

## PREÁMBULO

### INTRODUCCIÓN

Antes de entrar en materia voy a comenzar reseñando algunas opiniones expuestas por directivos de importantes industrias españolas en años recientes:

El responsable de mantenimiento de una empresa siderúrgica me dijo que, hace años, se plantearon muy seriamente el problema de las averías y su posible control. Vieron inmediatamente la necesidad de organizar un mantenimiento preventivo, para lo cual empezaron por preparar charlas de sensibilización sobre el tema orientadas a todos los profesionales y operarios. Continuó señalando que pusieron en marcha un sistema de conservación que permitiría controlar los futuros desperfectos, es decir, anticiparse al efecto de la avería sobre el equipo de producción. De esta forma, detectaban anomalías por desgaste natural de componentes antes de producirse el fallo. Me siguió comentando que, a continuación, establecieron programas de paradas con intervalos mínimos para que afectaran el menor tiempo posible a la producción.

La dificultad con la que se encontraron fue llevar todo esto a la práctica. Comenzaron a título experimental con una sola línea, la sección de grúas, dado que se trataba de un grupo con bastantes averías y muy homogéneo. Tomaron como indicador de referencia el porcentaje del tiempo de parada, que en aquel momento era del orden del 7,5 %, y llegaron a bajarlo al 0,58 % al cabo de cuatro años.

De forma similar, el responsable de mantenimiento de una empresa de electrodomésticos me manifestó lo siguiente tiempo atrás: «Esta empresa es muy compleja, dado que existen distintos centros de transformación de plásticos, tratamiento de chapa, revestimientos, etc. Por este motivo, la especialización es muy amplia. El criterio de mantenimiento es, no obstante, el mismo para todos: un enfoque hacia la prevención. Esto ha logrado que el personal alcance un grado de profesionalización y de dominio que le sitúa en el punto óptimo de rendimiento».

Entonces me explicó que, en **primer lugar**, la empresa había establecido un mantenimiento rutinario con la colaboración del personal de producción, revisando continuamente todas las instalaciones y la maquinaria para detectar anomalías y posibles fallos. Así se realizaba una previsión del estado general del equipo y de sus necesidades inmediatas y futuras, lo que permitía elaborar un plan de corrección de fallos incipientes en el plazo más breve posible según el tipo de anomalía.

En **segundo lugar**, se planificó un mantenimiento preventivo sistemático y sencillo con periodicidad mensual, y otro programado con una revisión en profundidad de toda la maquinaria de forma anual, aprovechando las vacaciones por el cierre de la fábrica. Además, la empresa fue más allá y logró que, cuando se adquiriese una nueva máquina o instalación, esta llegase siempre con un plan de mantenimiento preventivo recomendado por el fabricante del equipo, incluyendo una dotación de piezas de recambio que, a su juicio, se considerara oportuna.

De igual manera, hace ya tiempo que el responsable de una importante industria química española decía: «La fábrica funciona las veinticuatro horas del día totalmente automatizada. La conveniencia de la parada de una industria química de proceso continuo en una fecha fijada ha sido motivo de discusiones profundas, de análisis de datos y de un estudio concienzudo de todas las posibilidades. El mantenimiento preventivo es un concepto superado en este tipo de empresas. Se utilizan, sin embargo, la inspección preventiva y la detección de anomalías con el fin de adelantarse a la avería, ya que, si esta se produjera, sería catastrófica».

Continuaba comentando que, cuando las máquinas tienen unas condiciones muy severas y no pueden parar, nunca se recurre a la sustitución cíclica de conjuntos. Las paradas, en estos casos, deben organizarse de acuerdo con las necesidades de producción, dada su importante consecuencia económica. Para empezar, se comienza por confeccionar una lista de qué es lo que se quiere hacer a través de unas exigencias de producción determinadas y de un historial de las máquinas e instalaciones tan detallado como sea posible. De acuerdo con esta lista, se desmenuzan los trabajos que se deben realizar, así como su duración aproximada, y se asignan a los profesionales más adecuados. Una vez determinados los tiempos y el personal necesario, se estudia el plan de trabajo, los repuestos, los medios, etc.

