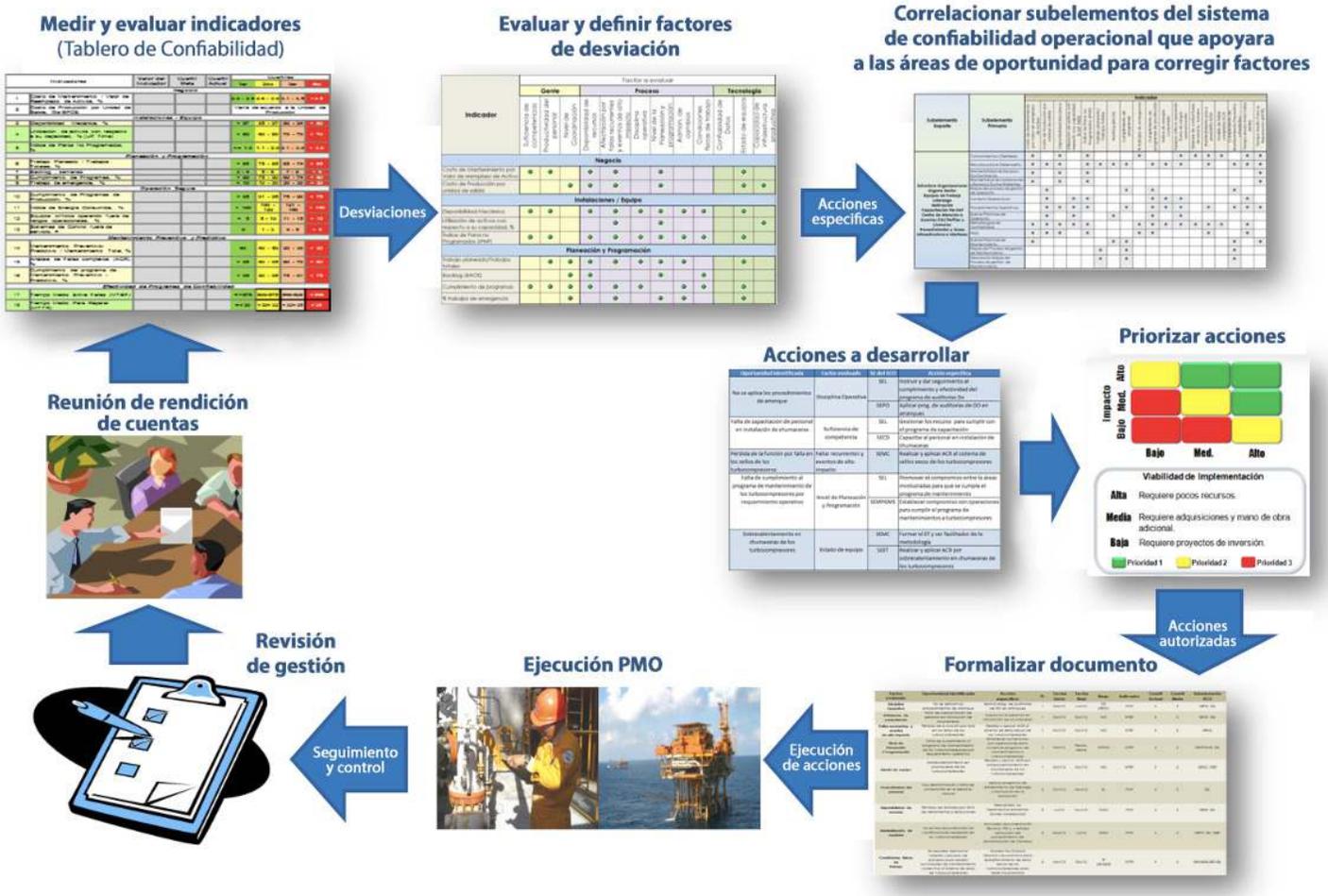
- [18]. Tavares, Lourival. "Administración Moderna del Mantenimiento". Editorial Novo Polo Publicações. Brasil.

