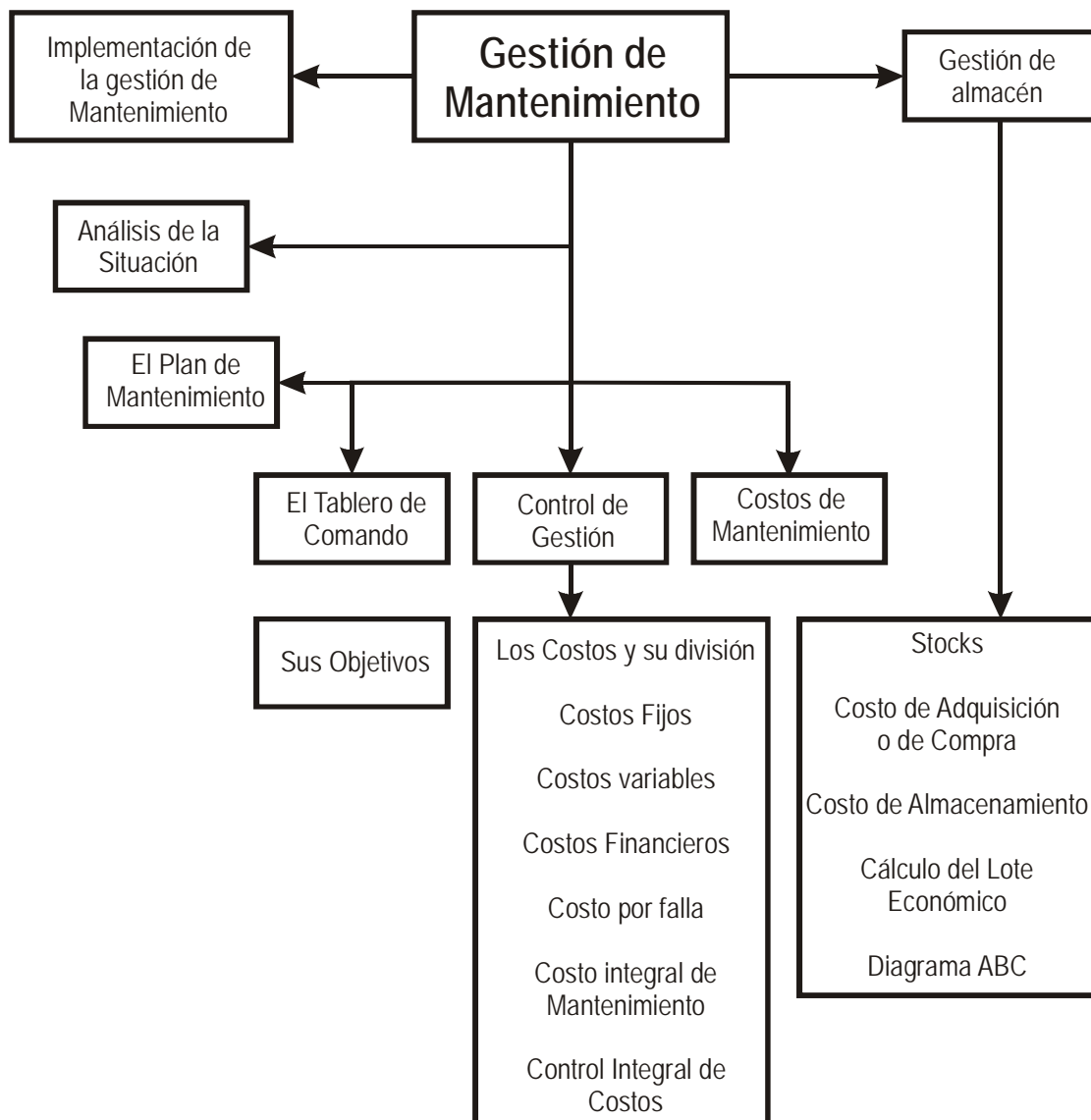


Gestión de Mantenimiento

5.0. Esquema conceptual de la unidad



En esta unidad estudiaremos:

- Implementación de la gestión de mantenimiento
- Análisis de la situación
- El plan de mantenimiento
- El tablero de a bordo
 - Metodología para la definición del tablero de a bordo
- Control de Gestión
 - Los objetivos del Control de Gestion
 - Factores que inciden en un sistema de control de gestión
 - Instrumentos de un sistema de control de gestión
 - Conclusiones
- Costos de mantenimiento
 - Los costos y su división
 - Costos fijos
 - Costos variables
 - Costos financieros
 - Costo por falla
 - Costo integral de mantenimiento
 - Control integral de costos
- Gestión de almacén
 - Stocks
 - Costo de adquisición o de compra
 - Costo de almacenamiento
 - Cálculo del lote económico
 - Diagrama ABC

5.1. Desempeño de la Gestión de Mantenimiento

El desempeño de la gestión de mantenimiento se basa en actuar sobre todos los aspectos de importancia para el óptimo funcionamiento de la empresa.

El departamento de mantenimiento no debe limitarse solamente a la reparación de las instalaciones, sino también debe pilotear los costos de mantenimiento, recursos humanos y almacenes a fin de desarrollar una óptima gestión de mantenimiento.

5.2. Implementación de la Gestión en Mantenimiento

La implementación de la gestión en mantenimiento, tiene como primera fase **definir un plan directriz de actuación**.

Este plan debe establecer la descripción de las diferentes etapas que se llevarán a cabo para la implementación definitiva de la gestión de mantenimiento, que deberá guardar coherencia con el plan estratégico de la empresa.

5.3. Análisis de la Situación

Para la elaboración del plan es necesario realizar un análisis de la situación de la empresa y de su entorno, las características de funcionamiento y los recursos con que cuenta. En esta etapa descubrimos qué es lo que realmente estamos haciendo, y cómo lo estamos desarrollando.

Nos interesa conocer cuáles son las instalaciones de la empresa, sus características particulares, el estado de situación del almacén de repuestos y sus recursos, como así también los recursos humanos.

5.5. El Plan de Mantenimiento

Para realizar el plan es conveniente aplicar el método por fases denominado P.D.C.A. que se basa en la aplicación de un proceso de acción cíclica que consta de cuatro fases fundamentales, indicadas en el siguiente esquema.

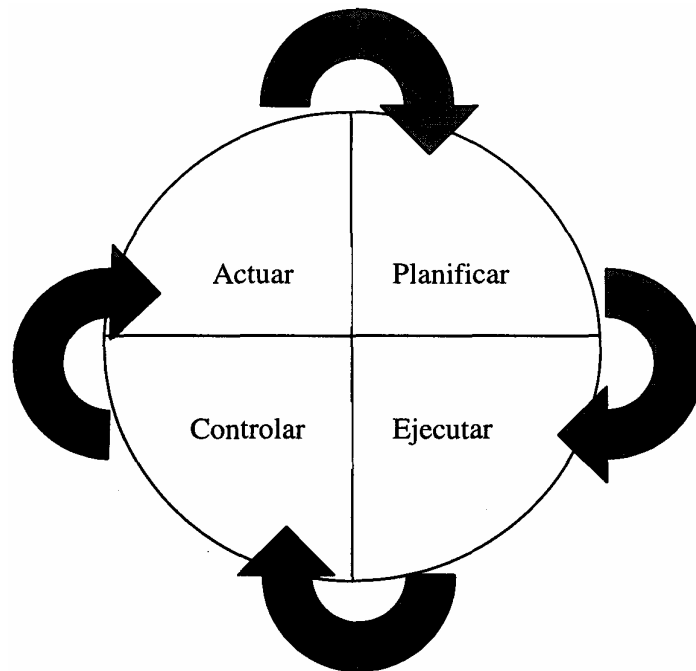
P.D.C.A. significa:

P = Plan = Planificar

D = Do = Ejecutar

C = Check = Controlar

A = Act = Actuar



En base a este proceso se desarrolla el plan directriz de actuación, que consta de las siguientes etapas:

Planificar: en base a la situación actual y los recursos de que se disponen, debemos definir los objetivos que queremos cumplir con la gestión de mantenimiento y realizar el plan de mantenimiento, fijar los objetivos, e ir avanzando y asegurando cada uno de ellos, cuanto más concreto sea el objetivo a cumplir, será más fácil alcanzarlo.

