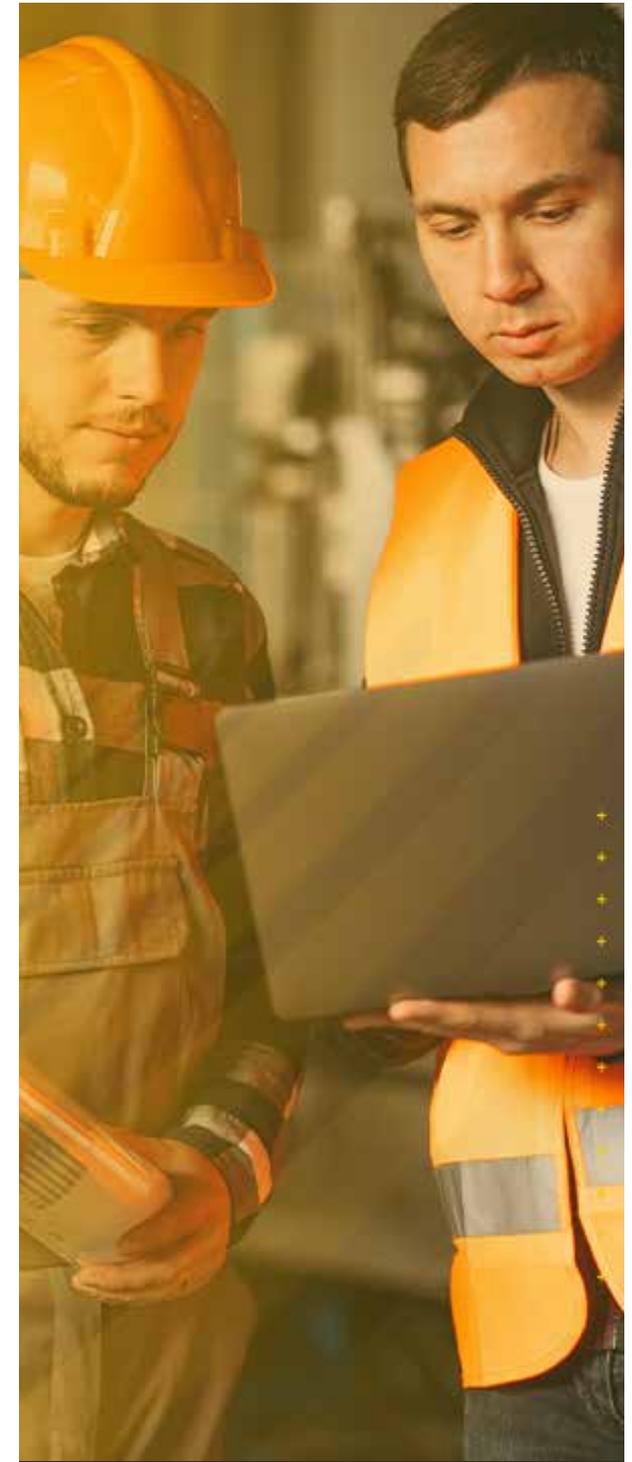




CMMS – SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO COMPUTARIZADO

Herramienta estratégica para el mantenimiento preventivo de activos en todo tipo de industrias.

AUTOR: Ariel Lara



CONTENIDO

1 RESUMEN	2
2 INTRODUCCIÓN	3
3 MODELADO DE WEIBULL	3
1 Confiabilidad	3
2 Falla	3
3 Tasa de fallas (MTBF)	3
4 Fallos iniciales o prematuros donde $\lambda(t)$ decrementa	4
5 Fallos aleatorios o de "vida útil" donde $\lambda(t)$ tiende a ser constante	4
6 Fallos por desgaste o "fin de la vida útil" donde $\lambda(t)$ incrementa	4
4 MANTENIMIENTO PREVENTIVO	4
5 PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y REACTIVO BASADOS EN UN SISTEMA CMMS	6
6 RETORNO DE LA INVERSIÓN DE UN CMMS (ROI)	7
1 Determinación del costo de un CMMS	8
2 Determinación del valor de un CMMS	8
3 Determinación del período de recuperación	10
7 CONCLUSIONES	10
8 BIBLIOGRAFÍA	11



1 RESUMEN

En las industrias el costo de inactividad (downtime) de equipos es extremadamente alto. Se define inactividad como el período de tiempo en el cual, una fábrica o una pieza de un activo, no está operando, especialmente como resultado de un mal funcionamiento.

A pesar de mantenimientos preventivos realizados bajo calendario, estudios demuestran que un tercio de todas las inversiones en mantenimiento son desperdiciadas en estrategias y métodos no efectivos.