7. Anexos

Indicador	Factor											
	Gente			Proceso						Tecnología		
	Suficiencia de competencias	Productividad del personal	Nivel de Coordinación	Disponibilidad de recursos	Fallas recurrentes y eventos de alto impacto	Disciplina operativa	Nivel de la Planeación y programación	Administración de cambios	Condiciones físicas de trabajo	Confiabilidad de Datos	Estado de equipos	Capacidad de infraestructura productiva
Negocio												
Costo de Mantenimiento por Valor de reemplazo de Activo (CRVA)	•	•		•	•		•				•	
Costo de Producción por unidad de salida			•	•	•		•				•	•
Instalaciones/Equipo												
Disponibilidad Mecánica	•	•		•	•	•	•	•	•		•	
Utilización de activos con respecto a su capacidad, % (UP TIME)				•	•		•	•	•			•
Índice de Paros no Programados (IPNP)	•	•		•	•	•	•	•	•		•	
Planeación y Programación												
Trabajo planeado/Trabajos totales		•	•	•	•	•	•	•	•		•	
Trabajos rezagados (Backlog)			•	•	•		•	•	•			
Cumplimiento de programas	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•	
% trabajos de emergencia			•	•	•	•	•	•	•		•	
Operación Segura												
Cumplimiento de programas de producción	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•	
Índice de energía consumida	•	•	•	•	•	•	•	•	•			
Equipos críticos operando fuera de rangos operacionales	•	•		•	•	•	•	•	•			
Sistemas de control fuera de servicio	•	•		•	•	•	•	•	•			
Mantenimiento Preventivo y Predictivo												
Mantenimiento prev y pred/Mtbo total	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•
Análisis de fallas completos ACR	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•
Cumplimiento de Mantenimiento Preventivo y Predictivo	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•	
Efectividad de Programas de Confiabilidad												
Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF)			•	•	•	•	•	•	•		•	
Tiempo Medio Para la Reparación (MTTR)	•	•	•	•	•	•	•	•	•			

Anexo 1. Factores de desviación relacionados con indicadores calculados.

7. Anexos



Anexo 2. Ejecución y revisión de la gestión del plan de mejora operativa.



**Hundreds of assets across the plant.
Hundreds of employees responsible
for production.**

**When a critical asset starts to fail,
your team needs key information
to make the best decision.**

YOU CAN DO THAT

Collaborate on key decisions anytime, anywhere. Maintaining production schedules often means dealing with the unexpected – quickly and accurately. Emerson's Plantweb Optics collaboration software connects the production team via mobile devices with information that is actionable and specific to each team member. To unlock communication in your plant, go to [Emerson.com/CollaborationSoftware](https://www.emerson.com/CollaborationSoftware).



The Emerson logo is a trademark and a service mark of Emerson Electric Co. © 2018 Emerson Electric Co.

CONSIDER IT SOLVED™



IoT

Latinoamérica 2019

La promesa de un futuro hiperconectado

El Portal citylabs.com asegura que este año debería ser interesante para las partes involucradas en el ecosistema IoT. La inversión en este tipo de soluciones tecnológicas cada vez ganará más terreno entre las compañías de América Latina.

Irene González

gonzirene@gmail.com

El Internet de las Cosas (Internet of Things, IOT) está generando un gran impulso en múltiples áreas de desarrollo. En esa línea, de acuerdo con Gartner, se estima que para el año 2022 existirán más de 26 billones de dispositivos o máquinas conectados entre sí. Según IDC, el 54% de las empresas del continente aumentarán su gasto en TI durante el 2019, y para el 2022 se espera que más del 50% del PIB de América Latina sea digitalizado, cambio implica una inversión aproximada de US\$380.000 millones entre 2019-2022. Por lo tanto, Latinoamérica no estará fuera de este contexto de crecimiento global.

