



Componente formativo

Gestión del mantenimiento de productos electrónicos

Breve descripción:

En este componente formativo, se tratan conceptos relacionados con el mantenimiento y posterior documentación de productos electrónicos. Se tratan temas como los tipos de mantenimiento y los costos asociados, así como la gestión de la hoja de vida del equipo.

Área ocupacional:

Procesamiento, fabricación y ensamble

Junio 2023

Tabla de contenido

Introducción.....	3
1. La función de mantenimiento	4
1.1. Tipos de mantenimiento.....	5
1.2. Costos y presupuesto de mantenimiento.....	13
1.3. Costos y presupuesto de mantenimiento.....	15
2. Gestión de los recursos	22
2.1. Calidad del mantenimiento	24
2.2. Gestión de la información	26
2.3. Gestión del cambio	28
3. Documentación del mantenimiento	32
3.1. Gestión de la información	35
3.2. Gestión de la información	36
3.3. Órdenes de servicio	37
Síntesis	40
Material complementario	42
Glosario.....	43
Referencias bibliográficas	44
Créditos.....	45

Introducción

El mantenimiento en un equipo es un proceso de gran relevancia para su vida útil. En el siguiente video, se explicará un poco más sobre este aspecto, el cual se desarrollará a lo largo del componente.

Video 1. Gestión del mantenimiento de productos electrónicos.



[Enlace de reproducción del video](#)

Síntesis del video: Gestión del mantenimiento de productos electrónicos.

El mantenimiento de productos electrónicos tiene como principal objetivo prevenir fallas en equipos y que las deficiencias que se encuentren afecten lo menos posible en la producción final de una empresa.

Ningún equipo está exento de tener fallas y anormalidades, y a medida que se van presentando, es necesario darle la atención requerida, aunque muchas veces esta se hace después de un periodo de trabajo determinado, siendo ya un aspecto correctivo y no preventivo.

1. La función de mantenimiento

Cuando se habla de mantenimiento, se hace referencia a algo que ya fue fabricado y que muy probablemente esté en uso.

“Mantenimiento: (...) 2. m. Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que instalaciones, edificios, industrias, etc., puedan seguir funcionando adecuadamente”. (Real Academia Española, 2020).

El mantenimiento debe estar enfocado en prevenir una falla en un equipo o un proceso. Por ello, la importancia de identificar las características del mismo o del sistema y enfocar el mantenimiento en prevenir aquellas fallas que, por la naturaleza del equipo, se pueden predecir.

Mantenimiento a redes de comunicaciones

La principal función del mantenimiento es evitar que un equipo o un sistema completo deje de funcionar por una falla presentada en algún elemento; y si esta se presenta, corregirla en el menor tiempo posible.

También se puede decir que un buen programa de mantenimiento busca, dentro de otras acciones, las siguientes:

Figura 1. Propósitos de un mantenimiento.



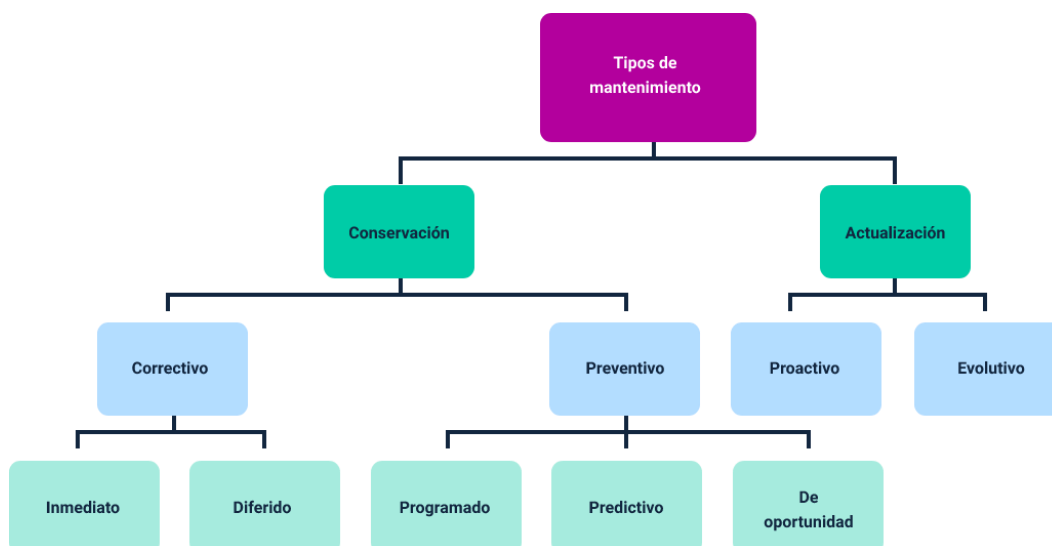
- a. Conservar los bienes productivos en condiciones seguras.
- b. Disminuir la gravedad de las fallas que no se pueden evitar.
- c. Evitar accidentes.
- d. Aumentar la vida útil de los equipos.
- e. Evitar detenciones inútiles de equipos.
- f. Mantener condiciones seguras dentro del área de operación.
- g. Disminuir los costos.

Las empresas invierten grandes recursos en el mantenimiento de maquinaria, porque la compensación puede ser grande. Una parada de una máquina en una línea productiva, por varios días, puede significar pérdidas enormes, las cuales se pueden evitar con un buen plan de mantenimiento.

1.1. Tipos de mantenimiento

El mantenimiento de mayor implementación, y al que se le debe dar prioridad en cualquier ambiente, es el preventivo, debido a que evita, en gran medida, que se presenten los demás. A medida que evolucionan estas prácticas, se derivan otras definiciones para los tipos de mantenimiento. La siguiente figura presenta los tipos más usados, incluyendo los que han evolucionado con las últimas tecnologías.

Figura 2. Tipos de mantenimiento.



Tipos de mantenimiento

1. Conservación

Mantenimiento correctivo

Se trata de un mantenimiento no planificado, originado por una falla de los elementos que conforman el equipo, la cual puede ser el resultado de la falta de supervisión del rendimiento del equipo, dando origen a un alto de la productividad si no se cuenta con sistemas redundantes.

Casi siempre, genera caos, ya que, al proceder a repararlo, siempre es de emergencia y requiere del desarme parcial o total.

a. Mantenimiento Correctivo - Inmediato

Este se da cuando se cuenta con lo necesario para su reparación.

b. Mantenimiento Correctivo - Diferido

Sucede cuando se requiere de la compra de repuestos o importación de algunos elementos.

Mantenimiento preventivo

Este tipo de mantenimiento está destinado a evitar que sucedan fallas que lleven al correctivo. Se trata de un plan para anticiparse a los problemas por el uso continuo. Son una serie de acciones, entre ellas, la revisión permanente, para poder evitar que con el tiempo y el uso se presenten desgastes de componentes y terminen llevando al equipo a una falla inminente.

Entre las señales que se deben tener en cuenta para la realización de este tipo de mantenimiento, se presentan las siguientes:

1. Vibraciones.
2. Sonidos poco comunes.

3. Temperatura fuera de parámetros.

4. Niveles de magnitudes eléctricas fuera de parámetros normales.

a. Mantenimiento preventivo - Programado

Con un buen plan de mantenimiento predictivo, se puede asegurar ahorro en las reparaciones graves de los equipos y se pueden evitar las complicaciones como consecuencia de una falla grave. A este tipo de mantenimiento se le conoce como mantenimiento preventivo programado.

b. Mantenimiento preventivo - Predictivo

Busca anticipar fallos causados por elementos que están al final de su vida útil, tal es el caso de los *toners* de impresoras, que se puede determinar con buena precisión cuándo se van a agotar y, por tanto, se puede tener un stock y realizar el cambio antes de que se agote y se genere un paro innecesario en una línea.

c. Mantenimiento preventivo – De oportunidad

Este aprovecha las paradas o periodos de inactividad de los equipos para realizar tareas de mantenimiento. Se hacen revisiones especiales, si es necesario, algunas reparaciones, para evitar paros en el futuro.

2. Actualización

Mantenimiento proactivo

Existe otra definición para mantenimiento y viene a ser una mezcla del preventivo y el correctivo. Este se denomina Mantenimiento proactivo, pues se especializa en detectar la raíz de fallas o averías que esté presentando el equipo de manera recurrente para solucionarlas de forma definitiva. Por lo tanto, este tipo de mantenimiento no ataca los efectos, sino las causas reales de los problemas presentados. Es necesario un buen diagnóstico para poder atacar la raíz del problema.