Ejecutar el plan: una vez fijado el punto de partida y los objetivos a los que se quiere llegar, debemos gestionar los recursos disponibles para lograrlos.

Controlar: es necesario evaluar el grado de cumplimiento de los objetivos marcados, el control de los resultados se realizará en comparación con las metas prefijadas.

Actuar: si existen desviaciones entre el modelo prefijado y los resultados, se debe proceder a corregir actuando sobre la planificación y la ejecución, estableciéndose así la retroalimentación al sistema.

5.5. El Tablero de a Bordo

El tablero de a bordo es la exposición dinámica del diagnóstico del servicio de mantenimiento.

Es un conjunto de informaciones seleccionadas y ordenadas que caracterizan el estado y evolución del servicio de mantenimiento.

De allí que el tablero de a bordo es el producto final de un sistema integrado de información para el control de gestión, su función es informar a la dirección, a través de ratios, la marcha de la gestión, el grado de cumplimiento de los objetivos estratégicos, tácticos y operativos.

5.5.1. Metodología para la Definición del Tablero de a Bordo

Para la elaboración de un tablero de a bordo es necesario seguir un método adecuado y es por ello que proponemos cumplir con los peldaños que a continuación proponemos:

- Conocer y entender cuál es la principal actividad, comprender la visión, la misión, la estrategia, los recursos humanos, técnicos, financieros, e infraestructura.
- Detectar las áreas importantes donde se realizará el diagnóstico y reconocer: áreas de éxito, aquellas que crean ventajas competitivas, y áreas de riesgo que son aquellas en las que se encuentran las debilidades.
- Definir los factores de éxito de cada área de diagnóstico.
- Definir los indicadores que representan los factores de éxito.
- Definir las relaciones entre datos que provienen de la información básica, capaces de generar los indicadores del tablero.
- Definir los cuestionarios que permitan evaluar los aspectos cualitativos más importantes para el diagnóstico.
- Determinar los límites dentro del cual debe encontrarse el valor de un indicador para ser considerado una fortaleza o una debilidad.
- Establecer la dirección y sentido de las tendencias de los indicadores.
- Presentar gráficos y cuadros que muestren la información de manera que su lectura resulte rápida y de comprensión directa.
- Establecer los medios de validación de la información básica primaria.

5.5.2. Análisis del tablero de a bordo

De su análisis se podría deducir:

- Si el trayecto en general de la misión se mantiene dentro de un rumbo prefijado.
- Si los resultados de las tácticas implementadas son los esperados o se han salido fuera de tolerancia.
- Qué objetivos deberían ser revisados o cambiados.
- Quién o quiénes han tenido un desempeño por encima o por debajo de lo previsto.

Logrado el primer objetivo del control de gestión que consiste en definir la información, será necesario asegurar el mantenimiento y validación permanente de esa información.

Para esto el control de gestión debe procederse a convertir ese cúmulo de información simple en información secundaria, más pulida, más apropiada para la toma de decisiones tanto tácticas como estratégicas.

La información secundaria es la que reside en el tablero de a bordo.

A fin de administrar y ordenar la información, podemos dividirla en **tres etapas**:

- La primera etapa consiste en crear y mantener la información básica.
- La segunda consiste en el manipuleo y cruzamiento de los índices y evaluaciones. En él, se exponen los sensores encargados de vigilar la marcha de la organización, brindando en tiempo y forma las mediciones necesarias para contar con el adecuado diagnóstico de la situación.
- La tercera etapa cuyas conclusiones también integran el tablero de a bordo, implica una tarea mucho más compleja y comprometida: consiste en aplicar una suma de conocimientos, experiencia e idoneidad, para extraer conclusiones válidas y certeras acerca del significado de los indicadores obtenidos.

Si tenemos en cuenta las **variables, índices y evaluaciones** es conveniente referirse a **tres perspectivas de tiempo** fundamentales:

- 1) La historia ¿Cómo ha evolucionado la situación de los índices y variables través del tiempo, antes del presente?
- 2) El presente ¿Cuál es la situación real de hoy?
- 3) La tendencia hacia el futuro ¿Cómo se piensa que evolucionarán esos mismos indicadores y variables en el futuro?

5.5.3. Ratios de mantenimiento

Un ratio es un indicador del tablero de a bordo formado por la relación de dos dimensiones cuantificadas que pueden ser de naturalezas diferentes.

$$\text{Ejemplo} = \frac{\text{Gasto Total de Mantenimiento}}{\text{Unidades de Producción}}$$

El indicador permite la comparación de datos externos o internos

A continuación veremos a modo de ejemplo algunos ratios

Indicador de Costo de Mantenimiento

Indicador de Costo de Mantenimiento por Facturación (*)

Este índice nos expresa la relación entre el costo total de mantenimiento y la facturación de la empresa en el período considerado.

(*) Estos indicadores figuran en la tabla de ejemplo, que se encuentra mas adelante.

$$CMFT = \frac{CTMN}{FTEP}$$

Su cálculo es fácil dado que los valores, tanto del numerador como del denominador, son normalmente procesados por el área de contabilidad de la empresa. En 1990 se realizó una investigación en empresas brasileñas de diversos segmentos industriales, que indicó que el gasto medio de mantenimiento con relación a la facturación en Brasil es mayor que en Japón, Estados Unidos y Gran Bretaña.

Indicador de Progreso en los esfuerzos de Reducción de Costos (*)

Este índice expresa la relación entre el trabajo en mantenimiento programado y el índice anterior.

$$PERC = \frac{TBMP}{CMFT}$$

Indica la influencia de la mejoría o empeoramiento de las actividades de mantenimiento bajo control (TBMP) con relación al costo de mantenimiento por facturación, habiendo sido originalmente definido teniendo en el denominador el índice de componente del costo de mantenimiento arriba indicado.

Indicador de Mano de Obra Externa (*)

El presente índice revela la relación entre los gastos totales de mano de obra externa como contratación eventual y/o gastos de mano de obra proporcional a los servicios de contratos permanentes, y la mano de obra total empleada en los servicios (propia y contratada), durante el período considerado.

$$CMOE = \frac{(\text{Totalidad})CMOC}{(\text{Totalidad})(CMOC + CMOP)}$$

En el cálculo de éste pueden ser considerados todos los tipos de mano de obra externa o por especialización.