Un ejemplo son las distribuidoras de servicios eléctricos que se encuentran entre las industrias más intensivas en activos y una de las más esenciales, donde una falla puede significar reducción de ingresos, multas y sanciones regulatorias por incumplimiento de indicadores de calidad y un deterioro de la imagen de la empresa. Mantener esos activos siempre ha sido una prioridad costosa, pero inevitable. Fallas podrían significar cortes o reducciones de energía y el desperfecto de ciertos activos críticos podría tener un efecto dominó, causando complicaciones en el futuro, así como significar costos de reemplazo extremadamente elevados.

Cuando se instala cualquier activo importante, comienza su proceso natural de envejecimiento y deterioro. Existirán componentes que presentaran un mayor nivel de degradación con el tiempo y si no se comprueba el estado de estos pueden producirse averías y fallos, inclusive paro de plantas.

El propósito del mantenimiento preventivo es prolongar la vida útil de los activos previniendo una depreciación excesiva, reduciendo deterioros o fallas. Los servicios de mantenimiento preventivo pueden incluir actividades de ajuste, limpieza, lubricación, reparación, cambio de partes, etc.

Cada tipo de activo posee sus propias necesidades y el tipo y cantidad de mantenimiento preventivo requerido varía según el caso. Debido a esto resulta desafiante el establecimiento de un programa de mantenimiento exitoso; sin embargo, una regla de oro es comenzar con un programa de mantenimiento basado en tiempo.

En este artículo, se expone la importancia de la necesidad del uso de una herramienta de software efectiva, denominada CMMS [1], que incremente la eficacia y minimice las pérdidas cuando se efectúa mantenimiento preventivo que, combinados con tecnologías como IOT (Internet de las cosas), datos e inteligencia artificial (AI), pueden optimizar la gestión de los activos.

La no utilización de soluciones informáticas para la gestión de mantenimiento de activos, representa una pérdida de competitividad en cualquier tipo de industria. En este sentido, un sistema CMMS, puede mejorar una organización en su operativa diaria y llevarla a un nuevo nivel de eficiencia tomando en cuenta el ahorro en tiempo que puede producir y la cantidad de problemas que se pueden, preventivamente, eliminar.

2 INTRODUCCIÓN

Hasta la década de los años sesentas se pensaba que los objetivos de calidad habían alcanzado sus metas cuando los ítems considerados estaban libres de defectos o fallas sistemáticas al momento de salir de fábrica. El incremento rápido del costo incurrido por pérdidas de operación como consecuencia de fallas y la complejidad de los equipos y sistemas, han llevado a primer plano aspectos como confiabilidad, mantenibilidad, disponibilidad y seguridad. Hoy en día, la expectativa busca que equipos y sistemas complejos no solo estén libres de defectos y fallas sistemáticas al tiempo $t=0$ (cuando son puestos en operación), sino también se desempeñen libres de defectos durante un intervalo de tiempo establecido (vida útil) y *“tengan un comportamiento a prueba de fallas en caso de eventos críticos o catástrofes”*. Sin embargo, la pregunta para conocer si un determinado ítem operara libre de fallas durante un periodo de tiempo establecido, no puede ser simplemente respondida con un *“sí”* o *“no”*, bajo las premisas de una prueba de conformidad. La experiencia muestra que solo una probabilidad para esta ocurrencia se puede dar y esta probabilidad es una medida de la confiabilidad del activo. Esta premisa puede ser interpretada de la siguiente forma: [2]

Si “n” activos, estadísticamente idénticos, son puestos en operación en un tiempo $t=0$ para desempeñar una misión dada, bajo las mismas condiciones, y en un tiempo “t”, un subconjunto $V_m(t)$ de estos activos aún no han fallado, $V_m(t) \leq n$ de estos cumplen satisfactoriamente. Entonces, la proporción $V_m(t) / n$ es una variable aleatoria que converge al valor real de confiabilidad al incrementarse “n”.

3 MODELADO DE WEIBULL

El modelo de Weibull describe el comportamiento de sistemas o eventos que tienen algún grado de variabilidad. Los siguientes conceptos son utilizados en ingeniería de confiabilidad.

1 Confiabilidad

Es la característica de un ítem, expresada por la probabilidad de que el ítem desempeñe su función requerida bajo ciertas condiciones dadas durante un periodo de tiempo establecido. Normalmente se designa como *R (reliability)* y desde un punto de vista cualitativo, la confiabilidad puede ser definida como la capacidad del activo para seguir siendo funcional.

2 Falla

Una falla ocurre cuando un ítem deja de desempeñar su función requerida. El tiempo libre de fallas es generalmente una variable aleatoria. Es a menudo razonablemente extenso, pero podría ser muy corto, por ejemplo, cuando la causa se debe a un transitorio generado durante el inicio de operaciones del activo.