Paulo Seguel, Ingeniero de Sistemas de Cisco Chile, señala que en términos del desarrollo del IoT en Latinoamérica, las empresas del continente aún no se caracterizan por adoptar la tecnología. “[Las empresas] todavía están en la fase de la novedad de conectar cosas o pensando en una sola aplicación. Hay pocas que se han dado cuenta que existe un potencial que tiene que ver con que distintos elementos y distintas aplicaciones accedan a todos esos datos”, sostiene el ingeniero.

El impacto de la disrupción digital está acelerando los procesos de todas las industrias a nivel global. En este proceso, las empresas de Latinoamérica deben reinventar su entorno y aprender a utilizar las tecnologías digitales para dar un salto cualitativo que maximice el potencial de estas herramientas. Para los que no sean sumado a esta tendencia, se quedarán atrás, ya que el Internet de las Cosas es una realidad que ya arrancó y nadie la detendrá. Para Seguel, los países de América Latina donde más se desarrollará el IoT serán Argentina, Chile y Colombia, de acuerdo a los países donde Cisco ha trabajado este tipo de soluciones, principalmente en base a los gobiernos de turno y sus presupuestos, como también sus políticas tecnológicas referidas a Smart Cities.

En tanto que, para el Director Regional de Ventas de Latinoamérica de Oracle, Enrique Chang, la inversión en el continente estará centrada justamente en las labores de fabricación y seguimiento de productos. Un área donde el IoT resaltaré es en la gestión de accidentes en las empresas, el cual está vinculado con la Responsabilidad Social Empresarial en donde IoT ayudaría a mejorar los indicadores de gestión.

“Hoy en día va en el tema de seguridad, porque el mismo indicador de gestión de la empresa es “número de accidentes. Es increíble la cantidad de empresas, sobretodo lo que es ingeniería y construcción, minería, oil and gas, donde se mide la cantidad de accidentes que puedan tener. Y ahí va al tema de seguridad de los empleados y condiciones laborales en las diferentes industrias”, argumenta el ejecutivo.

Se estima que para este 2019,
**la inversión mundial en IoT
alcanzará los**

**US\$ 745.000
millones**

(un aumento de 15,4 respecto al año anterior) y para el 2022, esta cifra superará el billón de dólares, según la proveedora de inteligencia de mercado IDC (International Data Corporation).

El IoT se refiere a la comunicación Máquina a Máquina (M2M), es decir, la conexión entre dispositivos u objetos como automóviles o electrodomésticos; a la comunicación Máquina a Persona (M2P) donde, por ejemplo, sensores envían información a las personas sobre sus actividades para ser analizadas; y a la comunicación Persona a Persona (P2P), a través de plataformas digitales para la colaboración. Así, el término IoT se amplía para

convertirse en el “Internet del Todo”.

Según las cifras de la consultora Bain & Company, se estima que el mercado del IoT tenga un crecimiento hasta alcanzar los 520,000 millones de dólares (mdd) en 2021 –más del doble de los 235,000 mdd gastados en 2017–, la mayoría de los cuales serán captados por sectores empresariales e industriales.

Para la consultora Deloitte, esto significa una ventana de oportunidad hacia la mejora en calidad de vida y



Las industrias que más gastarán en soluciones IoT serán fabricación discreta (US\$119.000 millones), los procesos de fabricación (US\$78.000 millones), el transporte (US\$71.000 millones) y los servicios públicos (US\$61.000 millones), según IDC.

productividad de los individuos, empresas y gobiernos, así como para la mejor integración de estas tecnologías en nuestro día a día; sin embargo, su implementación no ha resultado una tarea sencilla.

Por supuesto que México será la puerta de entrada para este tipo de tecnologías en Latinoamérica, pero sin duda Centroamérica se verá beneficiada por su adopción para los siguientes años.