He querido comenzar este manual con opiniones reales sobre las actuaciones de responsables de mantenimiento en empresas de sectores variados para poner de relieve que, desde hace tiempo, todas las actividades de mantenimiento tienen algo en común que podemos resumir así:

- › El mantenimiento preventivo ha de estar basado en una **política de detección** de anomalías y fallos ocultos antes de que se produzca la avería.
- › El mantenimiento ha de programarse de forma cíclica a través de **inspecciones preventivas**, sea cual sea el tamaño y la actividad de la empresa.
- › El mantenimiento ha de estar organizado **previamente a toda intervención**, ya sea de inspección, cambio cíclico o reparación de anomalías.

Pero ¿a qué me refiero exactamente con «**mantenimiento preventivo**»?

Se trata de un conjunto de acciones de **automantenimiento** (cuidados y revisiones diarias) y **mantenimiento programado** (inspecciones planificadas) que buscan alargar la vida útil de una máquina o equipo tanto como sea posible. La idea es detectar y reparar posibles causas de fallo antes de que desencadenen consecuencias graves, además de cuidar del estado general de la máquina para minimizar la aparición de estos fallos o suavizar su efecto.

Es indudable que existen diferentes sistemas de desarrollo del mantenimiento preventivo que dependen de la propia política de empresa. No obstante, el objetivo ha de ser siempre el mismo: llegar a una producción segura, continua y de bajo coste. En este sentido, uno de los mayores problemas que nos podemos encontrar al aplicar un plan de mantenimiento preventivo es la dificultad de lograr un resultado económico entre los costes de establecer dicho plan y los que derivarían de no hacerlo.

Además, como en otras muchas actividades, la documentación necesaria para llevar a cabo el proyecto que nos ocupa es muy importante,

pero cuanto más simple sea, mejores resultados dará en su desarrollo y aplicación. Hoy en día existen interesantes programas informáticos comerciales (GMAO) que ayudarán a desarrollar este proyecto.

Un paso muy importante para conseguirlo será informar de las principales características del proyecto al personal afectado y sensibilizarlos para que colaboren en el logro de los objetivos y los resultados económicos previstos.

Así pues, los puntos clave del programa son:

- › La **detección de anomalías** a través de inspecciones, las cuales pondrán de relieve las posibles condiciones desfavorables de la maquinaria e instalaciones productivas.
- › La **formación** del personal afectado.

El éxito o fracaso de cualquier proyecto de implantación de un plan de mantenimiento preventivo dependerá del grado de control que sobre él se ejerza. El control diario a nivel de responsables de taller o líneas de producción es esencial: se deberán establecer reuniones semanales para analizar la cumplimentación de planes y acciones, y evaluar de forma crítica los resultados que se van obteniendo.

Un plan de mantenimiento preventivo nunca debe llegar a ser estático; las constantes optimizaciones, mejoras e introducciones de nuevas técnicas son esenciales para lograr una producción continua y más económica, que es, a fin de cuentas, el único objetivo común a todas las empresas.

## **POR QUÉ PONER EN MARCHA UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

En principio, voy a decir que existen dos motivos por los que podemos querer crear un proyecto de mantenimiento preventivo y su optimización:

- › **Para mejorar.** Aunque las cosas marchan bien en la empresa, queremos adaptarnos totalmente al sistema de calidad (normas ISO) en todos los aspectos relacionados con el mantenimiento.
- › **Para resolver un problema.** Cuando en la empresa las cosas no marchan bien: tenemos muchas averías y paradas en el sistema de producción, ya sea porque nuestro plan de mantenimiento preventivo no se realiza al cien por ciento o porque, directamente, no disponemos de tal plan.

La implantación de sistemas de aseguramiento de la calidad basados en las **normas ISO** se está extendiendo desde hace años a la mayoría de los sectores de actividad económica, de modo que han pasado a ser un referencial del trabajo con calidad imprescindible.

Cabe destacar que estas normas hacen cada día más énfasis en los aspectos del mantenimiento más adecuado para los equipos, dada la trascendencia que estos tienen para la obtención de productos y servicios de calidad de forma constante. Así, estos sistemas deberían dar como resultado mejoras continuas de la calidad y, por consiguiente, un aumento de la satisfacción de los clientes. La consecución de la «**calidad global**» en la empresa se convierte de este modo en un objetivo que debe estar presente en todas sus tareas y actividades, y que debe implicar a todos los empleados.