Mantenimiento evolutivo

Las nuevas tecnologías trajeron consigo nuevas definiciones para los tipos de mantenimiento, así es como surge el Mantenimiento evolutivo, el cual no tiene como finalidad la corrección de fallas; se hace para realizar una actualización de los componentes o módulos que tienen versiones mejoradas en el mercado. Este tipo de mantenimiento es de gran importancia, sobre todo porque la tecnología evoluciona de manera constante, lo que trae como consecuencia que los dispositivos, sobre todo los basados en sistemas de cómputo, queden obsoletos muy rápidamente.

Para establecer un plan de mantenimiento, son necesarias una serie de tareas, con el fin de cumplir unos objetivos de disponibilidad, confiabilidad y costos. Todos ellos con un objetivo bien claro: aumentar al máximo la vida útil de los equipos. Se necesitan implementar unos protocolos de mantenimiento por tipo de equipo; es posible que, dependiendo de la línea del mismo, se necesiten planes de mantenimiento diferentes; para esto, es necesario tener en cuenta las siguientes recomendaciones.

Figura 3. Recomendaciones.

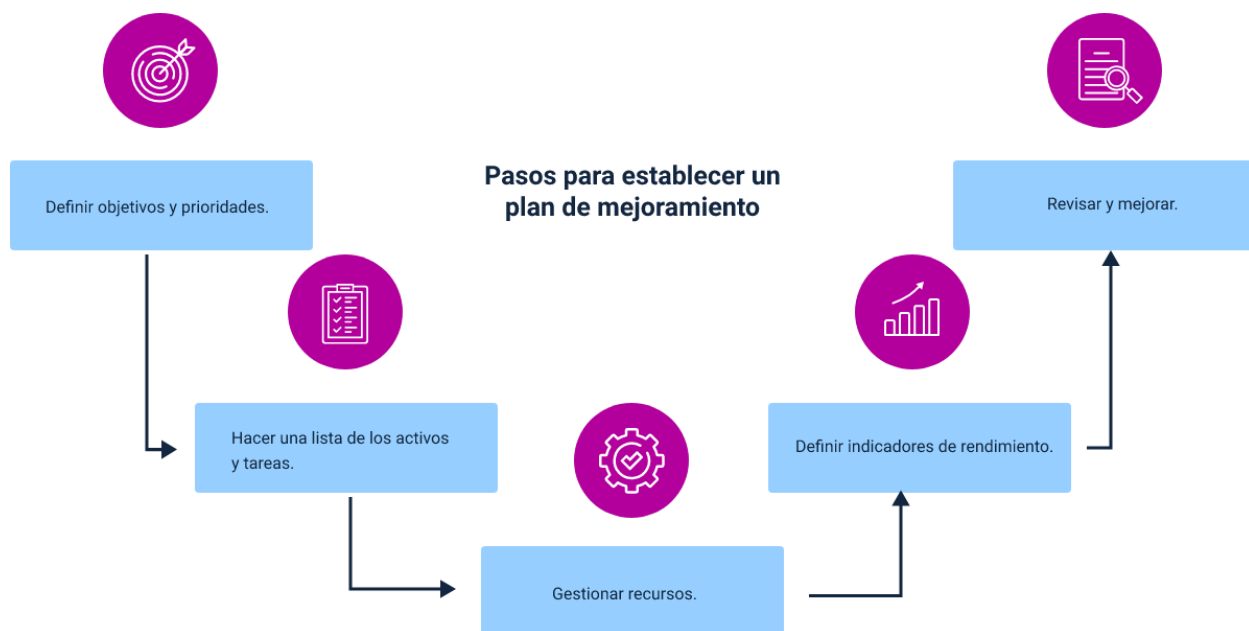


- Seguir las instrucciones de los fabricantes.
- Guiarse por los protocolos de mantenimiento de cada equipo.
- Realizar el análisis de fallos potenciales que se pueden presentar.

- d. Las actividades rutinarias que se realizan y que normalmente las lleva a cabo el equipo de operación.
- e. Las actividades programadas que se realizan a lo largo del año.
- f. Las actividades que se realizan durante las paradas programadas; en estas actividades, es donde se pueden implementar tareas de mantenimiento preventivo y predictivo y que muchas veces pueden llevar a uno correctivo.

Ahora, un plan de mantenimiento puede implementarse atendiendo los pasos que se muestran en la siguiente figura.

Figura 4. Pasos para un plan de mejoramiento.



Pasos para establecer un plan de mejoramiento

Definir objetivos y prioridades.

Hacer una lista de los activos y tareas.

Revisar y mejorar.

Definir indicadores de rendimiento.

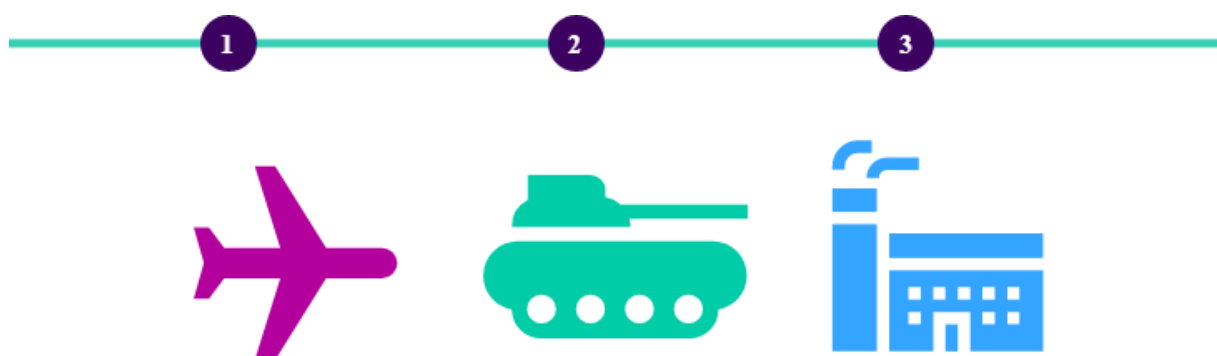
Gestionar recursos.

Otra ventaja de hacer un buen mantenimiento es que se reducen los riesgos de accidentalidad, pues equipos en mal estado son frecuentemente causal de muchos accidentes.

Adicionalmente, es necesario aclarar que, por sus características, a los equipos electrónicos no se les puede implementar un plan de mantenimiento sistemático, solo aquel que lleva a limpieza y prevención; estos equipos fallan sin avisar y se debe centrar en los factores de esas posibles deficiencias: temperatura, humedad, suciedad, vibración, fuentes de alimentación salidas de parámetros, puesta a tierra, entre otros.

La puesta a tierra (pararrayo) es muy importante, ya que un rayo en un equipo electrónico puede ser catastrófico. En muchos casos es necesario reemplazar el sistema electrónico completo.

Figura 5. Plan RCM.



Esta técnica inicialmente fue implementada en aviación posteriormente, fue llevada al campo militar, y por sus excelentes resultados, fue implementada también en el campo industrial.

El objetivo fundamental es aumentar la confiabilidad de los equipos en el sistema, es decir, disminuir el tiempo de parada de una línea de producción por averías imprevistas.

También se destacan otros objetivos igualmente importantes: aumentar la disponibilidad, es decir, la proporción del tiempo que los equipos están en disposición y disminuir, al mismo tiempo, los costos por mantenimiento.

Y el análisis de los posibles fallos de una línea de producción, según esta metodología, aporta una serie de resultados, como también una serie de acciones que llevan a evitarlos. A continuación, se presentan algunos de ellos.

1. Resultados

El análisis de los posibles fallos de una línea de producción, según esta metodología, aporta una serie de resultados, dentro de ellos, están:

- a. Mejora el aprendizaje del funcionamiento de los equipos.
- b. Analiza todas las posibilidades de falla de un equipo y se pueden implementar mecanismos que tratan de evitarlos, ya sean producidos por el funcionamiento propio del equipo o por acciones de los operadores.
- c. Se pueden implementar una serie de acciones que permiten garantizar una alta disponibilidad del equipo.

2. Acciones

Se pueden implementar una serie de acciones que lleven a evitar los fallos:

- a. Determinar tareas de mantenimiento que eviten o reduzcan los fallos.
- b. Mejorar y modificar montajes de los equipos.
- c. Reducir los efectos de los fallos.
- d. Definir el stock de repuestos que es necesario para los equipos.
- e. Procedimientos operativos.
- f. Planes de capacitación.