La incidencia constante de valores diferentes a cero para este índice puede indicar que el cuadro de personal de ejecución es insuficiente o mal preparado para algunas actividades.

Indicador de Costos de Mantenimiento por Producción

Este indicador nos muestra la influencia que tiene el costo de mantenimiento en el costo final del producto normalmente puede rondar el 5% a 12%.

$$CMPP = \frac{\text{Costos de Mantenimiento Totales}}{\text{Costos de Producción}}$$

Indicador de Costos de Mantenimiento por Valor Inmovilizado

Este indicador muestra la relación entre el costo de mantenimiento y el valor inmovilizado, nos pone de manifiesto el grado de envejecimiento de la instalación a mantener, puede rondar entre el 4% y el 5%.

$$CMPV = \frac{\text{Costos de Mantenimiento Totales}}{\text{Valor Inmovilizado Bruto (Máquinas y equipos)}}$$

Indicador de Costos de Mantenimiento Preventivos por Mantenimientos Totales

Este indicador pone de manifiesto el grado de utilización de técnicas preventivas frente a las correctivas, este puede rondar el 20%.

$$CPCT = \frac{\text{Costo del Preventivo}}{\text{Costos Totales de Mantenimiento (preventivo + correctivo)}}$$

Indicadores de Mano de Obra

Horas de paro por horas realizadas

Este indicador nos muestra la relación entre las horas empleadas para la producción y las de paro del equipo por averías. Al tomar las horas de paro en lugar del número de averías introducimos en la relación un concepto de gravedad de las averías. Al tomar las horas de producción realizadas, también estamos considerando la tasa de inutilización del equipo la cual generalmente oscila entre el 1% y el 3%.

$$HPPH = \frac{\text{Horas de Paro por Mantenimiento}}{\text{Horas de Producción Realizadas}}$$

Trabajo en Mantenimiento Preventivo (*)

Nos señala la relación entre las horas hombres gastados en trabajos programados en mantenimiento preventivo y las horas hombres disponibles, entendiéndose por horas hombres disponibles, aquellos presentes en la instalación y físicamente posibilitados de desempeñar los trabajos requeridos.

$$TB MP = \frac{(\text{Totalidad}) HHMP}{(\text{Totalidad}) HHDP}$$

Trabajo en Mantenimiento Correctivo

Es la relación entre las horas hombres gastados en reparaciones de mantenimiento correctivo y las horas hombres disponibles.

$$TBCM = \frac{(\text{Totalidad}) HHMC}{(\text{Totalidad}) HHDP}$$

Otras Actividades del Personal de Mantenimiento (*)

Indica la relación entre las horas hombres gastados en actividades no ligadas a el mantenimiento de los equipos de la unidad de producción, que llamamos servicios de apoyo, y las horas hombres disponibles.

$$OAPM = \frac{(Totalidad) HHSA}{(Totalidad) HHDP}$$

Ociosidad del Personal de Mantenimiento (*)

Demuestra la relación entre la diferencia de las horas hombres disponibles menos las horas hombres trabajadas sobre los hombres horas disponibles, indicando por lo tanto, cuanto del tiempo del personal no fue ocupado en ninguna actividad.

$$OCPM = \frac{(Totalidad)[HHDP - HHTM]}{(Totalidad) HHDP}$$

Exceso de Servicio del Personal de Mantenimiento

Nos muestra la relación entre la diferencia de las horas hombres trabajadas y disponibles, y las horas hombres disponibles, indicando por lo tanto, cuanto del tiempo del personal fue ocupado por arriba de la carga normal de trabajo.

$$ESPM = \frac{(Totalidad)[HHTP - HHDP]}{(Totalidad) HHDP}$$

Personal, Gasto en Entrenamiento Interno (*)

Nos da la relación entre las horas hombres utilizadas en entrenamiento interno y las horas hombres disponibles.

$$PETI = \frac{(Totalidad) HHEI}{(Totalidad) HHDP}$$

Clima Social Movimiento de Personal (*)

Es la relación entre el efectivo medio en los “M” meses precedentes y la suma de ese efectivo con el número de transferencias y renuncias voluntarias.

$$CSMP = \frac{(Totalidad) EMMM}{(Totalidad)(EMMM + NOTR + NODV)}$$

No todas las empresas permiten que éste índice sea calculado debido a que el mismo muestra la insatisfacción del personal. Siendo calculado, la disminución -debajo de uno- puede alertar a los gerentes que alguna cosa está afectando la motivación del personal -salario, tratamiento, riesgos, etc.- lo cual agotado y solucionado, puede traer mejores índices de producción.

Efectivo Real o Efectivo Medio Diario (*)

Demuestra la relación entre las horas hombres apartados por vacaciones, accidentes, enfermedades, salidas permitidas con pago, entrenamiento externo, apoyo a otra área y faltas no pagadas y las horas hombres efectivas.