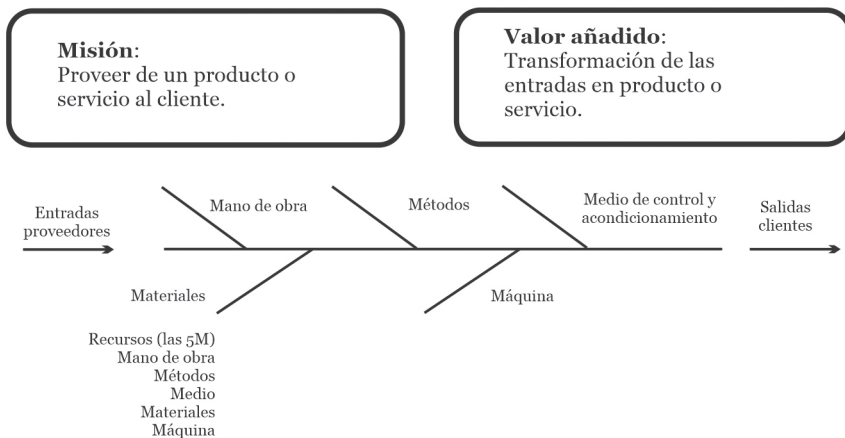
Para ello, es necesario que exista en la empresa una planificación global al respecto, incluyendo las actividades de mantenimiento sobre los medios productivos e instalaciones complementarias. Esta planificación nos va a

permitir prever la calidad de nuestro producto o servicio, analizar sus posibles mejoras, establecer la organización, procedimientos y medios requeridos para obtener un determinado nivel de calidad a través de unos objetivos, y realizar un seguimiento posterior que compruebe las desviaciones.

Las normas ISO se fundamentan en la idea de que todo trabajo (tarea o actividad) se realiza mediante un **proceso** el cual tiene bien diferenciados una serie de componentes que se pueden ver en el gráfico de abajo:

- › Entradas.
- › Personas y recursos incluidos en el propio proceso (las 5M).
- › Salidas (resultados del proceso).

## PROCESOS

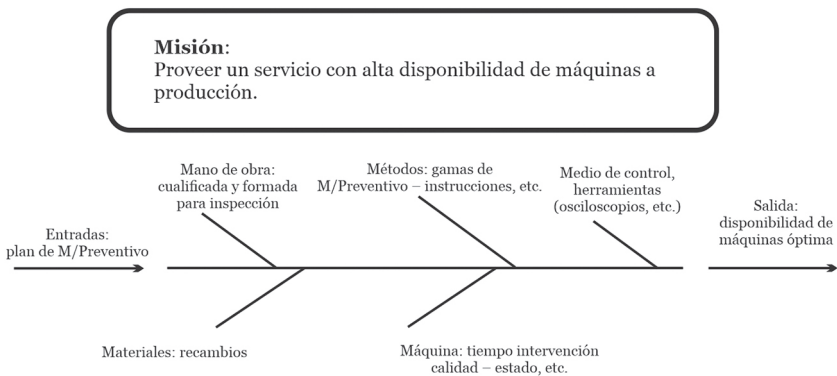


El resultado de un proceso puede ser una pieza fundida, una factura, etc. Tenemos oportunidades de realizar mediciones a lo largo de un proceso con la ayuda de ciertos «indicadores», así como en las entradas y salidas. De

esta manera, estaremos gestionando y controlando todas las actividades de la empresa para obtener resultados con la máxima calidad posible.

No obstante, dada la complejidad de la mayor parte de las organizaciones, es necesario identificar los principales procesos de la compañía y dar prioridad a los «**procesos críticos**». En general, uno de ellos es el propio mantenimiento de los equipos productivos e instalaciones de la empresa, pues su estabilidad guarda una estrecha relación con los resultados de los procesos de productos y servicios (en el gráfico de abajo se muestra el proceso del mantenimiento preventivo). De este modo, los procesos principales y sus interfaces deberían estar sujetos a análisis para la mejora continua.

## PROCESO DEL M/PREVENTIVO



Es así como vemos la calidad del mantenimiento reflejada en el éxito con que el servicio satisface las expectativas del cliente durante la utilización del sistema de producción; es decir, a lo largo de su vida útil.

La calidad de la **gestión del mantenimiento** así pues, debe establecerse a partir de su misión: producir con una disponibilidad óptima de las instalaciones y máquinas, tanto en lo relativo al tiempo de servicio como a su rendimiento a lo largo de su vida útil, y con el mínimo coste.



La función de calidad del mantenimiento, de este modo, estará formada por un conjunto de actividades a través de las cuales se alcanzará la aptitud para el uso de las instalaciones y la maquinaria productiva.