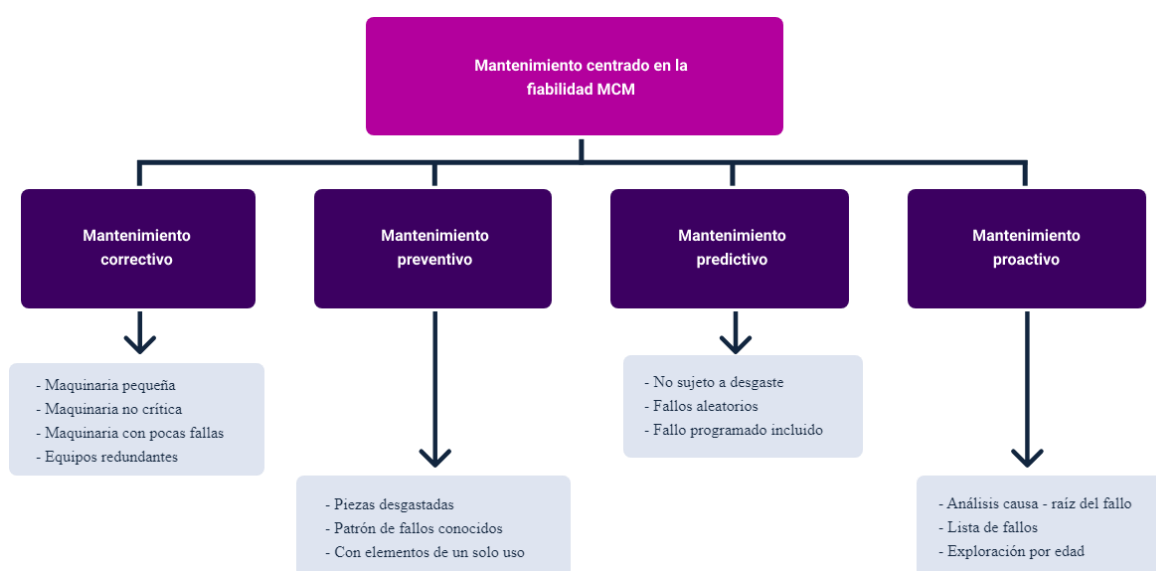
3. RCM

Está basado en descubrir todos los posibles fallos potenciales que puede tener un equipo, identificar las causas que los provocan e implementar una serie de medidas preventivas para evitar que esos fallos se produzcan. Para poner en marcha este proceso, es necesario plantear una serie de preguntas y estas deben quedar resueltas:

- ¿Cómo es el comportamiento de cada equipo?
- ¿Cuáles son los estándares de funcionamiento en cada sistema?
- ¿Qué causa cada fallo?
- ¿Qué consecuencias trae cada fallo?
- ¿Qué parámetros medidos alertan de un fallo?
- ¿Cómo pueden evitarse estos fallos?
- ¿Qué debe hacerse si no se puede evitar un fallo?

La respuesta a las anteriores preguntas conduce a identificar los fallos potenciales, las causas y las medidas preventivas que tendrán que adoptarse.

Figura 6. MCM.



Mantenimiento centrado en la fiabilidad MCM

1. Mantenimiento correctivo

- a. Maquinaria pequeña.
- b. Maquinaria no crítica.
- c. Maquinaria con pocas fallas.
- d. Equipos redundantes.

2. Mantenimiento preventivo.

- a. Piezas desgastadas.
- b. Patrón de fallos conocidos.
- c. Con elementos de un solo uso.

3. Mantenimiento predictivo.

- a. No sujeto a desgaste.
- b. Fallos aleatorios.
- c. Fallo programado incluido.

4. Mantenimiento proactivo.

- a. Análisis causa - raíz del fallo.
- b. Lista de fallos.
- c. Exploración por edad.

1.2. Costos y presupuesto de mantenimiento

El cálculo de los costos de mantenimiento es una labor que se basa en predicciones, por lo tanto, no es fácil realizarla. Existe una fórmula matemática para establecer un costo general. Aquí, el problema se basa en que los equipos electrónicos, por sus características,

no encajan en esta fórmula, a menos que hagan parte de otro sistema general; es decir, como un sistema de control de una máquina en especial.

La fórmula matemática establece que los costos de mantenimiento son un 3 % del costo por reposición, es decir, que el mantenimiento de una máquina o un sistema cuesta el tres por ciento de lo que costaría reemplazarla por una nueva:

$$C_m = 0.03 * C_r$$

En estos costos, hay partes que no varían, año a año son las mismas: la mano de obra, reparaciones programadas y materiales de consumo, pero existen otras que resultan impredecibles, tales como: fallas en equipos electrónicos, fallas por error humano, en fin. Todos esos accidentes, que, por su naturaleza, no se pueden anticipar, resultan en daños en los equipos.

Existen otros aspectos que se deben tener en cuenta a la hora de establecer costos para el plan de mantenimiento, y son aquellas máquinas cuyo mantenimiento es programado. El periodo de este es mayor a un año. No es posible establecer un costo anual para estos casos, por lo que se debe idear una estrategia para repartirlos en los periodos del mismo. A continuación, se presentan los pasos para establecer un plan de mantenimiento.

Figura 7. Pasos para establecer un plan de mantenimiento.



Pasos para proyectar costos de mantenimiento

- a. Medir bien.
- b. Establecer alcances.
- c. Ajustar valores.
- d. Recortar gastos innecesarios.
- e. Ajustar valores globales.
- f. Definir el presupuesto.

Siempre hay que tener en cuenta, al establecer un presupuesto de mantenimiento, los costos iniciales de implementación, aquellos que implican la compra inicial de herramientas, stock de repuestos, capacitación del personal, entre otros. Estos costos no son repetitivos, y si se vuelven a dar, es en menor cuantía, es decir, solo tendría que tenerse en cuenta la actualización y el mantenimiento de las mismas herramientas que lo requieran.

Estos aspectos son relevantes a la hora de establecer costos anuales por mantenimiento. Si estos costos son más elevados de lo que realmente se quería, se afecta la contabilidad de la empresa y su destinación. En cambio, si están por debajo de lo que realmente se necesitaba y no se cuenta con los recursos suficientes, existe la posibilidad de que se presenten fallas por falta de mantenimiento, se disminuye la vida útil de los equipos, lo que, a su vez y a la larga, resulta catastrófico para las necesidades de la empresa.

Todo lo anterior quiere decir, en otras palabras, que se necesita de una muy buena planeación para determinar los costos de mantenimiento en cualquier empresa.

1.3. Costos y presupuesto de mantenimiento

El listado de repuestos necesarios para ejecutar un plan de mantenimiento es una práctica que requiere de mucha atención. Frecuentemente, y con el objetivo de garantizar el cumplimiento de los planes, se cae en altas inversiones al comprar repuestos y materiales consumibles, muchas veces innecesarios, lo que lleva a la generación de altos costos operativos. Esto se hace más evidente a medida que los equipos envejecen y el

mantenimiento se hace más recurrente. Esta mala práctica puede afectar, dentro de otros aspectos, los siguientes.

Figura 8. Aspectos afectados.



- La disponibilidad, confiabilidad.
- Paros prolongados de equipos por falta de repuestos no tenidos en cuenta.
- Reprogramación de los planes de mantenimiento.
- Capital humano desperdiciado o en tareas no asignadas.
- Costos altos del inventario, y este permanece inactivo mientras que estos recursos podrían usarse como otros rubros donde resulten más rentables.

Este método se basa en la estadística y puede determinar, en buen nivel, el stock de partes, repuestos y material de consumo requeridos para que los equipos cumplan con su función dentro de los niveles deseables.

Al aplicar esta metodología, se debe responder a las siguientes preguntas:

- ¿Qué repuestos deben ser solicitados?
- ¿Qué cantidad de cada parte se debe solicitar?
- ¿En qué momento se debe realizar el pedido?

Cada respuesta lleva a encontrar la mejor manera de ejecutar de forma eficiente el mantenimiento en el momento oportuno, disminuyendo los costos por equipos parados, así como también los costos de inventarios de partes y repuestos no utilizados.

Existen algunas metodologías complementarias que ayudan en la gestión de los listados de partes disponibles en el inventario, algunas de ellas son:

Análisis ABC

Este método categoriza el inventario concentrando esfuerzos y recursos en los artículos que son más importantes para los equipos; está basado en la observación empírica y determina que una pequeña fracción de artículos representa una parte importante de la empresa.

RCS

RCS (*Reliability Centred Spares*, o Repuestos Centrados en la Confiabilidad, en español)

Se determina el nivel de stock de repuestos con base en la vida útil de los mismos, estableciendo los costos y los requisitos de los equipos y las operaciones de mantenimiento. Este método se basa directamente en la metodología del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC).