$$EFMD = \frac{(Totalidad)_{HHAF}}{(Totalidad)_{HHEF}}$$

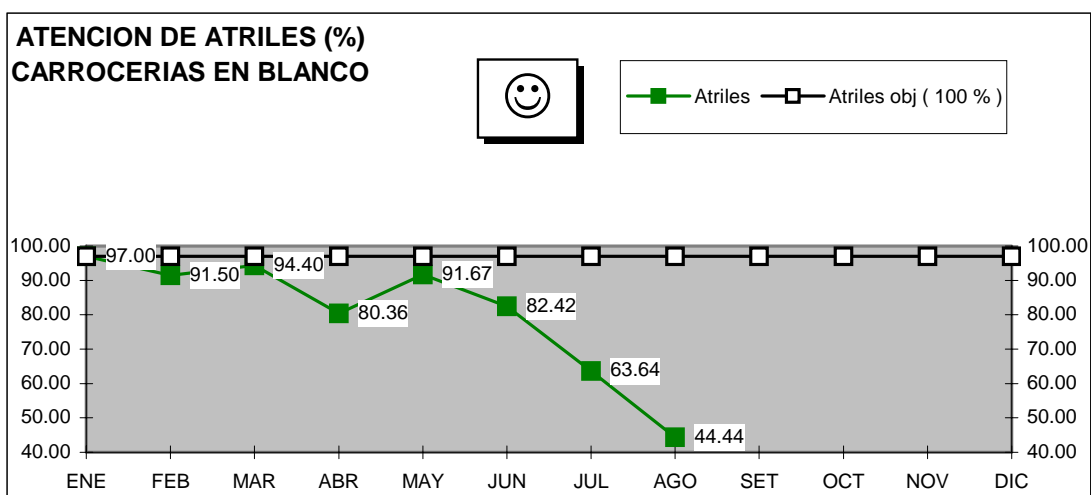
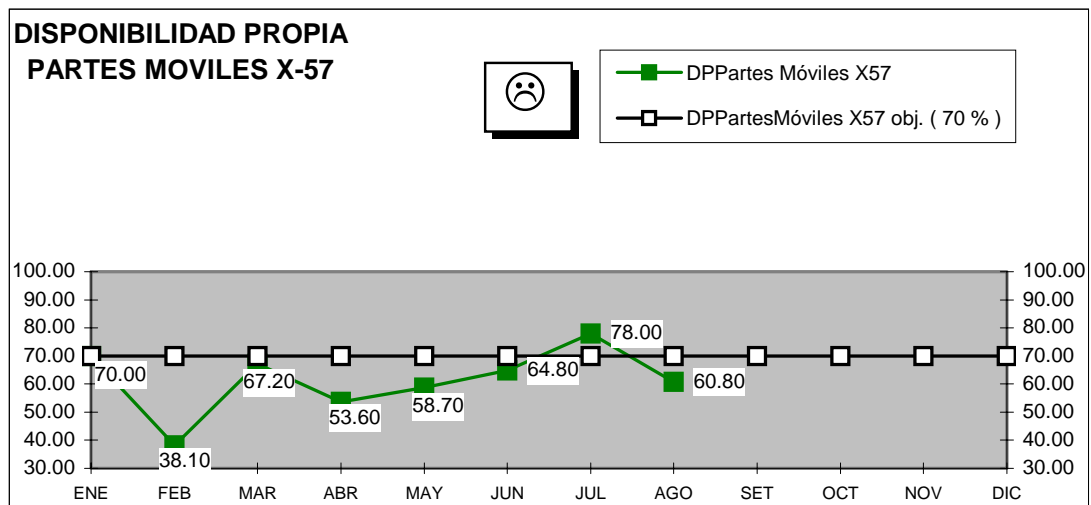
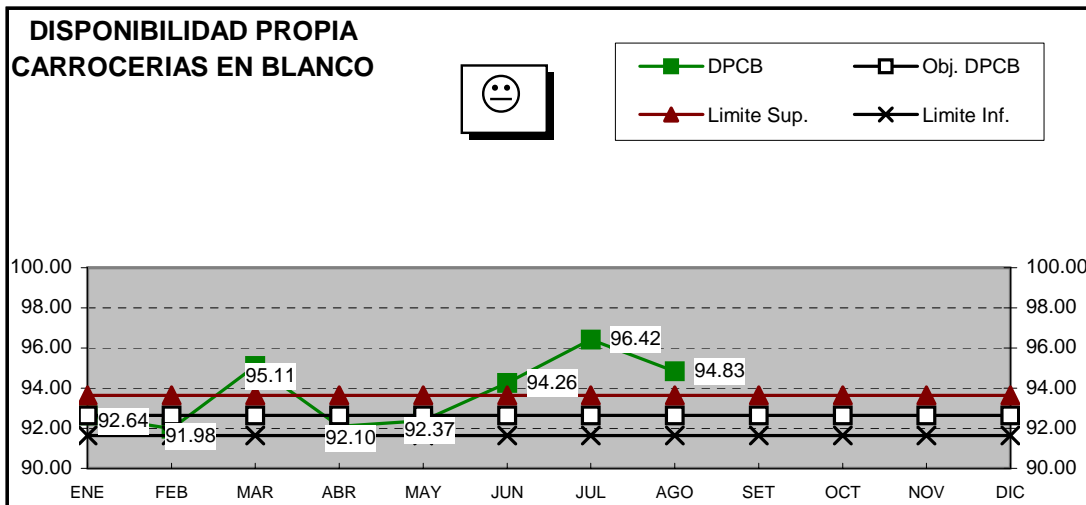
El valor simétrico de éste índice (1 – EFMD), muestra la fuerza de trabajo real del período, toda vez que pasará a relacionar las horas hombres disponibles en relación al efectivo. Su cálculo puede indicar la necesidad de un estudio del plan de vacaciones -elemento que más influye en el cálculo del numerador-, o la incidencia de otro evento como accidente, faltas no pagadas, etc., que requiera la atención del supervisor.

Índices de Mantenimiento

INDICES \ MESES	ABR 91	MAY 91	JUN 91	JUL 91	AGO 91	SET 91	OCT 91	NOV 91	DIC 91	ENE 92	FEB 92	MAR 92
1 TBMP = $\frac{HHMP}{HHDP}$	0,21	0,14	0,10	0,15	0,22	0,31	0,48	0,51	0,49	0,57	0,54	0,53
2 TBMC = $\frac{HHMC}{HHDP}$	0,72	0,86	0,79	0,81	0,74	0,62	0,51	0,41	0,20	0,11	0,10	0,09
3 OAPM = $\frac{HHS A}{HHDP}$	0,21	0,17	0,05	0,02	0,05	0,10	0,19	0,06	0,04	0,02	0,02	0,02
4 PETI = $\frac{HHEI}{HHDP}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02
5 PERC = $\frac{TBMP}{CMFT}$	2,10	0,93	0,66	0,83	1,22	2,07	6,00	7,29	16,33	28,50	27,00	53,00
6 OCPM = $\frac{HHDP - HHTM}{HHDP}$	-0,14	-0,17	0,06	0,02	-0,01	-0,03	-0,18	0,02	0,28	0,30	0,34	0,36
7 CMOE = $\frac{CMOC}{CMOC + CMOP}$	0,33	0,31	0,00	0,004	0,00	0,07	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8 CSMP = $\frac{EMMM}{EMMM + NOTR + NODV}$	0,95	0,93	1,00	1,00	0,97	0,98	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
9 EFMD = $\frac{HHEF - HHAF}{HHEF}$	0,96	0,97	0,95	0,88	0,93	0,97	0,96	0,95	0,87	0,75	0,73	0,97

A continuación citamos algunos ejemplos de gráficos de control, que fueron construidos en base a datos extraídos del tablero de control y toman como referencia lo planificado comparándolo con lo medido. *4

*4 Los datos fueron cedidos gentilmente por la Empresa Renault Argentina y por razones estratégicas no se especifica el año.



5.6. Control de Gestión

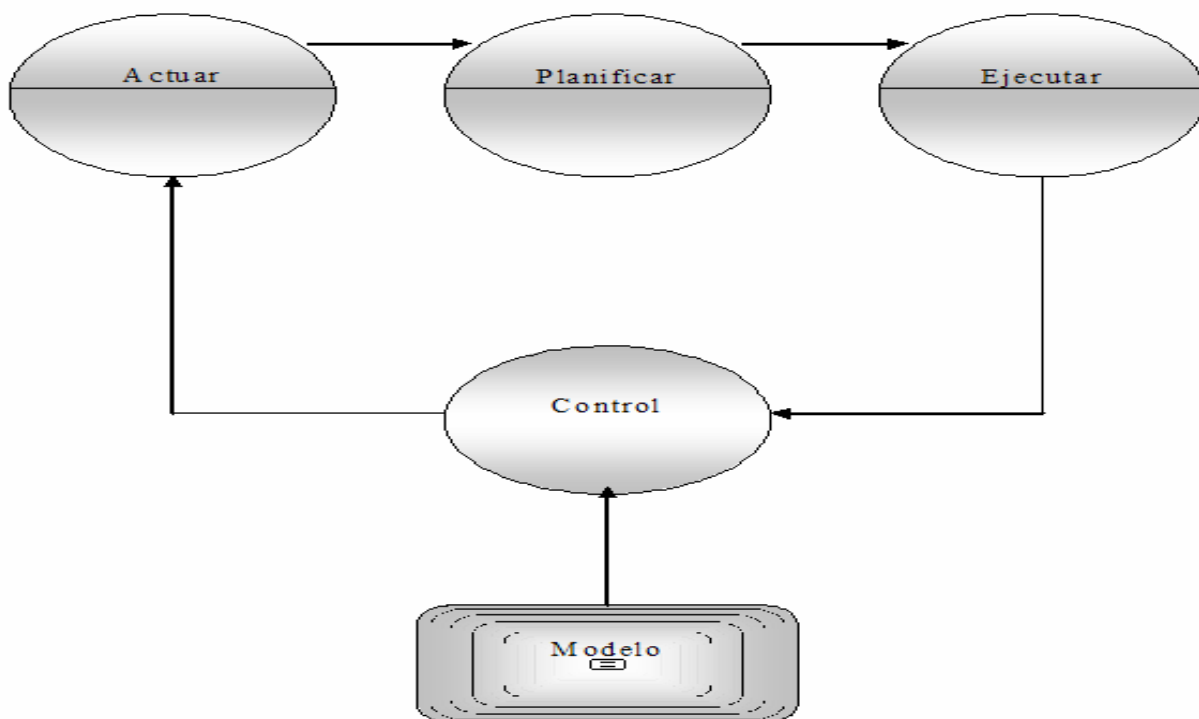
El control de gestión **es el conjunto de indicadores** que señalan oportunamente la **necesidad de ajustar la acción** a través de decisiones extraordinarias o ajustar los planes vigentes.