Las normas ISO, en sus apartados correspondientes a «dirección y dominio de procesos», hacen referencia directa al mantenimiento al cuestionar lo siguiente:

¿Se realiza el mantenimiento de todas las instalaciones de producción según un plan establecido?

Esto significa que el mantenimiento debe estar integrado en un plan de control e inspección con un plazo preestablecido. Asimismo, la norma también define qué se entiende por **mantenimiento preventivo sistemático**:

Todos los trabajos de conservación, inspección y mantenimiento de las instalaciones productivas con el fin de evitar fallos en la maquinaria.

Por tanto, el plan de mantenimiento preventivo comprende todas las medidas necesarias relativas a las actividades de prevención en tiempo y cantidad, y deberá ser realizado en todas las instalaciones, equipos, dispositivos y herramientas de la industria.

Además, debemos documentar la realización de todos los trabajos, incluyendo los correctivos, llevando un historial o vida de cada equipo con el fin de identificar sus puntos débiles y optimizar las tareas de prevención.

Los trabajos pendientes se ordenarán por fecha de vencimiento y deberán replanificarse o, de no ser así, se justificará su anulación.

Asimismo, hay otras cuestiones en las normas ISO que afectan al mantenimiento moderno de manera indirecta, como puede ser dar respuesta a esta pregunta:

¿Se conservan registros de los parámetros de producción y se levantan actas de las desviaciones, así como de los planes de acción para corregirlas?

Para poder responder afirmativamente, hemos de mantener los estándares de los procesos con rigor a través del *automantenimiento* realizado por los profesionales integrados en los procesos y, ante cualquier deriva, saber actuar o analizar para tomar medidas correctoras.

La norma aclara que los elementos de control y de regulación se considerarán como medios de prueba, por lo que se han de controlar y *etalonar* periódicamente. Si el mantenimiento se ocupa de conservar la instrumentación, este apartado le afecta en todos los sentidos.

Pero no es esta la única cuestión relevante que plantea la norma ISO, sino que hay muchas más. Por ejemplo, en su apartado relacionado con la «**calidad de los procesos**» hace la siguiente pregunta:

¿Están limpios los lugares de producción y convenientemente equipados y ordenados?

Esto significa que hemos de definir a un responsable del orden y la limpieza en cada puesto de trabajo y aplicar las 5S en todos los rincones de la empresa, lo cual también afecta al equipo de mantenimiento.

De forma similar, en el apartado de «**responsabilidades de la alta dirección**», la norma ISO pregunta:

¿Se analizan regularmente por parte de la alta dirección los costes del sistema productivo?

Es decir, que también es tarea de los directivos mantenerse implicados en los procesos de mantenimiento. Al analizar los costes y presupuestos, identifican las causas de pérdidas o despilfarros, que pueden tener su origen en averías o en una falta de calidad del equipo de producción. Este es el primer paso hacia una mejora sistemática y una futura prevención de fallos similares.

Finalmente, en el apartado relacionado con el **personal** la norma ISO nos plantea:

¿Dispone la empresa de un programa de formación adecuado?

Esto incluye la existencia de programas para el personal de nuevo ingreso o trasladado por movilidad, así como la necesidad de contar con instrucciones ante la llegada de un nuevo equipo o instalación.

Está claro que el equipo de mantenimiento debe de colaborar en la preparación y ejecución de estos planes de formación, además de en la gestión de una adecuada documentación técnica y procedimientos y modos de funcionamiento, con el fin de lograr el dominio de los sistemas y equipos productivos por parte de todo el personal afectado.

El servicio de mantenimiento, como es obvio, debe quedar implicado en este apartado, pues ha de prever, además, una adecuada gestión del almacén de piezas de recambio con el fin de garantizar un funcionamiento continuo de las instalaciones.

El seguimiento de todo este sistema de «**calidad del mantenimiento**» se vuelve más fácil si disponemos de programas informáticos de gestión del mantenimiento (GMAO), como comentamos con anterioridad, y de un plan de auditorías internas que pueda constatar la eficacia de la «**función mantenimiento**».

En la actualidad, el mantenimiento de los sistemas de producción y su gestión es primordial para obtener altas cotas de productividad y, por tanto, es un foco de mejora diaria.

Las actividades de mantenimiento deben concretizarse en objetivos y resultados bien definidos, que aporten valor añadido a la función productiva.

Este es un proceso en el que también se encuentran implicados el resto de los servicios que integran la estructura productiva, por lo que se ha de extender a todos el concepto de «**mantenimiento total**».