Método de Montecarlo

Más que un método, es una simulación inventada en un casino del principado de Mónaco. Esta simulación utiliza un método estadístico para resolver problemas matemáticos complejos a través de la generación de variables aleatorias. Es una técnica de muestreo. Se emplea para operar numéricamente sistemas complejos de tipo aleatorio, se combinan conceptos estadísticos con la capacidad de los sistemas de cómputo para generar números aleatorios y cálculos de manera autónoma. Se puede programar un algoritmo para generar los números aleatorios que posteriormente se utilizarán en una distribución normal y así obtener la demanda anual del producto.

Método de niveles de máximos y mínimos

Al aplicar esta técnica, se establecen niveles máximos y mínimos de inventario, fijando un periodo de revisión. La orden de pedido corresponde a la diferencia entre la Existencia Máxima calculada y las Existencias Actuales de inventario. Algunos softwares de gestión de inventarios emplean la técnica de máximos y mínimos haciendo un cálculo del punto de revisión y solicitando automáticamente las órdenes de compra correspondientes con las cantidades necesarias. Para lograr esto, se aplican las siguientes fórmulas:

$$Emn = Cmn * Tr$$

Donde:

Emn: existencia mínima (inventario de seguridad).

Cmn: consumo mínimo diario

Tr: tiempo de reposición de inventario (en días)

$$Pp = (Cp * Tr) + Emn$$

Donde:

Pp: punto de pedido.

Cp: consumo medio diario

$$Emx = (Cmx * Tr) + Emn$$

Donde:

Emx: existencia máxima

Cmx: consumo máximo diario

$$CP = Emx - E$$

CP: cantidad de pedido

E: existencia actual

Análisis ABC

El modelo EOQ (Cantidad Económica de Pedido, en español) está basado en determinar el punto en el que los costos de pedido sean iguales a los costos de mantenimiento, para así determinar el nivel de existencia en inventario y la cantidad ideal para realizar un pedido.

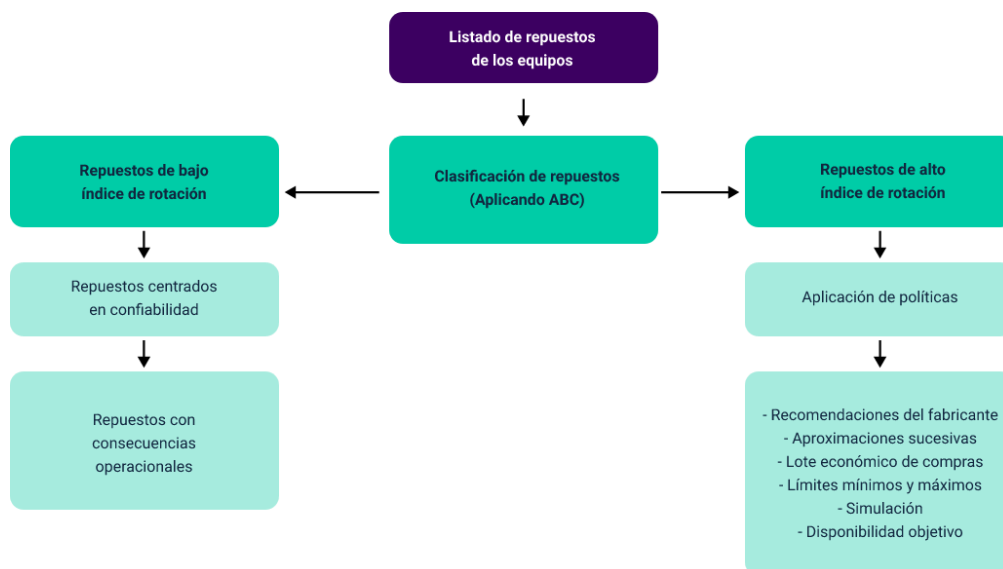
Está basado en 3 puntos claves:

1. Que la demanda sea constante, por lo cual se conocen sus resultados con anterioridad.
2. Que la frecuencia de uso del inventario no cambia con el paso del tiempo.
3. Que los pedidos se reciben en el mismo momento en que los inventarios se agotan.

Este método no tiene mucha aplicación en inventario de repuestos para equipos electrónicos por lo difícil de predecir las fallas graves.

Y la secuencia para obtener un listado de repuesto es:

Figura 9. Secuencia para obtener un listado de repuestos.



Listado de repuestos de los equipos

Clasificación de repuestos (Aplicando ABC)

1. Repuestos de bajo índice de rotación
 - a. Repuestos centrados en confiabilidad
 - b. Repuestos con consecuencias operacionales
2. Repuestos de alto índice de rotación

- a. Aplicación de políticas

Recomendaciones del fabricante.

Aproximaciones sucesivas

Lote económico de compras

Limites mínimos y máximos

Simulación

Disponibilidad objetivo

En la elaboración de listado de repuestos para equipos electrónicos, es de suma importancia la clasificación de los elementos que se van a utilizar. Los componentes electrónicos generalmente tienen una vida útil extensa. Aunque en algunos casos se puede predecir una posible falla, la mayoría solo lo hace cuando interactúa sobre ellos una fuerza externa no predecible y casi siempre provocada, por ejemplo, una sobrecorriente en el sistema de alimentación o una sobrecarga producida por un fenómeno atmosférico como un rayo. De ahí, la importancia de mantenerlos en el inventario.

Figura 10. Repuestos más usados en un stock.

La mayoría de los repuestos que se mantienen en stock corresponden a los módulos primarios o fuentes de poder, y están limitados a la parte de protección, tal es el caso de los fusibles, varistores, puentes rectificadores y capacitores.



La disponibilidad de recursos en el almacén es crucial para el buen funcionamiento de los equipos electrónicos. Estos repuestos almacenados, por sí solos, no representan ningún ingreso para la empresa, lo que repercute en que no sea tema de prioridad para la parte gerencial. De ahí, la importancia de una buena gestión de estos componentes, teniendo en cuenta los métodos de listados de repuestos.

Es importante distinguir entre las piezas y componentes. Una pieza tiende a sufrir más desgaste y, por lo tanto, es más susceptible de ser reemplazada después de un tiempo de uso. A continuación, se exponen algunos elementos que se pueden mantener en stock.

Componentes electrónicos de uso común

Resistores de $1K\Omega$, 220Ω , 330Ω , $10K\Omega$, $100K\Omega$, 100Ω , 2.2Ω (resistor fusible).

Varistores para red de 110V y 220V.

Capacitores de $10\mu F$, $100\mu F$, $1000\mu F$, $3300\mu F$, $0.1\mu F$, $0.01\mu F$.

Piezas de uso común

En cuanto a las piezas, es necesario aplicar una de las técnicas para establecer el listado de componentes dependiendo de la naturaleza de estas. A manera de ejemplo, se puede mencionar el caso de los electrodos utilizados en la medición de humedad, vibración, temperatura, antenas extraíbles, audífonos.

Componentes de consumo

Existen componentes electrónicos que, por sus características, se pueden convertir en consumo, pero determinar su necesidad y cantidad disponible en almacén hace parte del plan de mantenimiento; tal es el caso de los toner de impresoras láser existentes en muchas líneas de producción, sobre todo de empaquetado.

También entran en esta categoría las baterías de respaldo, los medios de almacenamiento y aquellos componentes que, debido al uso continuo, sufren de desgaste.

Una gestión óptima de los componentes electrónicos que se deben mantener en inventario es clave para el éxito de cualquier desarrollo de un plan de mantenimiento. Una mala planeación en la adquisición de elementos de repuesto y piezas puede llevar a un almacenamiento con altos costos y con tiempos de inactividad de equipos que pueden resultar costosos.

Estos elementos deben estar disponibles cuando se necesiten, pero tampoco se deben adquirir de forma desmedida, aquí es donde resulta necesario apoyarse en los softwares para gestión del mantenimiento.

2. Gestión de los recursos

El recurso humano es una parte clave en la gestión del mantenimiento. Es un gasto fijo, por lo que incluirlo en el plan de costos no es un problema. A este le corresponde aproximadamente $\frac{1}{4}$ del costo total del mantenimiento. En la mayoría de las empresas, la contratación de este personal pocas veces es decidida por la parte técnica, casi siempre lo decide la parte financiera apoyada por el departamento de recursos humanos.

Lo ideal es definir el personal técnico en el mismo plan de mantenimiento, determinando:

- a. El número de personas que se necesitan para cumplir a cabalidad lo planeado.
- b. Calcular la carga de trabajo y la velocidad de respuesta en caso de avería.
- c. Las especialidades con que se va a contar en la ejecución del mantenimiento.