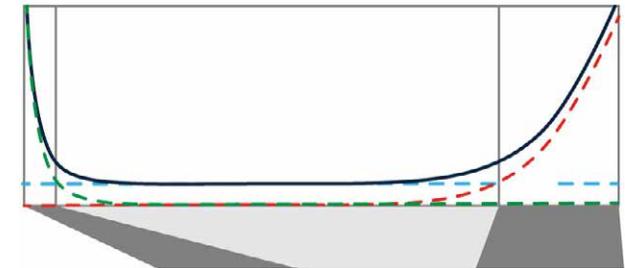
3 Tasa de fallas (MTBF)

La tasa de fallas es la frecuencia con la que, un sistema (activo) o componente diseñado no se encuentra disponible, expresada en fallas por unidad de tiempo. Por lo general se denota con la letra griega λ (lambda) y se utiliza a menudo en la ingeniería de confiabilidad.

Las tasas de falla tienden a ser como se indica en la Fig. 1.

Por su forma, este grafico se denomina curva de bañera asignando una distribución a la tasa de fallos:

$$\lambda(t) = \beta \lambda_C (\lambda_C t)^{\beta-1}$$



	Fase 1 Fallos prematuros	Fase 2 Vida útil	Fase 3 Fin de vida útil
Tipo de fallo	extrínseco	aleatorio	intrínseco
Tasa de fallo	decreciente	constante	creciente
Pendiente de Weibull β	<1	1	>1

Fig. 1 Curva de bañera

La distribución de Weibull se define mediante dos parámetros: β , λ_C . El parámetro Weibull β (pendiente) representa el cambio de tendencia de la tasa de fallos en el tiempo cuando:

- $\beta < 1$, la tasa de fallo λ disminuye con el tiempo
- $\beta = 1$, la tasa de fallo λ es constante
- $\beta > 1$, la tasa de fallo λ aumenta con el tiempo

A partir de la curva de la bañera se identifican, según el momento en el que se producen, tres clases de fallo:

- Fallos iniciales
- Fallos aleatorios
- Fallos por desgaste

El valor de MTBF (tiempo medio entre fallos) se define como el tiempo entre dos errores de un conjunto o dispositivo. Las tasas de falla se identifican mediante experimentos de prueba de vida y experiencia en el campo. El MTBF resulta de los valores inversos de λ . La suma de los valores de MTBF de componentes individuales o subconjuntos da el MTBF del sistema completo. Una gran influencia proviene de las condiciones ambientales, como ser: variaciones de temperatura, vibraciones, etc. Por lo tanto, los valores de MTBF se determinan con la ayuda de manuales que incluyen estas condiciones, que se describe a continuación:

$$MTBF = \int_0^{\infty} R(t) dt = \int_0^{\infty} e^{-\lambda t} dt = \frac{1}{\lambda} [h]$$

$$\frac{1}{MTBF_{Sistema}} = \frac{1}{MTBF_{Componente 1}} + \frac{1}{MTBF_{Componente 2}} + \frac{1}{MTBF_{Componente 3}} + \frac{1}{MTBF_{Componente 4}} + \lambda_{Componente n} + \dots \left[\frac{1}{h} \right]$$

4 Fallos iniciales o prematuros donde $\lambda(t)$ decrementa

Estos fallos se producen relativamente poco después de empezar a poner en servicio el activo y se caracterizan por una disminución de la tasa de fallo con el tiempo ($\beta < 1$). También se denominan fallos extrínsecos [del latín extrinsecus = procedente del exterior], porque pueden atribuirse di-

rectamente a defectos o alteraciones accidentales durante la fase de fabricación (defectos de fabricación del material). Los fallos al inicio de la vida útil pueden minimizarse utilizando herramientas de diseño y de fabricación como *Six-Sigma* («seis desviaciones estándar de la media», lo cual se traduce matemáticamente a menos de 3,4 defectos por millón.) y técnicas de mejora de calidad, pero no pueden eliminarse por completo. Para reducir el riesgo de lanzar al mercado productos con fallos prematuros, en el caso de equipos electrónicos, se pueden realizar pruebas intensivas de ciclo térmico y de rodaje en todos los ámbitos de la producción. Esto se hace con el fin de asegurar que las unidades inician su vida operativa más cerca de la parte plana de la curva de bañera.

5 Fallos aleatorios o de "vida útil" donde $\lambda(t)$ tiende a ser constante

Conforme al uso del producto, los componentes más débiles sufren desgaste y la tasa de fallo pasa a ser prácticamente constante ($\beta \approx 1$). Los componentes se encuentran en lo que se considera su periodo de vida útil normal, caracterizado por una tasa de fallos relativamente constante, hasta que empiezan los fallos por desgaste. La duración de este periodo se denomina *vida útil*.