En un entorno competitivo como el que nos rodea, estas tareas no tienen por qué ser patente exclusiva de los servicios de mantenimiento. Cuando los objetivos de las unidades de producción están orientados hacia la optimización de los procesos para maximizar la productividad, el mantenimiento toma su sentido global en la empresa dentro del contexto del **mantenimiento productivo total**.

**CAPÍTULO I**  
**EL MANTENIMIENTO Y**  
**LA FIABILIDAD**



## INTRODUCCIÓN



La **fiabilidad** es la probabilidad de actuación correcta de un dispositivo durante un tiempo determinado.

Se trata de un concepto clave en el sector industrial actual, pues en las empresas existe una creciente inquietud por la seguridad del funcionamiento de sus sistemas de producción y de los equipos y componentes que fabrican. Tal preocupación, como es lógico, ha dado lugar a la búsqueda de métodos de análisis de la fiabilidad.

Este examen de los sistemas puede realizarse de forma **cualitativa** observando los tipos de fallos que se encuentran en sus componentes, o **cuantitativa** proporcionando las probabilidades numéricas correspondientes.

Además, ambos tipos de análisis pueden efectuarse de modo inductivo o deductivo:

El **análisis inductivo** engloba los sucesos que pueden presentarse en los elementos del sistema e incluye las consecuencias que estos provocan en otros elementos o en el conjunto. El **deductivo** en cambio, investiga cuáles son las causas que producen estos sucesos, llegando a través de ellas a otros fallos adyacentes.

Así, las consecuencias de los fallos de un sistema o equipo obligan a conocer las características de fiabilidad de cada componente y a cuantificarlas para comprobar su influencia en el conjunto.

 NOTAS

Este no es un método nuevo. El matemático Erich Pieruschka expuso ya en tiempos de la Segunda Guerra Mundial que la probabilidad de éxito de un sistema o equipo es el producto de las probabilidades de éxito de cada uno de sus componentes. Esta idea condujo a mejorar el funcionamiento de cada elemento del conjunto y fue el principio del desarrollo de los métodos de fiabilidad.

Por tanto, en el entorno industrial, todos los empleados de una compañía están involucrados en la búsqueda de la fiabilidad y en la batalla por la supervivencia en el mercado. Esto significa que, cada día, su creatividad a nivel individual y colectivo debe aportar mejoras, debe permitir luchar contra el despilfarro y acercarse al «cero defectos» en los procesos (cero averías y problemas en los equipos de producción, cero *stocks*, etc.). De este modo, se agota poco a poco ese gigantesco depósito de costes de «no calidad», cuya existencia misma pone en peligro el empleo y la supervivencia de una compañía.

Para ello, se han de dar estas tres actitudes en todos los empleados:

**1** Participación colectiva

Los trabajadores deberán participar en la **prevención** y en la **mejora** en todos los niveles de la organización, bajo el siguiente eslogan:

Es responsabilidad de todos los empleados que trabajan en una compañía colaborar en la prevención y en la mejora continua de las actividades que realizan.



## 2 Un enfoque hacia el progreso



Durante mucho tiempo, para que las empresas sobreviviesen y prosperasen, había sido suficiente con que cada uno en su puesto hiciese bien su trabajo. Pues bien, esa época ya ha pasado hace años. Ahora es preciso esforzarse constantemente en **progresar** en todas las actividades y tareas, bajo el siguiente eslogan:

Se debe realizar el trabajo de acuerdo con los estándares (de procesos, de mantenimiento, etc.) y procedimientos establecidos, pero, a la vez, siempre se ha de buscar cómo mejorarlos y optimizarlos.

## 3 Escucha activa

La tercera y última actitud, sin duda la más importante para una empresa que busca la excelencia, es la de **escuchar**. Es crucial vencer la desconfianza y mantener la motivación para mejorar las relaciones interpersonales y de trabajo en grupo, con el fin de dar solución a los múltiples problemas cotidianos que se presentan (averías, calidad, etc.). Así, todos participarán en la creación de un ambiente de trabajo cordial a la vez que profesional, bajo el siguiente eslogan:

Es necesario que todos los empleados estén abiertos al diálogo y sean capaces tanto de comunicar como de aceptar observaciones sobre el desempeño propio y ajeno, con el fin de mejorar la calidad del proceso.