5.6.1. Los objetivos del control de gestión

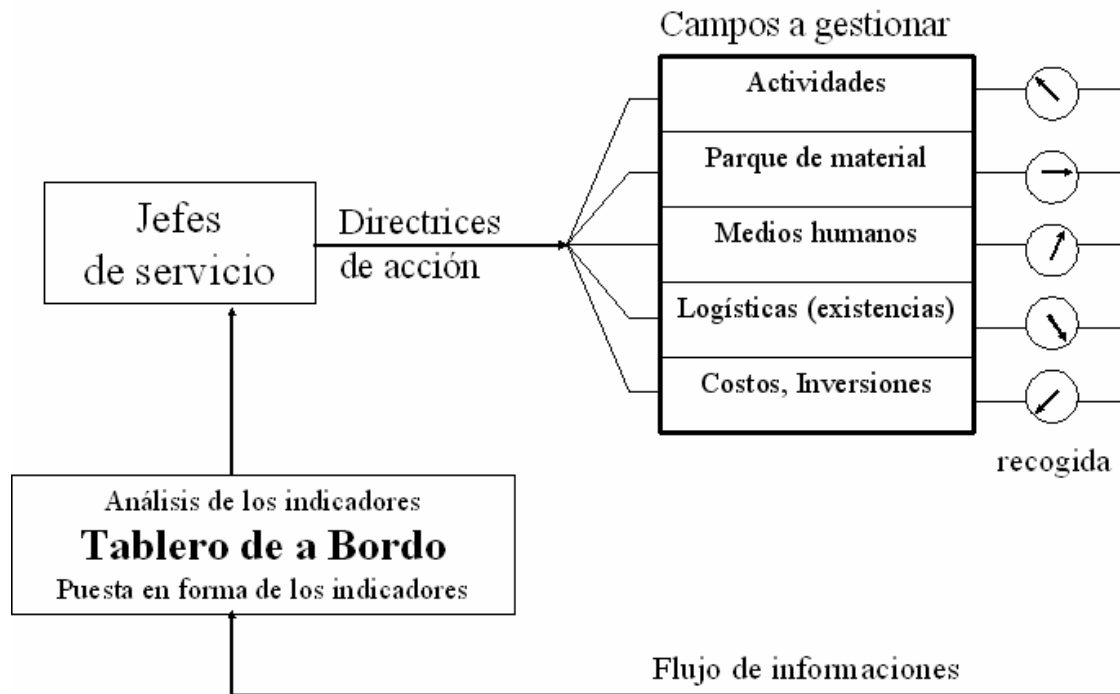
- Garantizar que las acciones y decisiones correspondan a los objetivos de mantenimiento y no a intereses sectoriales o personales.
- Proporcionar una rápida visión de conjunto integral.
- Verificar el cumplimiento de los objetivos planificados.
- Ayudar a la toma de decisiones de acción y replanteamiento.
- Utilización eficiente de recursos.
- Encaminar los esfuerzos en forma coherente en dirección a los objetivos de la organización.
- Optimizar los sistemas de comunicación.
- Coordinación eficiente de tareas y procedimientos.
- Promover el estilo de dirección participativo.

En el siguiente diagrama de gestión interactiva se indica la etapa de control

El siguiente esquema muestra su aplicación a mantenimiento.



Modelo Interactivo de gestión



5.6.1. Factores que Inciden en un Sistema de Control de Gestión

Los factores que inciden en un sistema de control de gestión están ligados al ritmo del cambio e innovaciones, al tiempo que es necesario para conocer la reacción ante una determinada acción y a la variedad y cantidad de centros de responsabilidad.

Los ámbitos de aplicación de control son los centros de costos, los de beneficios y aquellos en que por el tipo de empresa, sean relevantes.

En estos sistemas es importante, la eficacia del sistema de contabilidad como instrumento de dirección, la subsistencia de incentivos como base motivacional, la identificación de puntos clave de control, la selección de indicadores adecuados, la definición de parámetros de comparación y la asignación de atributos para cada indicador.

5.6.2. Instrumentos de un Sistema de Control de Gestión

Dentro de los más útiles y frecuentes podemos mencionar al diagrama de proceso, flujo, forma y procedimientos, el diagrama de disposición de máquinas, el cuestionario de eficiencia operativa, el de estudio de tiempos y métodos y el de validación de controles por técnicas de muestreo.

5.6.3. Conclusiones

El control de la gestión, es la herramienta que la dirección necesita, importante para encarar con posibilidades de éxito y luchar por la competitividad, la rentabilidad y la eficiencia.

El informe de la gestión, se nutre a partir de los datos presentes en el sistema de información, ofrece el tablero de control como elemento fundamental para el diagnóstico y la toma de decisiones.

5.7. Costos de Mantenimiento

Tenemos que destacar la importancia que tiene en mantenimiento conseguir que los costos sean lo más bajo posible.

El costo de mantenimiento en las reparaciones es un componente -entre otros- del precio del producto, independientemente de la gestión del mantenimiento, por lo tanto siempre existirán gastos que se deben asumir, y veremos como influyen los gastos de mantenimiento en los costos generales de la empresa.

Los costos de mantenimiento de un producto se sitúa sobre el 5-12 % del total.

5.7.1. Los Costos y su División

Los costos de mantenimiento según los diferentes aspectos, podemos agruparlos en cuatro bloques:

CFJ: Costos Fijos

CV: Costos Variables

CFN: Costos Financieros

CFA: Costo por Falla

5.7.2. Costos Fijos

La principal característica de estos costos es que no dependen del volumen de la producción y de las ventas.

Dentro de estos costos podemos destacar el personal administrativo, el de limpieza, la mano de obra indirecta, las amortizaciones, los alquileres y el propio de mantenimiento, entre otros.

Estos costos fijos de mantenimiento están compuestos, principalmente, por la mano de obra y materiales necesarios para realizar el mantenimiento preventivo.

Este gasto tiende a asegurar el estado de la instalación a medio y largo plazo. La disminución del presupuesto y recursos destinados a este gasto fijo, limita la cantidad del mantenimiento preventivo aunque en un primer momento supone un ahorro para la empresa. Este ahorro implica un menor índice de fiabilidad en el estado de las máquinas, equipos, instalaciones y sistemas.