6 Fallos por desgaste o "fin de la vida útil" donde $\lambda(t)$ incrementa

En la última fase, los fallos se deben al desgaste y fatiga de las unidades como consecuencia de los límites físicos de sus materiales (envejecimiento, desgaste, fatiga, etc.). También se denominan fallos intrínsecos [del latín intrinsecus = interior], porque pueden atribuirse directamente al deterioro natural de sus materiales. La tasa de fallos ($\beta > 1$) au-

menta conforme empiezan fatigas y desgastes. [3]

En resumen, la "curva de bañera" es la superposición matemática de tres funciones distintas. La primera función representa los fallos "prematuros", la segunda representa los fallos "constantes" y la tercera representa los fallos por "desgaste".

El propósito de este artículo se centra en los fallos del fin de la vida útil, siempre que los fallos prematuros y los de vida útil hayan sido minimizados por el fabricante a través del diseño de productos y procesos, y por el usuario, mediante una instalación y uso adecuados de los activos en las condiciones especificadas.

4 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Se define como mantenimiento preventivo a la acción de verificar de manera sistemática y bajo ciertos criterios a los activos de cualquier tipo (mecánicos, eléctricos, informáticos, etc...) para evitar fallos ocasionados por uso, desgaste o paso del tiempo.

La tasa de fallo total es la combinación de las tasas de fallo de todos los componentes de un activo:

Por ejemplo, en un Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI) (tomando en cuenta fallas de capacitores CAPS y ventiladores FANS), se tiene la siguiente ecuación para la Tasa de Fallo:

$$\lambda = \sum(\lambda) = \lambda + \lambda + \dots + \lambda_{CAPS} + \lambda_{FANS}$$

Por tanto, el componente más débil es el que define la vida útil del sistema completo. En la Fig. 2 se explica este concepto.

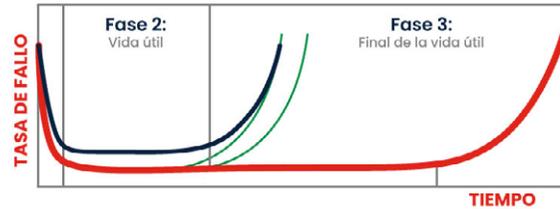


Fig. 2 Tasa de fallo de componentes (línea roja), tasa de fallo de componente que genera el cuello de botella (línea verde) y tasa de fallo general (línea azul).

Claramente, este caso concreto no es recomendable, dado que un número reducido de componentes afecta a la fiabilidad total del equipo, mientras que la mayoría de ellos pueden durar mucho más tiempo antes de sufrir desgaste.

Una posible solución es retrasar el desgaste de estos componentes modificando su diseño, para evitar el fenómeno de cuello de botella. (Figura. 3). Lamentablemente, esto exige un sobredimensionamiento considerable y costes inasumibles, en especial si se quiere que los productos duren mucho tiempo (más de 15 años). Además, en el caso de algunos componentes (como los ventiladores), el fenómeno de desgaste está ligado intrínsecamente a la tecnología de cojinetes, por lo que es imposible contrarrestarlo con sobredimensionamiento.

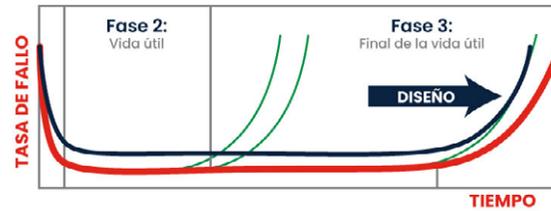


Fig. 3 Tasa de fallo de componentes (línea roja), tasa de fallo de componente que genera el cuello de botella (línea verde) y tasa de fallo general (línea azul).

Por tanto, la mejor solución para evitar que se vea reducida la vida útil del equipo es sustituir los componentes/partes débiles antes de que sufran desgaste (**mantenimiento preventivo**), como se muestra en la Fig. 4. Esta solución se utiliza de forma regular porque es la más rentable, ya que optimiza los costes totales durante la vida útil del producto y, a la vez, reduce la probabilidad de fallo y los períodos de inactividad sucesivos.

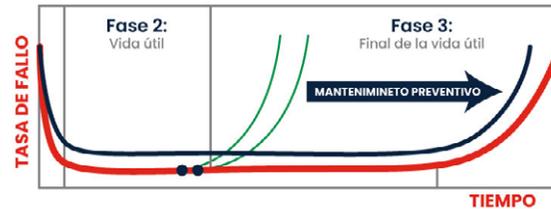


Fig. 4 Mantenimiento preventivo para sustituir los componentes que generan el cuello de botella.

La inversión que se realice para efectuar un buen mantenimiento preventivo puede ahorrar interrupciones de servicio de los activos, costosos mantenimientos reactivos, pérdida de utilidades, lo cual justifica plenamente el gasto realizado.