 NOTAS

Hace ya tiempo que la nueva empresa es simplemente aquella que tiene en cuenta los cambios introducidos en su entorno, que reconoce que la simplicidad del universo del crecimiento ha sido reemplazada por la incertidumbre. Es una empresa que sabe que la eficacia ya no aparece en la organización mecanicista y *tayloriana*, sino en la movilización simple de las «inteligencias» y capacidades de todos los empleados a través de la mejora continua, que solo puede conseguirse mediante la inspección, la prevención y la *fiabilización*.

## EL DESARROLLO DE LA COMPETITIVIDAD EN EL ENTORNO DE LA PREVENCIÓN Y LA MEJORA CONTINUA

Con esto en mente, será necesario establecer un plan que guíe a las empresas y a sus trabajadores en la búsqueda de la calidad. Este puede ser el camino hacia un enfoque de la **mejora continua** en el mantenimiento (véase gráfico siguiente):

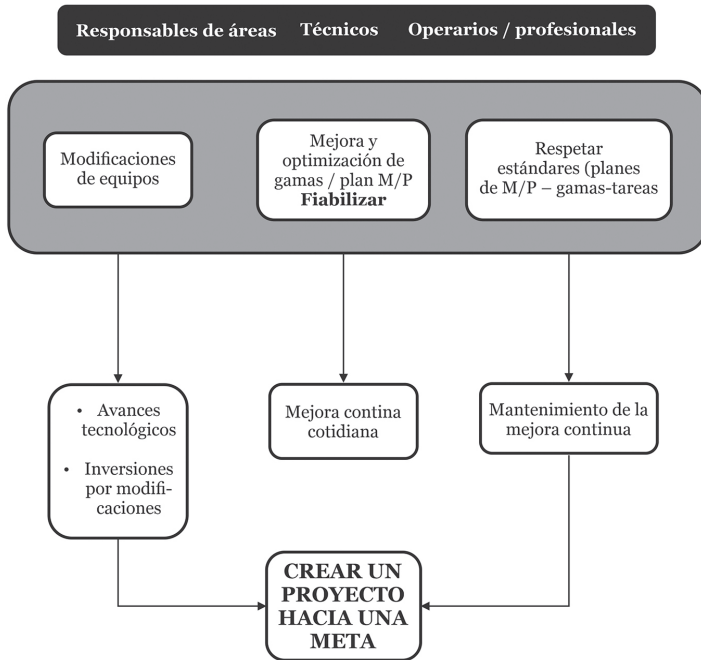
- › Elaborar un proyecto con una meta definida, como puede ser practicar la prevención a través de aplicar al cien por ciento los planes de mantenimiento preventivo y su constante optimización.
- › Diseñar organizaciones apropiadas para enfocar la mejora continua de este proyecto.

(continuación...)

› Implantar dicha mejora continua a través de las siguientes acciones:

- Diagnosticar la situación actual buscando indicadores e identificando los valores óptimos y el ritmo de progreso.
- Preparar la estrategia para tratar los problemas mayores y desplegarla hasta los niveles inferiores.
- Crear grupos de *fiabilización* y de mejora.
- Formar a los grupos en herramientas y técnicas de resolución de problemas, así como en el hábito del análisis sobre las 5M del proceso (máquina, método, mano de obra, medio ambiente y materia prima) y sobre los clientes y proveedores implicados en él.
- Animar a los grupos y a los individuos a participar en la iniciativa y a aplicar los métodos y herramientas en que han sido formados.
- Controlar la situación mediante un seguimiento cíclico de los resultados.

## LA DINÁMICA DE LA MEJORA CONTINUA EN EL MANTENIMIENTO



## HACIA EL MÍNIMO COSTE

Uno de los factores que más condicionan la **rentabilidad** de una compañía es la gestión del **capital invertido**. Como indicará cualquier manual de economía de empresa:

$$\text{Rentabilidad} = (\text{margen de ventas}) \times (\text{mejora de productividad del capital invertido})$$

Hoy en día, es el cliente quien determina el **precio de venta** por lo que, para obtener beneficios, no nos queda otra solución que optimizar el **precio de coste**.



Esto no es más que una respuesta a la lógica moderna del mercado, a la cual nos tenemos que someter preparando la estrategia de competitividad adecuada.