Rockwell Automation realizó una investigación para explorar las perspectivas sobre las transformaciones

digitales y las iniciativas IIoT en sus empresas. La investigación incluyó más de una docena de entrevistas de una hora, individuales y en profundidad y una encuesta cuantitativa con más de 300 directivos, incluidos CxOs, vicepresidentes, directores senior y directores que procedían de cuatro regiones geográficas, con aproximadamente un 40% de Norteamérica, un 20% de EMEA y un 15-20% de Latinoamérica y Asia Pacífico. Los encuestados pertenecían de forma equivalente a siete sectores distintos: automotriz, productos químicos, alimentos y bebidas, petróleo y gas, cuidado del hogar y personal, industria farmacéutica y minería y cemento.

Estos fueron los resultados para Latinoamérica

Principales prioridades para la transformación digital / Iniciativas IIoT

1. Aumentar la eficiencia operativa.
2. Apoyar las actividades de marketing y ventas.
3. Mejorar la experiencia del cliente y la capacidad de respuesta.

Principales desafíos operativos y de datos para la transformación digital / Iniciativas IIoT

1. Dificultad de integrar datos en múltiples sistemas.
2. Capacidades inadecuadas (habilidades, herramientas) para aprovechar los datos de operaciones.
3. Disponibilidad de datos inadecuada / complejo acceso a los datos

Principales desafíos organizativos y de recursos para la transformación digital / Iniciativas IIoT

1. Necesidad de desarrollar una estrategia de digitalización.
2. Desafíos en la integración de infraestructura heredada.
3. Demandas competitivas sobre recursos organizacionales.

Progreso de las transformaciones digitales / Iniciativas IIoT

- 22% están mejorándolas
- 20% están pilotándolas
- 9% están planificándolas

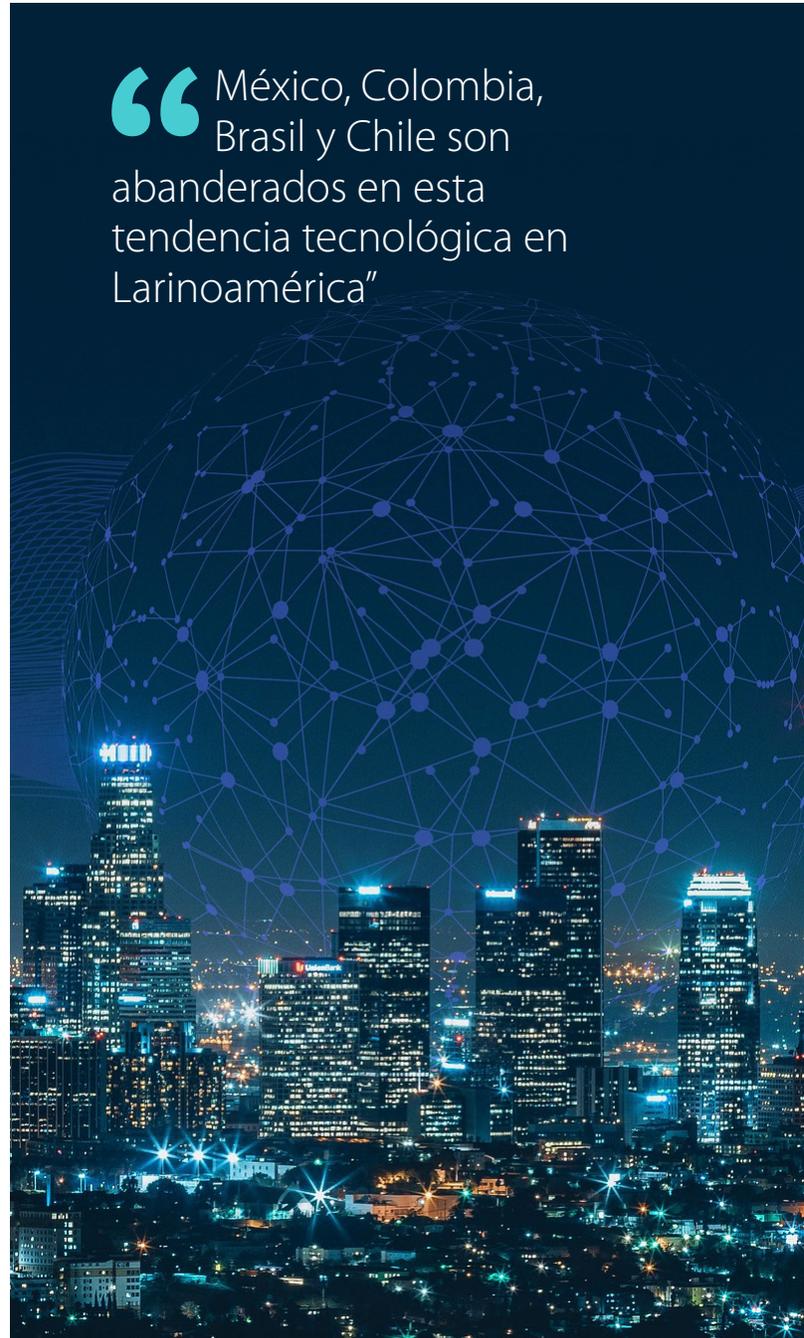
El crecimiento sostenido de Latinoamérica