Según las condiciones de funcionamiento reales de un activo y la variedad de características de sus componentes por naturaleza, el tiempo de desgaste puede variar. Se puede asumir que sigue una distribución estadística posible de aproximar mediante una **curva gaussiana** con un valor promedio y una **"desviación estándar"** σ , lo que da forma a la distribución. Este concepto se observa visualmente en la Fig. 5, donde se muestran dos distribuciones gaussianas con diferentes valores de σ . Para reducir el riesgo de fallo, el programa de mantenimiento debe confeccionarse teniendo en cuenta el peor de los casos en cuanto al desgaste.

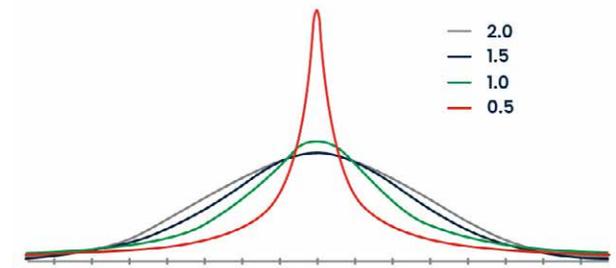


Fig. 5 El tiempo de desgaste es una distribución estadística.

Tanto el tiempo de desgaste medio como la desviación estándar de la **distribución gaussiana** dependen de las características de los componentes intrínsecos de un activo combinados con el entorno y las condiciones de funcionamiento específicos (información que no es necesariamente conocida ni predecible). En la práctica, para el mantenimiento preventivo se utiliza un margen de seguridad que se calcula a partir del tiempo de desgaste medio estimado (Fig. 6).

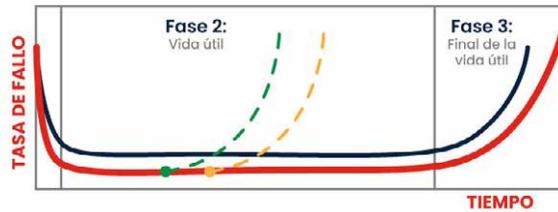


Fig. 6 - El mantenimiento preventivo anticipa el peor de los casos en términos de desgaste.

5 PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y REACTIVO BASADOS EN UN SISTEMA CMMS

El mantenimiento preventivo es extremadamente importante para asegurar que los activos funcionen de la forma más confiable posible todo el tiempo. Es como su vehículo, usted desea mantener su auto antes que suceda cualquier evento, de forma que no se quede varado en la ladera de una carretera.

Quedado demostrada la necesidad de efectuar mantenimientos preventivos para lograr alargar la vida útil de los activos, disminuir su depreciación, aumentar su confiabilidad y evitar problemas de latencia en su desempeño. Se delega una gran responsabilidad a los profesionales supervisores del mantenimiento. Su misión es planificar, evaluar, crear procedimientos, revisar la frecuencia y calendario de los servicios, las partes críticas a ser reemplazadas, designar tareas al personal,

disponibilidad logística de elementos fungibles y equipos de prueba, formación y disponibilidad de la fuerza técnica, elaboración de informes técnicos, recepción y manejo de solicitudes para servicio reactivo, etc.

Los centros de mantenimiento de muchas industrias utilizan métodos basados en papel y planillas Excel para realizar el seguimiento del calendario de mantenimientos preventivos de sus activos y, por lo general, es la técnica más económica y de fácil alcance. Sin embargo, esta metodología presenta problemas críticos los cuales debemos estar conscientes e inclusive, si todo funcionara perfectamente, existen inmensas mejoras que no se podrían realizar con esa metodología simple.

Una de las principales desventajas del método basado en papeles es su necesidad de ser administrado. Necesariamente debe existir un encargado de recopilar y organizar los tickets provenientes de una gran cantidad de solicitudes y eso implica que deben realizar llamadas, papelería de órdenes de trabajo, conversaciones con el personal técnico, asignación manual de órdenes de trabajo, chequeo manual del estatus y muchas otras actividades. Todo esto no solamente podría representar una pérdida de eficiencia en el manejo del tiempo, sino también puede conducir a que se olviden o rezaguen algunas solicitudes de servicio o información.

Un sistema CMMS elimina la necesidad manual de recibir y administrar solicitudes puesto que tiene la capacidad de procesarlas de forma automática.

El propósito de un CMMS es rastrear, organizar y diagnosticar las necesidades de activos. Cuando se implementa y utiliza correctamente, crea un mayor tiempo de actividad, procesos optimizados y una mayor producción general de las instalaciones.

Las características principales de un sistema CMMS son:

- Administración de órdenes de trabajo.
- Administración de solicitudes de órdenes de trabajo.
- Historial del ciclo de vida de los activos.
- Colaboración grupal.