Sin embargo, la exigencia del cliente no se limita al campo económico (precio de venta) sino que se extiende al de la calidad (como se ve en el gráfico que sigue a continuación), pues también esperará encontrar en el producto:

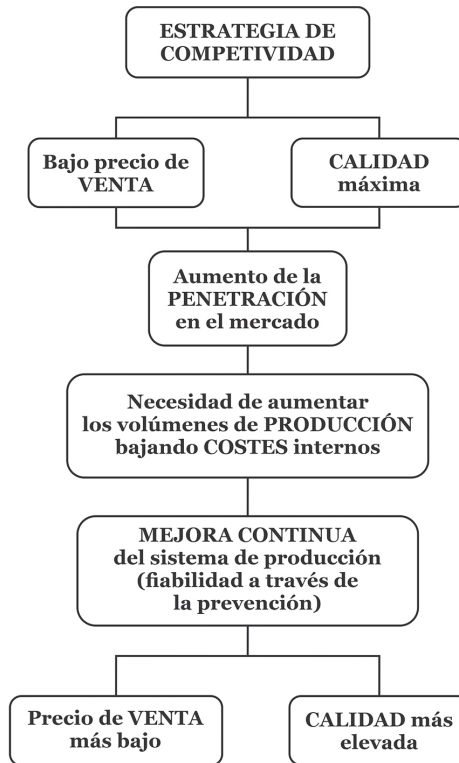
- › Las prestaciones ofrecidas.
- › El máximo nivel de fiabilidad.
- › El respeto a los plazos y a los precios.

Si la calidad no responde a las necesidades y requerimientos del cliente, bajarán la cifra de negocio y la cuota o penetración en el mercado. Por el contrario, si respondemos adecuadamente al nivel de calidad, pero no conseguimos contener y bajar los costes, los márgenes de beneficios se desmoronarán y el futuro de la empresa se verá amenazado.

Sin embargo, si logramos ambos objetivos, será necesario aumentar nuestras capacidades o volúmenes de producción, pero sin hacer una inversión o haciendo inversiones mínimas. Esto se consigue actuando de acuerdo con el siguiente eslogan:

 NOTAS

Se buscará la mejora de la disponibilidad de los sistemas de producción para llegar a una eficaz gestión global de la prevención.



En este entorno competitivo es donde la gestión eficaz del capital invertido cobra su importancia estratégica. El aprovechamiento de estos recursos ha de ser eficiente tanto en su explotación como en su mantenimiento, a fin de desempeñar su función productiva con el mejor rendimiento y durante el mayor periodo de vida útil posible. El mantenimiento como función gerencial debe inscribirse en este contexto.

Además, la rentabilidad del capital invertido en los medios de producción y su disponibilidad son factores que se corresponden biunívocamente. Como puede verse en el cuadro que sigue a continuación, tanto es así que podría afirmarse que, en la mayoría de los casos, la rentabilidad del capital invertido es directamente proporcional al **índice de disponibilidad** de las instalaciones productivas. Este índice tiene un valor máximo a partir del cual no es rentable el esfuerzo por mejorarlo, pues comienzan a disminuir los beneficios obtenidos, por lo que es importante conocerlo de antemano.

Para ello, podemos calcular los valores óptimos de disponibilidad y rendimiento operacional de las instalaciones, utilizando la teoría de las curvas de aprendizaje. Llegaremos a estos valores con la implantación de un buen plan de mantenimiento preventivo y de los grupos de *fiabilización*.

Esta situación exige una excelencia en el mantenimiento y en la explotación y conducción de las líneas productivas.

## EL SISTEMA INDUSTRIAL

Una línea automática de producción conducida por una unidad integrada tiene un entorno similar al que aparece en el gráfico de abajo, cuyo punto de arranque está en el apartado de especificaciones técnicas:

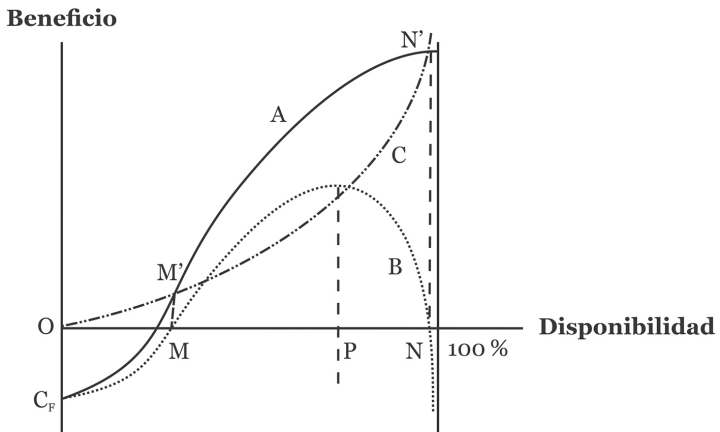
La **capacidad de producción** en la unidad de tiempo y la **disponibilidad** que se busca alcanzar.