Latinoamérica evoluciona de manera constante y se pueden identificar empresas con diferentes fases o etapas de implementación en cuanto a redes y conexiones se refiere; las existentes actualmente son las compañías que no tienen nada conectado, las que recién incursionan en la conectividad, las que además de tenerla suben información y las que incluso analizan los datos en tiempo real.

La convergencia entre IT (Information Technology) y OT (Operation Technology) marca una enorme diferencia con respecto a los procesos del pasado, dicha sinergia evidencia la capacidad para que las empresas puedan ser mucho más eficientes y competitivas. Para Guillermo Martínez, Gerente de Estrategias para Infraestructura de Automatización Industrial de Panduit, “Podemos identificar tres ventajas que puede obtener una industria conectada: la visualización de sistemas críticos en tiempo real, el monitoreo de condiciones ambientales y de activos, y la posibilidad de actuar sobre métricas para mejorar la eficiencia. Por fortuna para nuestra región, México, Colombia, Brasil y Chile son abanderados en esta tendencia”.

México, Colombia, Brasil y Chile apuestan por una mayor optimización de la eficacia operativa y de la producción industrial. Con el común denominador de instaurar políticas encaminadas a mejorar la conectividad de las compañías en la región, y concretamente al interés innovador de sus departamentos TI, los países latinoamericanos, según Panduit, empresa de soluciones avanzadas de infraestructura física, eléctrica y de red, serán jugadores determinantes del mercado en el año 2020, pues se sumarán a los 30 billones de dispositivos que prevé Gartner estarán vinculados a internet a nivel global. En este sentido, de acuerdo con la consultora IDC, el valor del mercado de Internet de las Cosas para Latinoamérica se estima en poco más de 250 mil millones de dólares. (<https://www.tynmagazine.com/latinoamerica-presenta-un-crecimiento-sostenido-en-el-mercado-iot/>)

“México, Colombia, Brasil y Chile son abanderados en esta tendencia tecnológica en Latinoamérica”



Fuentes:

<http://www.infopl.net/plus-plus/mercado/item/106155-rockwell-perspectivas-transformacion>

<https://tecno.americaeconomia.com/articulos/como-esta-el-panorama-del-iot-en-latinoamerica>

<http://www.nextcitylabs.com/Y62/que-esperar-en-2019-del-iot>

<http://www.infopl.net/plus-plus/tecnologia/item/106676-la-virtualizacion-de-datos-clave-para-el-avance-del-iot-industrial>

<https://www.forbes.com.mx/cascada-tecnologica-5g-iot-america-latina/>

<https://www.tynmagazine.com/latinoamerica-presenta-un-crecimiento-sostenido-en-el-mercado-iot/>

PREDICTIVA21

AHORA EN FACEBOOK



Predictiva21

Me Gusta!

PREDICTIVA21

contacto@predictiva21.com

www.predictiva21.com