Otras a tomar en cuenta:

- Amigable al usuario.
- Fácil de implementar.
- Está organizado de modo que todas las funciones del CMMS dependen unas de otras.
- Gestiona el estado de salud de los activos de la empresa a través de órdenes de trabajo (OT).
- Asigna roles definidos para todo el personal.
- Visualiza un calendario de las ordenes de trabajo a ser ejecutadas.
- Soporta mapeo de procesos de mantenimiento.
- Geolocalización de activos y sub activos.
- Inventario de partes y herramientas.
- Posee un panel de indicadores.
- Posee aplicaciones para utilización desde smartphones (dispositivos inteligentes).
- El personal técnico puede llenar procedimientos en dispositivos inteligentes aun sin que haya señal de internet.
- Se generen reportes de forma automática una vez el procedimiento ha sido realizado.
- Integración con sistemas ERP's (Enterprise Resource

Planning – Planificación de Recursos Empresariales) a través de API's

- Capacidad de monitorizar el estado de alarmas de los activos.
- Capacidad de monitorizar variables y graficar el comportamiento.
- Ser utilizado en forma de SaaS (Software as a Service) [4].

Un CMMS:

- Se centra en los activos y cada función del sistema trabaja vinculándolos dentro del sistema. Para proporcionar una evaluación coherente y clara de cualquier activo dado, estas funciones deben trabajar juntas.
- Debe ser capaz de acompañar la estrategia de mantenimiento preventivo y, como resultado directo, administrar la salud de los activos en todas las instalaciones.
- Recopila información sobre sus activos constantemente. Este es uno de los principales pasos para un programa de mantenimiento preventivo de calidad.

La salud y la gestión de los activos son fundamentales para la salud general de la empresa. Cuando se optimiza adecuadamente, una buena implementación de un sistema CMMS asume la carga laboral administrativa mostrando indicadores que serán muy útiles para el análisis y proceso de mejora continua de una empresa (Fig. 7). Libera al personal técnico encargado de ejecutar las ordenes de trabajo de realizar informes técnicos tras haber completado los procedimientos (para el personal técnico realizar informes es la tarea más tediosa – el 80% de la fuerza laboral mundial no posee un escritorio).

Algunos de los indicadores y métricas que se pueden generar mediante un CMMS son:

- Confiabilidad de activos.
- Mantenimientos rehechos.
- Tendencias de las horas de trabajo de emergencia.
- Cumplimiento de los Mantenimientos Preventivos (MP).
- Cantidad de órdenes de trabajo asignadas a cada técnico a ser filtradas por día, semana, mes, cuatrimestre, semestre, anual.



Fig. 7 – Proceso que sigue un sistema CMMS a partir de una orden de trabajo (OT) asignada.

6 RETORNO DE LA INVERSIÓN DE UN CMMS (ROI)

Seamos realistas: el dinero hace girar al mundo. Las dos cosas más importantes que los profesionales consideran al realizar una compra importante relacionada con el negocio son: ¿recuperaré mi dinero? y ¿en qué plazo?

Un CMMS es caro y, naturalmente, las empresas quieren ver qué tipo de retorno de la inversión obtendrán de él. Además, si el software no sabe en

qué consiste el éxito, abre la puerta a todo tipo de malentendidos. Es por eso por lo que los requisitos claros de éxito de un CMMS son imprescindibles en cualquier sistema eficaz.

Si bien el software del sistema de gestión de mantenimiento computarizado (CMMS) hará que las operaciones de mantenimiento sean más eficientes, también será una inversión para la organización. En este sentido tanto la Alta Gerencia como las Jefaturas Supervisoras, necesitan estar seguras de que el sistema ahorrará dinero a la organización a largo plazo mientras mejora el proceso de mantenimiento.

El indicador ROI significa retorno de la inversión. En términos simples, el ROI de un CMMS mide cuánto valor se ha obtenido de un CMMS en relación con la cantidad de dinero invertido en él en un intervalo de tiempo establecido. El ROI de un CMMS es normalmente utilizado para justificar la compra de un CMMS o analizar el impacto que este ha tenido después de haber sido utilizado durante algún tiempo, es decir:

$$\text{ROI DE UN CMMS} = \frac{\text{VALOR DEL CMMS} - \text{COSTO DEL CMMS}}{\text{COSTO DEL CMMS}}$$

El "costo de CMMS" es el precio de compra del software, que incluye los costos de asistencia para la implementación, soporte al cliente y otros servicios. El "valor de CMMS" es el valor en dólares de los ahorros potenciales en todas las áreas de su operación de mantenimiento.

El ROI también tiene en cuenta un marco de tiempo. Es importante seleccionar un período de tiempo suficientemente largo para tener en cuenta los costos de implementación, capacitación y consultoría, así como la realización de los beneficios a largo plazo que este sistema brinda. Además, toma un tiempo la puesta en marcha y funcionamiento del sistema, es posible que un equipo no esté utilizando completamente el software durante 1 a 3 meses después de haber sido realizada la compra.