5.7.3. Costos Variables

Estos costos son proporcionales a la producción realizada, es decir que son costos que como su nombre lo indica varían conforme a la producción.

Dentro de estos costos se encuentran los de embalaje, materias primas, energía, etc. y los costos variables de mantenimiento, como por ejemplo la mano de obra directa necesaria para el mantenimiento correctivo. Este mantenimiento puede producirse por consecuencia de las averías imprevistas o por las reparaciones que debamos realizar por indicación de los otros tipos de mantenimiento.

Resulta difícil reducir este tipo de erogación en mantenimiento, ya que está directamente ligado a la necesidad de efectuar una reparación para poder seguir produciendo, no obstante se puede reducir este tipo de gasto evitando que se produzcan averías en forma inesperada.

5.7.4. Costos Financieros

Los costos financieros referidos al mantenimiento son los que surgen tanto del valor de los repuestos como también las amortizaciones de las máquinas que se encuentran en reserva para asegurar la producción.

Los costos del almacenamiento de los repuestos en el almacén, necesarios para poder realizar las reparaciones implican un desembolso de dinero para la empresa, que limita su liquidez. Si los repuestos son utilizados con cierta frecuencia nos encontramos con un costo financiero bajo, dado que esta inversión contribuye a mantener la capacidad productiva de la instalación. Sin embargo, cuando los las piezas de recambios tardan mucho tiempo en ser utilizados, estamos frente a un costo financiero alto, ya que no produce ningún beneficio para la empresa.

Dentro de estos costos financieros debe tenerse en cuenta el costo que supone tener ciertas instalaciones o máquinas duplicadas para obtener una mayor fiabilidad, para ello es necesario montar en paralelo una máquina o instalación similar que permita la reparación de una de ellas, mientras que la otra sigue funcionando. El costo de esta duplicidad suele no tenerse en cuenta a la hora de los cálculos de los costos de mantenimiento.

5.7.5. Costo por Falla

Estos costos generalmente implican una mayor significación pecuniaria, premisa que se cumple tanto para empresas productivas como para empresas de servicios.

El costo por falla se refiere al costo o pérdida de beneficio que la empresa tiene por causas relacionadas directamente con mantenimiento.

Empresas Productivas

En este tipo de empresas los costos de falla se deben fundamentalmente a:

- Pérdidas de materia prima.
- Descenso de la productividad de la mano de obra como consecuencia de la realización de reparaciones por parte de mantenimiento.
- Pérdidas de energía por malas reparaciones o por no realizarlas, como ejemplo podemos citar las fugas de vapor, aislamientos térmicos defectuosos, etc.

- Rechazos de productos por falta de calidad adecuada.
- Producción perdida durante la reparación no programada.
- Contaminación del medio ambiente, debido a reparaciones realizadas en forma defectuosa o por no haberlas realizado, estas implican desembolsos importantes de dinero para la empresa.
- Averías que pongan en riesgo a las personas o a las instalaciones.

A los costos que pueden generar estos hechos se les debe adicionar el importe de las reparaciones para volver a la normalidad. En muchos casos el costo directo de la reparación puede ser pequeño frente al costo por falla que se puede originar.

El costo de falla en empresas productivas será mayor en la medida que mayor sea la automatización y la amortización de la instalación. En una situación más comprometida respecto de estos costos, se encontrarán las empresas que trabajan con el método Just in Time, cero stock.

Se podría calcular en forma simplificada el costo por falla, sumando los costos fijos durante el tiempo de la reparación más el beneficio que se deja de obtener la empresa en este mismo período.

Empresas de Servicios

En estos casos es difícil cuantificar el costo de la falla, no obstante pueden tomarse indicadores como el tiempo necesario para realizar las reparaciones y el tipo de avería, cuantificándolas.

En este tipo de empresa la falta de producción no será un factor dominante del costo de falla, sin embargo puede tener efectos indirectos como por ejemplo: si en una confitería falla continuamente la iluminación o se rompe con frecuencia la cafetera o la caja registradora, el costo por falla puede originar la pérdida de clientela e imagen.

Otro ejemplo representativo puede ser: una empresa de transporte de carga, a la cual no se le realiza el correspondiente mantenimiento preventivo, y por tal motivo los medios de carga (camiones, aviones, barcos) sufren fallas periódicas, lo que ocasiona el retraso en las entregas de las mercaderías, no permitiendo cumplir con los contratos, teniendo que pagar multas y perdiendo clientela.

5.7.6. Costo Total de Mantenimiento

Si sumamos estos cuatro costos: fijos, variables, financieros y los que se producen por falla, obtendremos el **Costo Total de Mantenimiento**, este costo nos dará una idea global de la gestión de mantenimiento.

$$CTT = \text{Costo Total de Mantenimiento}$$

$$CTT = CFJ + CV + CFN + CFA$$

5.7.8. Costo óptimo o de equilibrio

La Gestión de Mantenimiento debe realizar un control integral de los costos que contemple todos los aspectos relacionados con la empresa, no resulta suficiente conseguir disponibilidades altas o costos bajos.

Este control debe estar dirigido a todos los aspectos que de una u otra manera pasan por sus manos y que afectan el desarrollo de la empresa y la obtención del máximo beneficio posible.

Si recordamos los costos del mantenimiento que hemos visto anteriormente vemos que estos no son independientes entre sí, sino que se relacionan directa o inversamente.

Incrementaremos los costos financieros cuando dispongamos de instalaciones, sistemas, máquinas o equipos duplicados, pero reduciremos los costos por falla. Si aumentamos los costos en mantenimiento preventivo, las fallas reducirán su frecuencia y gravedad, por lo que también lo hará el costo del mantenimiento correctivo. El aumento de los costos del mantenimiento preventivo tiende a disminuir los del correctivo pero en proporciones diferentes. Los costos del correctivo no pueden estimarse con antelación, mientras que los preventivos parten de una planificación.

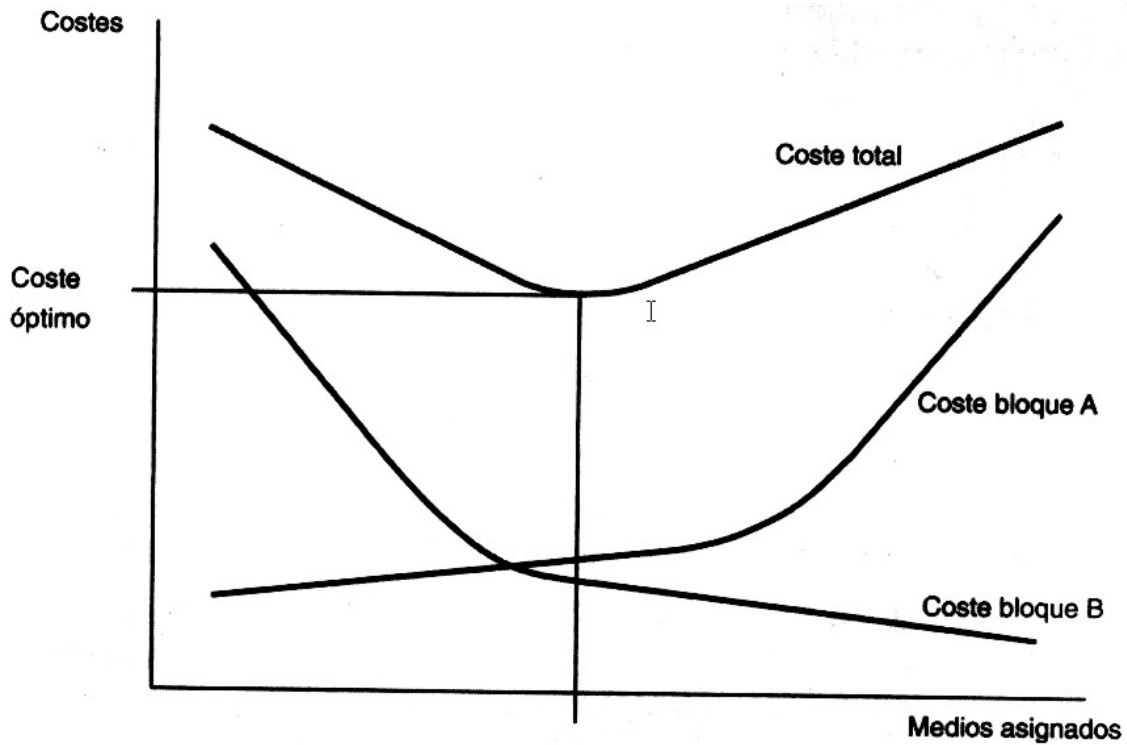
Un exceso en la realización del mantenimiento preventivo acaba por hacer descender la disponibilidad al necesitar que el equipo esté fuera de servicio más de lo necesario.