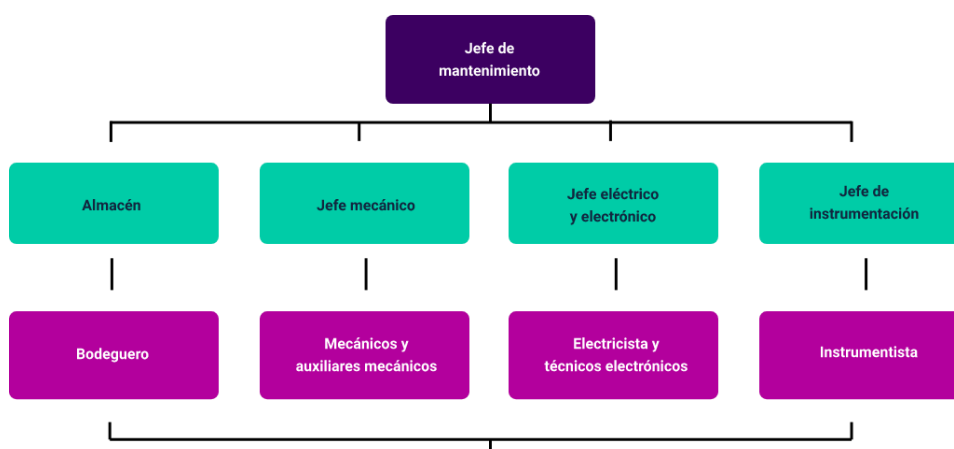
- d. Si se realiza un mantenimiento con la ayuda de una empresa externa o con el personal habitual.

Teniendo todo esto en cuenta, se debe realizar un organigrama del departamento de mantenimiento con una estructura parecida a la establecida en la siguiente figura.

La responsabilidad directa de la oficina de mantenimiento siempre recae sobre el Jefe de Mantenimiento. De ella depende directamente del director general. Tiene, entre otras, las siguientes funciones:

- a. El número de personas que se necesitan para cumplir a cabalidad lo planeado.
- b. Calcular la carga de trabajo y la velocidad de respuesta en caso de avería.
- c. Las especialidades con que se va a contar en la ejecución del mantenimiento.
- d. Si se realiza un mantenimiento con la ayuda de una empresa externa o con el personal habitual.

Figura 11. Organigrama de un departamento de mantenimiento.



Jefe de mantenimiento

1. Almacén
 - a. Bodeguero
2. Jefe mecánico
 - a. Mecánicos y auxiliares mecánicos

- 3. Jefe eléctrico y electrónico
 - a. Electricista y técnicos electrónicos
- 4. Jefe de instrumentación
 - a. Instrumentista

A cada departamento dependiente del jefe le son asignadas las tareas de acuerdo con el plan de mantenimiento. Existen algunos casos donde son asignadas una serie de responsabilidades tendientes a mejorar el plan de mantenimiento, como la implementación de cargos para introducir datos en el software en el que se registra la actividad en el departamento.

Para el caso de la gestión electrónica, es una actividad secundaria, pero de mucha importancia en una empresa; si bien la responsabilidad directa recae sobre el jefe de mantenimiento, es el jefe electrónico el encargado de administrar los recursos para su área. Este cargo debe ser de un profesional en ingeniería electrónica, eléctrica o afines; debe definir cuántos técnicos necesita para cumplir sus tareas, pero esos requerimientos deben ser escalados al jefe de mantenimiento y este, a su vez, al personal de recursos humanos.

La propuesta del personal de mantenimiento dependerá de los objetivos a mediano y largo plazo de la planta y de que los cargos gerenciales tengan en cuenta criterios técnicos, sin enfocarse tanto en lo económico, y definir bien el organigrama del departamento de mantenimiento.

2.1. Calidad del mantenimiento

Se enfoca en lograr que los equipos no presenten ninguna falla, y si sucede, resolverla en el menor tiempo posible. La calidad se centra en el control de los equipos, en los operadores y los repuestos necesarios, eliminando cualquier aspecto que pueda provocar una falla.

Para tener una buena calidad del mantenimiento, deben darse ciertas condiciones. Se hace necesario recurrir al TPM (*Total Productive Maintenance*, o Mantenimiento

Productivo Total, en español). Esta estrategia busca, además, tener cero accidentes; es muy ambiciosa y está centrada en 6 pilares.

1. Enfoque en las mejoras

Se debe tener claro el concepto de mejora continua, pues es la base de este pilar.

2. Gestión de calidad

La gestión de la calidad se basa, más que todo, en la implementación de procesos que lleven a detectar fallos. Se recomienda aplicar herramientas de análisis de los problemas raíces para encontrar el origen de los principales fallos. Es decir, este pilar está basado en el mantenimiento proactivo.

3. Mantenimiento planificado

Esta es la mejor manera de evitar paradas no planificadas. Por estar programado, el equipo solo se detiene en horas que no influyen con la producción normal.

4. Autonomía

Cada persona tiene la autonomía para cuidar de la limpieza, la inspección y el mantenimiento de los equipos con los que labora. Esto es el equivalente a un mantenimiento preventivo; hace que los técnicos se ocupen sólo de tareas avanzadas.

5. Gestión de nuevos equipos

Este pilar está relacionado con el mantenimiento de actualización. A medida que la tecnología evoluciona, un equipo nuevo puede ser la solución a muchas fallas que presentan equipos viejos y de uso avanzado.

6. Higiene y seguridad en el trabajo

Uno de los objetivos de esta técnica es reducir los accidentes de trabajo: cero accidentes, cero contaminaciones y cero trabajadores desmotivados y frustrados. Aquí también se busca el bienestar de todos los trabajadores.

Para garantizar la calidad en mantenimiento es necesario realizar mediciones y verificar que los equipos tengan cero defectos. Asimismo, se asegura que cada elemento y pieza funcione correctamente.

Es necesario implementar un software de gestión del mantenimiento para tener éxito en la implementación de un sistema de calidad.

2.2. Gestión de la información

La información es un tema muy delicado en cualquier empresa, existen datos que son de alta confidencialidad para estas y muchos de ellos pueden estar relacionados con el mantenimiento. En la planeación y ejecución del mantenimiento, se genera gran cantidad de información que es necesario gestionar, estos datos son utilizados para la toma de decisiones. Dentro de los más importantes, se encuentran:

Ordenes de trabajo

Este es uno de los principales documentos generados en el departamento de mantenimiento. En este se le indica al técnico el equipo al que se le hará un mantenimiento preventivo o correctivo, se describe claramente lo que se quiere hacer y se incluyen datos que puedan ser de utilidad para la realización del trabajo.

Esta orden debe ser archivada y servirá para calcular todo tipo de indicadores y también para saber qué intervenciones ha sufrido un equipo.

Informes de mantenimiento

De la orden de trabajo, el técnico genera un informe preliminar, donde se indican la intervención efectuada, los resultados obtenidos, los materiales utilizados y el tiempo empleado.

Esta información se debe archivar, ya que resulta de gran utilidad para calcular indicadores, saber qué intervenciones ha sufrido un equipo, tiempo de trabajo de un técnico, cómo se intervino ante un problema presentado y cómo actuar si volviera a suceder; toda esta información constituye el informe de mantenimiento.

Informes de daños

Estos informes son necesarios cuando ocurre una falla que afecta la producción o resulta en una solución costosa. En este informe, se deben identificar las causas de la falla, las medidas correctivas aplicadas y las posibles medidas preventivas para evitar que vuelva a ocurrir.

Órdenes de compra

Este es un documento muy importante, ya que funciona como un texto legal. Sirve para clientes y proveedores. Allí se presenta información detallada de lo que se pretende adquirir. En el departamento de mantenimiento, se entrega información sobre los pedidos realizados y los costos de elementos y de un equipo.

Orden de trabajo

Imagen 1. Ejemplo de un formato de una orden de trabajo.

Orden de trabajo		Pantógrafo: PT-006. Ref. 24.11.000035				
Procedencia: Coche M-1674				Fecha de entrada: 22-04-2011		
N° : 6523/2011		Observaciones :				
PROC.	FECHA	OPERACIÓN A EFECTUAR	Técnico	Refer.	V° B°	Control
Comentarios			Revisado por:		Aprobado por:	
Firma:			Firma:		Firma:	

2.3. Gestión del cambio

Por naturaleza, el ser humano se resiste al cambio, sobre todo si el sentir es que las cosas funcionan bien como están. Esto es a lo que se le conoce como zona de confort; hay problemas, pero estos se solucionan, les cuesta salir de ese estado. Se debe implementar un plan para gestionar el cambio, sobre todo para influir en el personal que presenta resistencia al mismo. Este plan consiste en un sistema que permite la transición de un estado presente a un estado futuro deseado. La siguiente figura representa lo anteriormente expuesto.