Dados estos factores se debe determinar un período de tiempo adecuado para el cálculo del ROI. La Alta Gerencia apuntará a ver un ROI de CMMS en períodos de 1 año, 5 años, 10 años o más.

En su interpretación el ROI de un CMMS es una medida simple del valor del software en términos de ahorro de costos.

Cuando los cálculos del ROI de CMMS arrojan un valor positivo (por ejemplo, un valor mayor que cero), significa que la inversión está creando valor y ahorrando dinero. Por otro lado, un valor negativo (por ejemplo, un valor menor que cero) significa que el valor aún no ha superado el costo. Esto no significa que el CMMS nunca proporcionará valor, pero es posible que se deban ajustar las expectativas para cuando se vea un retorno.

1 Determinación del costo de un CMMS

El "*costo de un CMMS*" es relativamente fácil de calcular: es lo que se paga por el sistema y otros servicios. Esto incluye los costos de licencias, asistencia para la implementación, acuerdos de servicio y soporte y cualquier otra cosa necesaria para implementar el software como la capacitación del usuario.

No se debe olvidar el hardware y software adicionales que se deberían adquirir para admitir el CMMS si este es instalado en premisas o servidores propios (la utilización como SaaS puede resultar ser más conveniente, práctica y segura [4]). En ciertos casos (implementación en premisas) se debe tener en cuenta el costo de actualizaciones de sistemas operativos de ordenadores, dispositivos móviles y cualquier otra infraestructura.

2 Determinación del valor de un CMMS

Determinar el "*valor de un CMMS*" cuando no hay un sistema instalado puede parecer un desafío, pero se puede realizar. Es posible abordar este cálculo con un proceso de dos pasos. Primero, se deben conocer los costos de mantenimiento actuales y Segundo, se debe determinar cuánto ayudará a ahorrar el CMMS.

Áreas de costos de mantenimiento

La primera parte para determinar el ROI de un CMMS es calcular los *costos de mantenimiento*. Esta parte de la ecuación es fácil de encontrar, por lo que constituye un buen punto de partida (lo más probable es que los factores de costo ya sean evidentes). Algunos ejemplos de costos de administración de mantenimiento comunes incluyen:

- Generación, procesamiento y cierre de órdenes de trabajo.
- Gestión de inventario, incluidas las tarifas de entrega acelerada, pedidos en exceso y otros gastos generales.
- Auditorías.
- Generación de informes (costeo por actividades ABC [5]).

- Costos de mano de obra por exceso de personal, horas extraordinarias causadas por falta de personal.
- Órdenes de trabajo y solicitudes de servicio vencidas.
- Tiempo dedicado a tareas administrativas habituales.

Costos de mantenimiento aproximados

Organizaciones que cuenten con un sistema ERP [7] como SAP, ERP here, etc. para el seguimiento de información de sus procesos de forma integrada cuentan con información disponible. En caso de empresas que no poseen esta herramienta, es posible extraer los costos desde varias fuentes. Por ejemplo, el equipo de contabilidad puede proporcionar los costos generales de mantenimiento, mano de obra y materiales. El equipo de compras puede proporcionar datos de compras de inventario. Las órdenes de trabajo históricas se pueden usar para estimar costos asumiendo que el seguimiento de costos está implementado.

Si los costos monetarios no se calculan fácilmente, es posible adoptar una táctica diferente. Primeramente, se puede pensar en los costos en términos de tiempo y luego determinar un costo promedio para un período de tiempo. Se pueden realizar las siguientes preguntas:

- ¿Cuántas horas de mantenimiento de emergencia experimenta en una semana / mes / año?
- ¿Cuántas horas de tiempo de producción perdido promedian semanalmente / mensualmente / anualmente?
- ¿Cuánto tiempo se dedica a crear y cerrar órdenes de trabajo cada semana / mes / año?

Es importante asegurarse de calcular los costos del CMMS en función del mismo período de tiempo que se utiliza para el cálculo del ROI (usar los mismos intervalos de tiempo es importante para obtener resultados precisos). Por ejemplo, si se utiliza un período de tiempo anual, multiplicar los costos promedio mensuales por 12 (o los costos promedio semanales por 52) para determinar los costos promedio para todo el año.

Valor total de un CMMS

Para determinar el “*valor total de un CMMS*”, se deben calcular los costos y ahorros dentro de cada área de gestión de mantenimiento. El software CMMS tiene muchas características que crean valor al reducir los costos de administración de mantenimiento. Con el tiempo, este valor conducirá a un retorno significativo de la inversión en el sistema CMMS. Consideremos el siguiente ejemplo:

Una compañía X posee un activo de \$ 60,000 que tiene una vida útil esperada de 15 años. Esto equivale a un costo de \$ 4,000 por año para aprovechar el activo. Si el uso de un CMMS prolonga la vida útil del activo en 6 meses, la empresa ahorrará aproximadamente \$ 2,000 (\$ 129 ahorrados por año durante 15 años y medio).