También habrá que analizar la posibilidad de realizar mantenimiento predictivo, ya que este ayudará también a reducir el mantenimiento correctivo. Este tipo de mantenimiento reduce su costo en la medida que aumentan las máquinas y equipos a controlar.

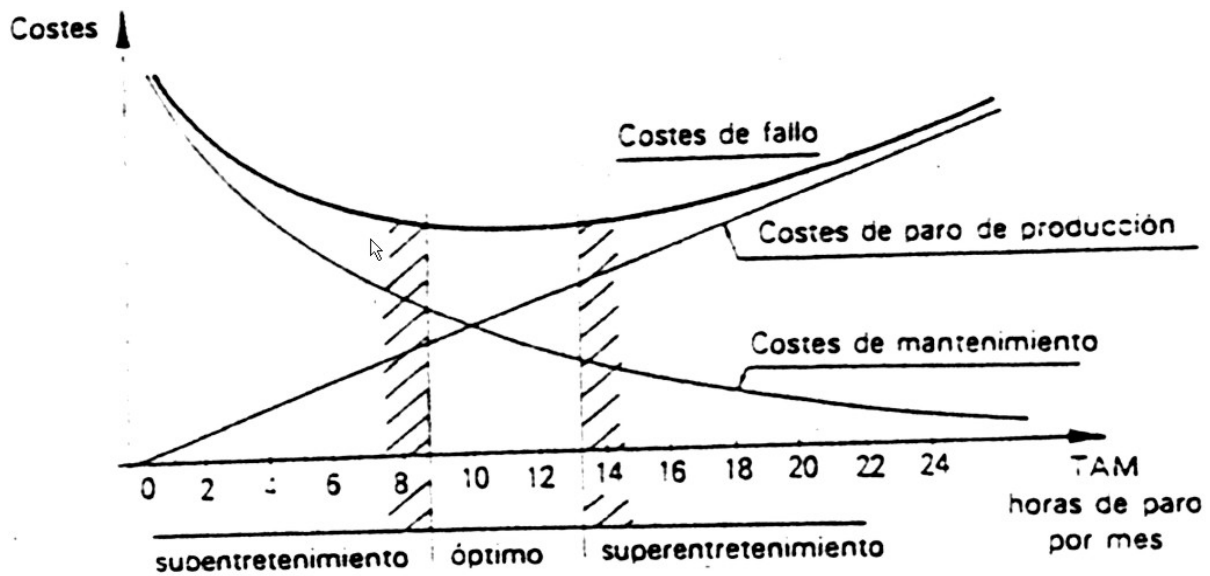
Es menester establecer un **equilibrio en los costos** para llegar a un **costo óptimo**. La gestión propia de mantenimiento debe buscar el punto de menor costo y adecuar la aplicación de los distintos tipos de mantenimiento para mantenerse en un punto.

Para encontrar este costo óptimo se pueden desagregar sus componentes, realizar una tabla, graficarlos y de esta forma encontrar el punto de menor valor sobre la curva de costos totales; este será entonces el costo óptimo o de equilibrio.

Bloque A	Bloque B
Mano de obra mantenimiento preventivo	Mano de obra mantenimiento correctivo por averías
Mano de obra mantenimiento programado	Repuestos para averías
Repuestos programados I	
Mano de obra indirecta	Costes de fallo
Pinturas, lubricantes, etc.	
Costes financieros	Costes energéticos
Paradas para mantenimiento preventivo	Costes ambientales



Otro punto de equilibrio en los costos es el por falla como indica el siguiente gráfico



5.8. Gestión de Almacén

Generalmente el departamento de compras es el encargado de gestionar el almacén que suministra elementos a distintos sectores. Bajo el punto de vista de este departamento, se intentará tener un almacén con el mínimo valor posible, en tanto que al departamento de mantenimiento le interesará tener un almacén completo con todas las piezas y repuestos para realizar las distintas actividades de mantenimiento que pudiesen surgir, esto traerá aparejado contar con un stock elevado, surgiendo así una oposición de intereses entre los distintos sectores de una misma empresa.

Para gestionar el almacén con eficiencia tenemos que tener presente los siguientes criterios:

- 1) Tener un mínimo de stock sin movilizar en el almacén.
- 2) Fijar un valor máximo de rotura de los stocks.

5.8.1. Stocks

Se define como **Stock aquella cantidad de materia prima, materiales y elementos en general que se almacenan, para su posterior empleo.**

Este uso futuro puede destinarse a:

- Alimentación de una línea de producción
- Ventas por mayor y menor
- Mantenimiento de máquinas y equipos
- Abastecimientos de elementos de consumo desde un depósito central

En cualquiera de los casos sería necesario disponer de un gran capital y de hecho esto provoca escasez del mismo para efectuar otras inversiones, además de la necesidad de contar con grandes locales para almacenamiento, corriendo con el riesgo del deterioro del material u obsolescencia del mismo. Por lo tanto, es necesario analizar y encontrar un punto de equilibrio entre las desventajas ya mencionadas y las ventajas de tener artículos siempre que se los necesite a un costo menor de adquisición, no sólo por hacerlo en cantidad, sino también por los gastos directos que ocasiona el acto de comprar. Se advierte, en consecuencia, que las desventajas superan a las ventajas. Sin embargo, ¿Cómo se efectúa el balance económico que permita conocer cuánto y cuándo se debe comprar? La teoría de los Stock da la respuesta a esta pregunta.