Figura 12. Resistencia al cambio.



Nota. Tomada de IHMC (2011).

¿Y para que se puede usar esto?

No sabemos, lo que hacemos es investigación básica.

Qué bonito, nosotros nos matamos empujando piedras y arrastrando animales salvajes, mientras los señores se entretienen haciendo cosas que no sirven para nada.

"Cuando el ritmo de cambios dentro de la empresa es superado por el ritmo de cambios fuera, el final está cerca". (Jack Welch, 1995)

Esto quiere decir que, si dentro de la institución no se adaptan a los cambios que se presentan permanentemente en el mundo, es probable que, cuando quieran reaccionar a estos, será demasiado tarde y ya no podrán ser competitivos. Un ejemplo de eso sucede con el personal de mantenimiento: si se niega a actualizarse, certificarse, es posible que se presenten personas que ofrecen mejores servicios y acordes con las exigencias actuales.

Los cambios deben ser progresivos, no deben implementarse todos en un corto tiempo, porque se puede generar caos en la empresa. Debe existir una autoevaluación y partir desde un punto real. A continuación, se presenta un proceso de cambio.

Figura 13. Proceso de cambio.



Proceso de cambio

Nivel 1: Incertidumbre

No se sabe qué pasará

Nivel 2: Negación

Eso no sirve para nada

Nivel 3: Resistencia

Afecta el desempeño

Nivel 4: Dejando ir

Se notan los beneficios

Nivel 5: Equilibrio

Se crean nuevas funciones

Nivel 6: Reflexión

¿Qué se aprendió?

Preparando el futuro

Se vive el cambio, todo se estabiliza

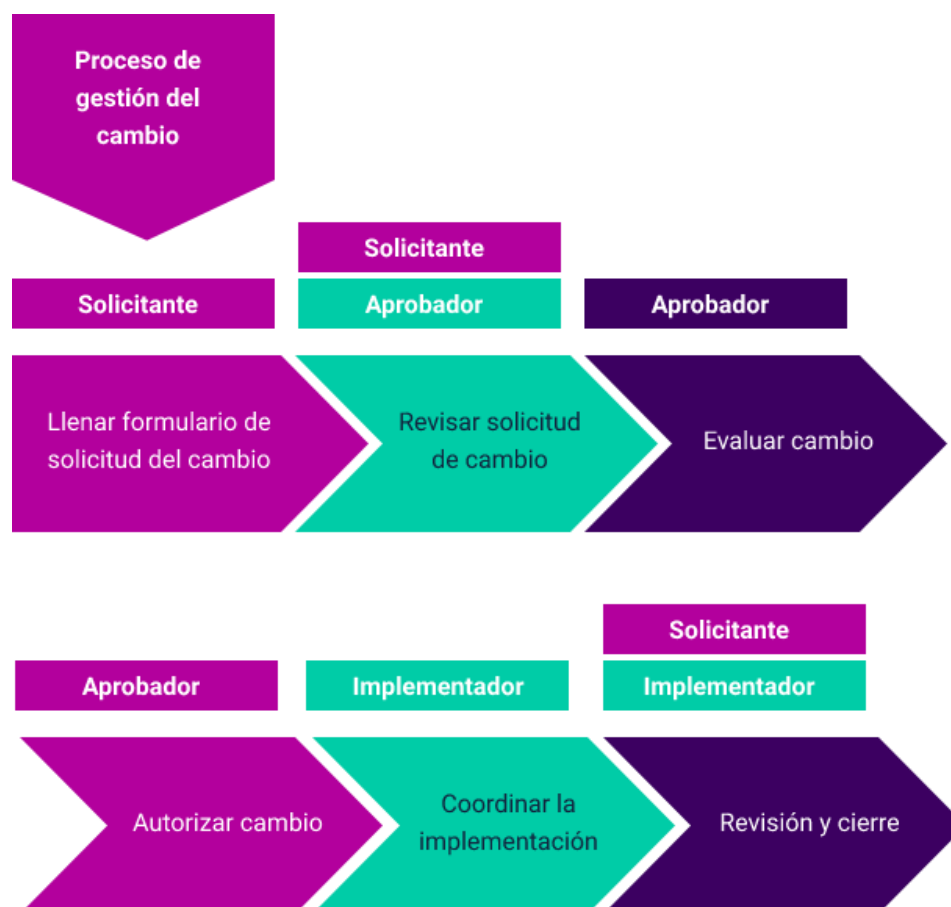
La empresa KPMG (s. f.), dedicada a la consultoría, establece la siguiente definición.

"La gestión del cambio busca facilitar y conseguir la implementación exitosa de los procesos de transformación, lo que implica trabajar con y para las personas en la aceptación y asimilación de los cambios y en la reducción de la resistencia a los mismos".

La gestión del cambio es otro proceso en el que se debe tener especial cuidado en el manejo del personal. Muchas veces, el cambio puede resultar en la compra de un equipo que agrega o cambia funciones. El trabajo de gestión consiste en adaptar a las personas afectadas a estas nuevas funciones.

Se debe tener la decisión de proponer un cambio cuando se considera que este puede mejorar las funciones actuales. La siguiente figura muestra una posible ruta para gestionar un proceso de cambio.

Figura 14. Proceso de gestión de cambio.



Proceso de gestión del cambio

	Solicitante	
Solicitante	Aprobador	Aprobador
Llenar formulario de solicitud del cambio	Revisar solicitud de cambio	Evaluar cambio

		Solicitante
Aprobador	Implementador	
Autorizar cambio	Coordinar la	
	Implementación	Revisión y cierre

El mundo cambia, los procesos se transforman y la tecnología también, a una velocidad vertiginosa, afectando a la persona y al mundo laboral. Adaptarse a este cambio permanente es la clave para seguir siendo exitosos. La gestión del cambio se ha convertido en una habilidad fundamental para enfrentar la actualidad y estar preparados para el futuro.

La buena gestión de estos cambios es un indicador de liderazgo, ya que las empresas requieren líderes que sean, al mismo tiempo, precursores del cambio.

3. Documentación del mantenimiento

Todo proceso de mantenimiento debe ser documentado. Dicha información se convierte en fuente muy valiosa para la gestión de la máquina intervenida, así como también en la planeación futura del mantenimiento. Las órdenes de trabajo, los informes de daños, órdenes de compra, informes de mantenimiento, manuales técnicos, informes de producción, en fin, toda la documentación relacionada con el proceso de producción de una máquina se convierte en datos que necesariamente deben ser consultados si se requiere gestionar el buen funcionamiento de esta.

Las normas para tener en cuenta son:

1. Norma NTC ISO 9001:2015

En ella se plantea una gestión enfocada en los procesos, asignando funciones e identificando la relación entre los mismos por medio de las entradas y salidas.

2. Guía Técnica ISO/TR 10013

La Guía Técnica ISO/TR 10013 “Directrices para la documentación de sistemas de gestión de la calidad” ha sido desarrollada por el Comité Técnico ISO/TC 176, Gestión y aseguramiento de la calidad de la ISO, con el objetivo de “proporcionar directrices para el desarrollo y mantenimiento de la documentación necesaria para asegurar un sistema de gestión de la calidad eficaz, adaptado a las necesidades específicas de la organización. El uso de estas directrices ayudará a establecer un sistema documentado como el requerido por la norma de sistema de gestión de la calidad aplicable”. (ISO/TR 10013, 2002, p. 2)

En el mantenimiento de productos electrónicos, esta documentación no es tan amplia, está definida por las intervenciones que se le hacen al equipo, los manuales de usuario y los manuales de servicio técnico. Esta información es clave tenerla siempre a la mano, ya que de ella depende muchas veces la solución de una falla. El fabricante indica, en estos manuales, los procedimientos a seguir ante ciertas situaciones y eventos presentados por el equipo.

Un complemento para esta información es un listado de componentes necesarios para tener en almacén; algunos fabricantes suministran unas listas con los componentes más comunes y que necesitan ser reemplazados con mayor frecuencia.

Ahora bien, las fichas técnicas son los documentos más importantes de cualquier equipo electrónico. En estas, se detallan sus características, funciones, procesos y parámetros de variables asociadas; pueden variar de un equipo a otro, pero su finalidad es la misma, proporcionar información vital para el funcionamiento del equipo. Muchas fichas técnicas van más allá de las máquinas, llegando a tener una ficha por cada componente principal o pieza que necesite reemplazo periódico; los circuitos integrados, los electrodos, rectificadores, tiristores de potencia son componentes de frecuente intervención, por lo que es necesario contar con una ficha técnica de estos.