A continuación, se muestran algunos valores promedio de la industria, en porcentaje de ahorros:

Generación, procesamiento y cierre de órdenes de trabajo

La capacidad de crear, procesar y cerrar automáticamente órdenes de trabajo en lugar de utilizar lá-

piz y papel o una hoja de cálculo puede ahorrar fácilmente hasta un 50%. El tiempo liberado se puede utilizar para realizar otras tareas de mantenimiento o para reducir costos generales de mano de obra de mantenimiento.

Gestión de inventarios

Para completar o cumplir con las órdenes de trabajo, se necesitan piezas y suministros. Con un CMMS se podrá optimizar la gestión de inventarios, posibilitando un ahorro de hasta un 50% en exceso de inventarios.

Compras y gastos de envíos urgentes

Un software de gestión de mantenimiento permite realizar un seguimiento de los recuentos de inventario en tiempo real, así como enviar notificaciones por correo electrónico cuando las piezas deben volver a solicitarse.

Auditorías de condición

Numerosos costos están asociados con las auditorías del estado de un activo en sitio. Estos pueden incluir la tarifa por hora por el tiempo del contratista, análisis de datos y tarifas de informes, y otros como tarifas adicionales según el tamaño de la instalación, el alcance de la auditoría y el volumen de documentación que debe crearse. Con un software de gestión de mantenimiento, las auditorías serán más rápidas, fáciles y posiblemente menos frecuentes, lo que permitirá ahorrar hasta un 80%.

Un CMMS mantiene registros detallados de los activos para poder verificar fácilmente la información

relacionada con el estado de estos. También, poder encontrar patrones en las reparaciones recurrentes que ayudaran a tomar mejores decisiones sobre el mantenimiento o la sustitución de activos, reduciendo el tiempo de inactividad y solucionando averías más rápidamente. Todo esto mejora la vida útil e incrementa la fiabilidad de los activos.

Generación de informes

La información puede ser recopilada mediante la generación de informes que reducen el costo hasta un 50% gracias a la capacidad de informes automatizados. Los paneles de control que se actualizan automáticamente muestran KPI (indicadores clave de rendimiento), junto con notificaciones y alertas que brindan información sobre el estado de los trabajos de mantenimiento.

Los informes, cuadros y gráficos de mantenimiento integrados cubren todos los aspectos de las operaciones de mantenimiento. Los informes pueden ser modificados para satisfacer necesidades a medida que surgen cambios o innovaciones y los conjuntos de datos definidos por el usuario se pueden filtrar y clasificar.

A continuación, se muestra un cálculo cubriendo un periodo de 5 años:

$ROI = (\$ 32\ 000 - \$ 14\ 000) / \$ 14\ 000 = 1,29$. En este ejemplo, el CMMS muestra un rendimiento de 1,29 (29%), ¡una gran inversión!

Con todos estos ahorros, la inversión en un CMMS se amortizará en un período de tiempo relativamente corto.

3 Determinación del período de recuperación

Conocer el ROI de un CMMS es una cosa, pero los ejecutivos corporativos necesitan saber qué tan pronto se puede lograr ese retorno. Este período de tiempo se conoce como período en el que se recuperará la inversión inicial. Para calcular el período de recuperación, se divide el costo del CMMS entre los ahorros de costos por período de tiempo, es decir:

$$\text{PERIODO DE RECUPERACION} = \frac{\text{COSTO DEL CMMS}}{\text{AHORRO EN COSTOS}}$$

Por ejemplo, una organización estima que una solución CMMS costará \$ 3,000, pero potencialmente ahorrará \$ 5,000 en el primer año. El período de recuperación será de poco más de 7 meses (0,6 años).

7 CONCLUSIONES

La solución para reducir el tiempo de inactividad es a través de programas de mantenimiento preventivo y predictivo. Existen muchos beneficios de eficiencia y ciclo de vida al implementar y utilizar software de sistema de gestión de mantenimiento computarizado CMMS, este hecho, en general, permite a los equipos alinear sus prácticas y actividades de mantenimiento con otros departamentos y objetivos comerciales. Cuando se cuenta con un sistema que permite el intercambio de datos entre departamentos, el trabajo de todos se vuelve más eficiente. Por otro lado, se asegura que los procedimientos ejecutados por un personal con mayor o menor experiencia sean similares.

Hoy en día, no contar con el apoyo de una plataforma de administración de mantenimiento de activos computarizada CMMS, restará productividad a las organizaciones, así como competitividad.