 NOTAS

Ambos conceptos nos llevan a la **eficacia y producción total** de un sistema industrial (equipo, máquina o línea de producción automatizada) que lograremos dotando al conjunto en cuestión de capacidades técnicas y de una fiabilidad efectiva.

La capacidad se mide por medio de una cifra en la unidad de tiempo (dato que se obtiene por condicionantes relativamente fáciles de determinar) mientras que la disponibilidad se mide en un porcentaje de tiempo cuyo cálculo necesita la búsqueda de las funciones soporte: fiabilidad, mantenibilidad y seguridad de funcionamiento. Estas funciones, junto a la propia disponibilidad, representan los criterios de **performance** o **comportamiento** de un sistema o equipo de producción, algo que veremos más adelante.

**RELACIÓN DISPONIBILIDAD – BENEFICIO**



**Curva A:** Beneficio de la empresa en función de la disponibilidad, sin considerar el costo de mantenimiento.  
**Curva B:** Beneficio neto a productividad constante.  
**Curva C:** Costo de mantenimiento.



## LA MEJORA DE LA EFICACIA DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN



Con todo lo reseñado hasta ahora, concluimos que hemos de buscar la máxima eficacia del sistema de producción mediante la optimización del **binomio hombre-máquina**. Podemos lograr esto por dos caminos:

### 1 A través de la organización de la producción

El objetivo es establecer una gestión lo más simple y reactiva posible. Esto permitirá la mejora permanente de los costes que no se correspondan con las expectativas y necesidades de los clientes.

Los principios asociados a este objetivo son:

- › Optimizar los diseños de los equipos de producción aplicando la ingeniería simultánea.
- › Implantar medidas para lograr un *enciclado* pieza a pieza.
- › Dominar los procesos para lograr la máxima calidad del producto.
- › Reducir el tiempo de fabricación.

### 2 A través de la organización y gestión de los recursos humanos

El objetivo es mejorar permanentemente las competencias de todo el personal implicado en el sistema de

 NOTAS

producción y desarrollar sus capacidades de iniciativa, creatividad y trabajo en equipo.

Los principios asociados a este objetivo son:

- › Desarrollar la prevención mediante la integración del mantenimiento en la producción (*automantenimiento*) y la optimización de las gamas de mantenimiento preventivo.
- › Trabajar en unidades integradas de producción, implantando en ellas la mejora continua a través de los grupos de *fiabilización*.
- › Gestionar las competencias y el desarrollo de los planes de formación asociados.
- › Instaurar un modelo de comunicación ascendente–descendente y facilitar la visualización del progreso.

---

En cualquiera de los dos casos, se tomarán las siguientes medidas:

- › Se implantará la **ingeniería simultánea** (logística industrial) para optimizar diseños y procedimientos en nuevos sistemas de producción. Esto facilitará un arranque eficaz en la producción en serie, capitalizando las experiencias.
- › Se establecerán los **grupos de fiabilización** para eliminar todo tipo de disfuncionamiento, en busca de las «cero paradas».

(continuación...)

- › Se fomentará la **mejora continua** en el entorno de la producción y el mantenimiento, persiguiendo una meta a través de un objetivo central: el rendimiento operacional del sistema de producción.
- › Se promulgará el **mantenimiento preventivo** optimizando las gamas y tareas e involucrando en el *automantenimiento* a los operadores de fabricación, en busca de «cero averías», «cero fallos» y «cero defectos de calidad».
- › Se instaurará la **gestión de competencias** en todos los niveles de la organización de la producción y se establecerán los procedimientos necesarios para optimizar la explotación, conducción y mantenimiento del sistema.
- › Se facilitará la **ayuda al diagnóstico** para mejorar las capacidades de los operadores de fabricación y los profesionales y técnicos de mantenimiento.

## CONCEPTOS GENERALES ACTUALES DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Resumiendo lo dicho hasta ahora, todo proceso industrial tiene por meta emplear el capital mínimo en instalaciones, maquinaria y mano de obra para que, obteniendo la calidad y cantidad deseadas, puedan conseguirse los mayores beneficios dentro de un aspecto social y legal no especulativo.

El nivel superior de **productividad** de este modo, se consigue con un empleo más racional, eficaz y económico