Ficha técnica

Visualice un ejemplo de varios formatos de ficha técnica. El contenido de estos, soportan a una máquina o equipo y pueden ser tan detallados como el departamento de

mantenimiento lo requiera. Lógicamente, entre más detalles se tenga, más eficiente será el procedimiento de mantenimiento, sobre todo si se trata de uno correctivo.

Imagen 2. Ficha técnica.

Ficha Técnica
Mantenimiento de Equipos de Computo



Nombre Cliente:		NIT
Ciudad/Fecha:	Tel	E-mail:
Tipo de Equipo de Computo:	Marca	Serie

SERVICIO N° _____

HARDWARE				
DISPOSITIVO	FABRICANTE	MODELO	SERIAL	CARACTERISTICAS

DETALLES Y OBSERVACIONES DEL EQUIPO
ACTIVIDADES REALIZADAS O DICTAMEN TÉCNICO

 FIRMA TÉCNICO

 FIRMA CLIENTE

3.1. Gestión de la información

Existen diferencias entre el manual de usuario y el manual del fabricante o manual de servicio.

a. Manual de usuario

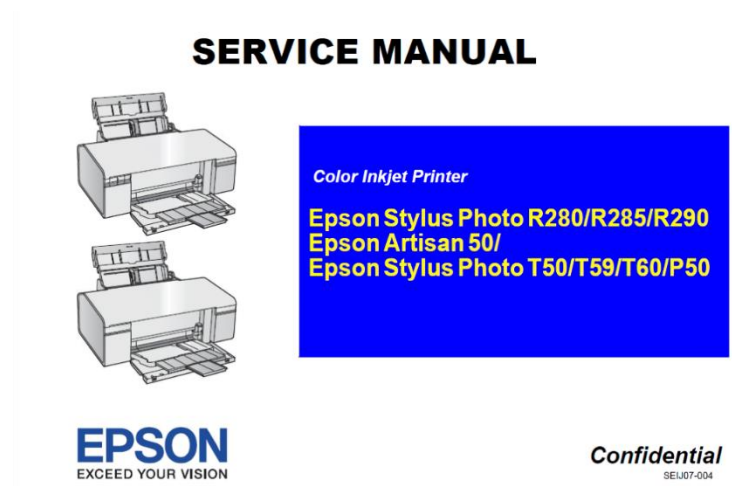
Se limita a dar información al usuario final donde se brindan instrucciones de operación y solución básica de algunos problemas menores; viene con todos los equipos electrónicos y no tiene ninguna restricción.

b. Manual del fabricante o manual de servicio

Este documento es de uso restringido, no es suministrado de forma libre por el fabricante y se requiere de un proceso de adquisición con el pago de una suma importante de dinero. Esto es así porque este manual posee información detallada del funcionamiento del equipo, incluyendo planos de fabricación, PCB e información de configuración, además incluye procedimientos de parametrización, autopruebas de diagnóstico muy útiles para detectar fallas.

Es tan extenso como complejo sea el equipo, se constituye en una pieza fundamental en cualquier departamento de mantenimiento, ya que representa una ayuda valiosa a la hora de resolver problemas por fallas graves.

Figura 15. Portada de un manual de servicios.



Nota. Tomada de Epson (s. f.). Se puede apreciar en la portada de este manual que hay una inscripción que dice “Confidencial”, por tanto, el comprador no tiene permitido divulgar este manual una vez efectuada la compra, solo lo puede utilizar como recurso de su empresa, de hacerlo, puede incurrir en penalidades por violación a los derechos de autor.

Algunos manuales, como el de la imagen anterior, se convierten en libre divulgación sólo porque el equipo al que hace referencia entró en desuso y ya no es producido por el fabricante.

La mayoría de los manuales de servicio son un complemento del manual de usuario, es decir, vienen también incluidos los procedimientos de usuario final, por lo que solo se hace necesario tener este. Existen componentes a los que a su hoja de datos se le incluye información detallada, con ejemplos de montaje, por lo que tienden más a parecerse a un manual de servicio, pero sin las restricciones de este.

Manual de servicio

En el material complementario, encontrará un manual de servicio donde podrá apreciar las distintas instrucciones dadas por el fabricante para procedimientos de desarme de los equipos.

3.2. Gestión de la información

Si se reúnen todos los documentos tratados hasta aquí, se archivan sistemáticamente y se crea una etiqueta única para el equipo, entonces se tiene su hoja de vida. Esta documentación incluye los informes de instalación inicial, los manuales técnicos suministrados y los adquiridos a posteriori, todos los mantenimientos preventivos, predictivos, correctivos, fallas generales, en fin, lo ideal es que cuando se consulte la información del equipo, se pueda establecer con claridad su comportamiento durante su vida productiva.

Esta información es trascendental para la elaboración del plan de mantenimiento, es por eso que se requiere de un buen reporte en el día a día. A continuación, se presenta un ejemplo de este formato:

producción. Es una manera de formalizar todo dentro de un estándar para facilitar el seguimiento.

Si se refiere solo al mantenimiento de equipos electrónicos, esta se limita a aquellas solicitudes de intervención del equipo; es importante diligenciarlas porque mantienen organizadas las tareas, permitiendo que se cumplan dentro de los tiempos requeridos; de esta manera, se le puede dar prioridad a los servicios más urgentes. A continuación, se presenta un ejemplo de este formato.

Figura 17. Formato de orden de servicio.

ORDEN DE TRABAJO

No. Control: 79410

Mantenimiento: Motor Eléctrico	Interno <input checked="" type="checkbox"/> X	Externo <input type="checkbox"/>
Tipo de Servicio: Mantenimiento de motor		
Asignado: Técnico en mantenimiento		

Fecha de Realización: 20/06/2019			
Trabajo Realizado: Avería en el motor eléctrico trifásico 230/400 V, Ruido en movimiento. Se detecta suciedad en el devanado del estator.			
Verificado y Liberado: Gewin Fernández		Fecha de inicio: 20/06/2019	
Aprobado por: Jefe de sección		Fecha de finalización: 23/06/2019	
Equipo de trabajadores			
Jeuly Polo	Gigi Therán	Jesus Manota	Luis Palmas

La orden de servicio debe ser bien diligenciada. Debe expresar de manera clara lo que pretende hacerle al equipo y manifestar quién será el técnico encargado del procedimiento, fecha y hora programadas para la intervención. Aunque no existe un único formato, estas son informaciones básicas que debe contener; el documento puede variar aún dentro de una misma empresa, dependiendo del área de operación del equipo. Dentro

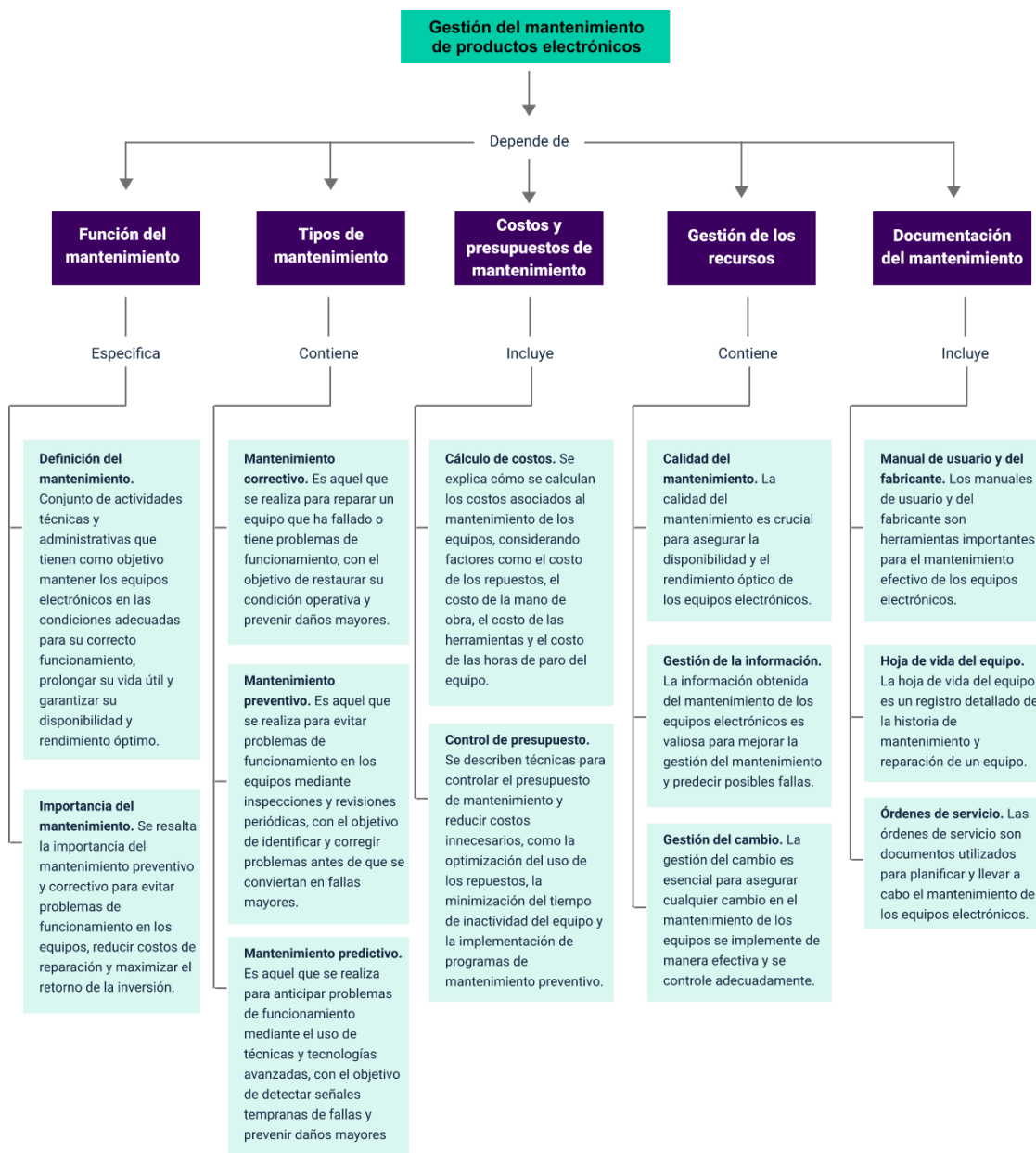
del software de mantenimiento, viene incluida la sección para generar las órdenes de servicio, así como también la realimentación de estas.

Es inevitable que los equipos envejeczan y que fallen. El mantenimiento de lo que trata es de que esas deficiencias afecten lo menos posible la producción final de la empresa. Un plan de mantenimiento, bien planeado y ejecutado, evita en gran medida la afectación por esas fallas.

Síntesis

A continuación, se describe el tema principal del Componente Formativo CF18 Gestión del mantenimiento de productos electrónicos, por medio de la descripción de la función del mantenimiento, la cual es esencial para garantizar el rendimiento óptimo y la vida útil de los equipos electrónicos. Para llevar a cabo esta tarea, se requiere una gestión efectiva de los recursos, incluyendo la calidad del mantenimiento, la gestión de la información y el manejo del cambio. También es importante documentar adecuadamente el mantenimiento, incluyendo manuales de usuario y del fabricante, hojas de vida de equipos y órdenes de servicio. Además, es fundamental considerar los costos y presupuestos de mantenimiento, así como la gestión de repuestos para garantizar una ejecución eficiente de la función de mantenimiento.

Figura 18. Síntesis de la información presentada.



Material complementario

Tema	Referencia APA del Material	Tipo de material	Enlace del Recurso o Archivo del documento material
Gestión de los recursos	ICONTEC Internacional. (2015). Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos (NTC-ISO 9001).	Document o técnico	https://www.agencomex.com/pdf/ISO-9001-2015.pdf
Documentación del mantenimiento	ICONTEC. (2002). Directrices para la documentación de sistemas de gestión de la calidad (GTC-ISO/TR 10013).	Document o técnico	https://www.academia.edu/25172134/GTC_ISO_10013_DOCUMENTACION_DE_PROCESOS_Y_PROCEDIMIENTOS
Manual de usuario y del fabricante	Panasonic. (2011). Manual de Servicio Televisor de LED/LCD.	Document o técnico	http://www.csportal.panasonic.com/descargaspla/PANAMEX/TELEVISION//LCD%20TV//LED-TV/TC-L32X35X/DOCUMENTO/MANUAL%20DE%20SERVICIO//TC-L32X35X-L-M.pdf

Glosario

Diagnosticar: recoger y analizar datos para evaluar problemas de diversa naturaleza. (Real Academia Española, 2020)

Fiable: que ofrece seguridad o buenos resultados. (Real Academia Española, 2020)

Láser: dispositivo electrónico que, basado en una emisión inducida, amplifica de manera extraordinaria un haz de luz monocromático y coherente. (Real Academia Española, 2020)

Proactivo: que toma activamente el control y decide qué hacer en cada momento, anticipándose a los acontecimientos. (Real Academia Española, 2020)

Redundancia: cierta repetición de la información contenida en un mensaje, que permite, a pesar de la pérdida de una parte de este, reconstruir su contenido. (Real Academia Española, 2020)

Referencias bibliográficas

Epson. (s. f.). Manual de servicio SEIJ07-004.

<https://www.manualslib.com/manual/979165/Epson-Stylus-Photo-R280.html?page=4#manual>

ICONTEC. (2002). Directrices para la documentación de sistemas de gestión de la calidad (GTC-ISO/TR 10013).

https://www.academia.edu/25172134/GTC_ISO_10013_DOCUMENTACION_DE_PR_OCESOS_Y_PROCEDIMIENTOS

IHMC. (2011). Recursos para tipos de investigación. IHMC Public Camp.

<https://cursa.ihmc.us/rid=1RKYS236P-15PFG45-2ZZ5/Recursos%20para%20TIPOS%20DE%20INVESTIGACI%C3%93N>

KMPG. (s. f.) Gestión del cambio. Resultados sostenibles. Resultados medibles.

<https://home.kpmg/co/es/home/services/advisory/management-consulting/corporate-services/capital-humano-y-cambio-organizacional/gestion-del-cambio.html>

Real Academia Española. (s. f.). Redundancia. Diccionario de la lengua española.

<https://dle.rae.es/redundancia>

Vishay. (2017). Power Modules, Passivated Assembled Circuit Elements, 40 A.

[Datasheet Q.https://www.datasheetq.com/datasheet-download/546974/1/Vishay/VS-P400](https://www.datasheetq.com/datasheet-download/546974/1/Vishay/VS-P400)

Welch, J. (1995). When the rate of change outside exceeds the rate of change inside, the end is in sight. Words and Quotes.

<https://www.wordsandquotes.com/quote/when-the-rate-of-change-outside-exceeds-the-rate-jack-welch-8440>

Créditos

Nombre	Cargo	Regional y Centro de Formación
Claudia Patricia Aristizabal	Responsable del Equipo	Dirección General
Norma Constanza Morales Cruz	Responsable de Línea de Producción Regional Tolima	Centro de Comercio y Servicios
Gewin Alfonso Fernández Cáceres	Experto Temático	"Regional Atlántico Centro Nacional Colombo Alemán."
Miroslava González H.	Diseñador y Evaluador Instruccional	Centro de Gestión Industrial
Juan Gilberto Giraldo Cortés	Diseñador Instruccional	Regional Tolima Centro de Comercio y Servicios
Ana Catalina Córdoba Sus	Revisora Metodológica y Pedagógica	Regional Distrito Capital Centro para la Industria de la Comunicación Gráfica.
Rafael Neftalí Lizcano Reyes	Responsable Equipo Desarrollo Curricular	Regional Santander - Centro Industrial del Diseño y la Manufactura.
Darío González	Corrección de Estilo	Regional Distrito Capital Centro de Diseño y Metrología
Viviana Esperanza Herrera Quiñonez	Asesora Metodológica	Regional Tolima - Centro de Comercio y Servicios
Luis Fernando Botero Mendoza	Diseñador Web	Regional Tolima Centro de Comercio y Servicios
Sebastián Trujillo Afanador	Desarrollador Fullstack	Regional Tolima Centro de Comercio y Servicios
Gilberto Junior Rodríguez Rodríguez	Storyboard e Ilustración	Regional Tolima - Centro de Comercio y Servicios
Nelson Iván Vera Briceño	Animador y Producción Audiovisual	Regional Tolima - Centro de Comercio y Servicios

Oleg Litvin	Animador	Regional Tolima - Centro de Comercio y Servicios
Cristian Mauricio Otálora Clavijo	Actividad Didáctica	Regional Tolima Centro de Comercio y Servicios
Javier Mauricio Oviedo	Validación y Vinculación en Plataforma LMS	Regional Tolima - Centro de Comercio y Servicios
Gilberto Naranjo Farfán	Validación de Contenidos Accesibles	Regional Tolima - Centro de Comercio y Servicios