Elementos que intervienen en la teoría de los Stock:

- 1) Costo de Adquisición o de compra (C_a)
- 2) Precio de compra del artículo (b)
- 3) Costo de almacenamiento (C_{alm})
- 4) Cantidad que se mantiene en stock (q)

5.8.2. Costo de adquisición o de compra

El costo de adquisición o compra depende en general de:

- La elección de los proveedores a quienes solicitar precios
- Consultas para averiguar si posee el artículo en cuestión
- Confección de los pedidos de precios o elaboración del pliego de condiciones

- Envío de la correspondencia
- Recepción y estudio de cada propuesta
- Colocación de la orden de compra
- Seguimiento del proveedor para que cumpla lo establecido
- Recepción, inspección y control del material que envía el proveedor
- Trámites posteriores a la recepción
- Recepción de facturas de proveedores, verificación y seguimiento de documentos de inspección
- Sueldo de personal administrativo

La suma total de todos estos valores, es el **costo total** de colocar una orden de compra y se representa por “**K**”, si se colocan “**n**” órdenes de compras por año, el costo de adquisición será:

K = costo total de colocar una orden de compra

n = número de veces que se compra en el año o frecuencia de compra

C_a = costo de adquisición anual

$$C_a = K * n$$

Llamando:

D = demanda anual del artículo

q = cantidad o lote a comprar

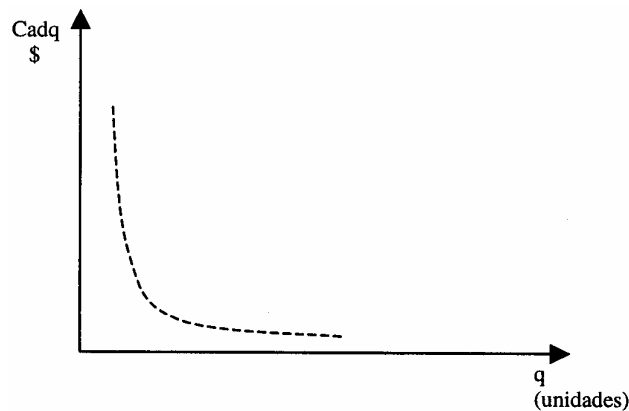
Se tendrá:

$$n = D / q$$

Reemplazando:

$$C_a = K * D / q$$

En un sistema de ejes coordenados, en abscisas se tiene como variable la cantidad o lote q , y en ordenadas el costo de adquisición C_a , se tendrá que la ecuación es la correspondiente a una hipérbola equilátera como se presenta en la siguiente figura.



La constante K de adquisición se puede determinar en forma simplificada, considerando los costos mensuales del departamento compra y de las otras actividades relacionadas, importe que será prorrateado por la cantidad de órdenes realizadas en el mismo período.

Por ejemplo:

	\$
Sueldos con cargas sociales oficina compra	3000
Gastos de oficina compra (papelería, Te., Etc)	2000
Gastos de recepción y administración	2000
Total de gastos promedios por mes	7000

n = cantidad promedio de órdenes por mes: 35

$$K = C_a / n$$

$$K = \$ 7000 / 35 = \$ 200$$

5.8.3. Costo de almacenamiento

El costo de almacenamiento de las existencias incluye todos los gastos que se ocasionan en la empresa por el hecho de disponer de stocks. Por lo general estos costos están integrados por los siguientes elementos:

Tasa de capital: los montos inmovilizados en stock, aún cuando no provengan de un préstamo bancario, están gravados por una tasa denominada “costo de oportunidad”.

Obsolescencia: son los costos en que incurre la empresa debido a que algunas existencias pierden actualidad por los cambios de modelo o avances tecnológicos.

Pérdidas: los materiales almacenados sufren mermas y deterioros por evaporación, humedad, suciedad y otros efectos.

Impuestos: los elementos almacenados son activos gravados por impuestos relacionados a la inversión.

Seguros: los stocks al igual que otros bienes de la industria deben estar cubiertos por seguros contra diversos tipos de riesgos.

Edificación e instalaciones: requeridas por las existencias.

Personal: afectado al depósito o almacén

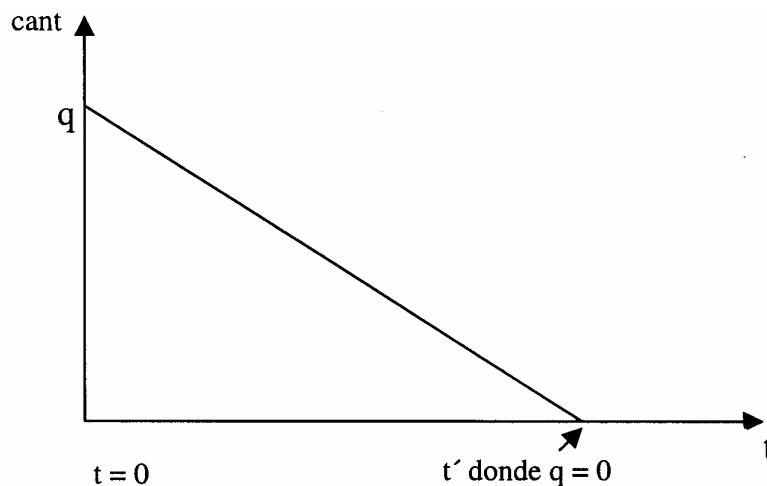
La suma de estos gastos determina una tasa anual de almacenaje que representa lo que cuesta tener en stock un peso material almacenado durante un año, se identifica como:

P = tasa de almacenaje

Se lo expresa en porcentaje y varía según el tipo de material y el cuidado requerido.

Los valores que las empresas toman para la tasa de mercaderías convencionales varían alrededor del 20 por ciento anual. En algunas oportunidades coinciden con los grupos de igual costo de adquisición, algunas materias primas como chapas, barras o tubos pueden tener los mismos K_a y P , lo que facilita su estudio.

Existencia promedio $\frac{1}{2} q$



Se puede considerar que en cualquier período la cantidad promedio es $q/2$.

Si “b” es el valor unitario del material en existencia, el capital inmovilizado será:

$$\text{Cap. Inmov} = \frac{1}{2} q b$$

Conocida la tasa anual de almacenamiento (P), es posible calcular el costo de almacenamiento (C_{alm}) en función del precio del artículo (b), cantidad que se mantiene en stock (q), y tiempo (T).

$$C_{alm} = (1/2) * q * b * p$$

Recordemos que:

q = cantidad o lote a almacenar

b = valor unitario del material

p = tasa de almacenaje

Cálculo del costo total esperado (CTE)

El costo total esperado es una suma de tres términos: uno constante y dos variables.

Los costos variables son los que se han definido como **costo de almacenamiento** y **costo de adquisición**.

El costo constante es el producto del precio de compra del artículo por su demanda. Entonces siendo:

n: Número de veces que se compra

q: Lote de compra

b: Precio de compra del ítem

P: Tasa anual de almacenamiento

D: Demanda anual

CTE: Costo total esperado

Se tendrá que:

$$CTE = K \cdot \frac{D}{q} + \frac{1}{2} q b P + b D$$

El producto $b \cdot D$ es el término constante y no se tendrá en cuenta en este análisis.

Entonces, la suma de términos variables es:

$$cte = K \cdot n + \frac{1}{2} q b P$$

5.8.4. Cálculo del lote económico

Cuando el material a pedir es independiente de otros artículos o subconjuntos, se lo denomina independiente y se utiliza el método clásico de gestión de inventarios.

Cuando las pérdidas de material están relacionadas entre sí, la gestión es dependiente, y las cantidades requeridas se obtienen directamente del Programa Maestro de Producción, determinado por sistemas como el MRP – Planificación de Necesidad de Materiales.

El método tradicional consiste en determinar la cantidad óptima del pedido en función al menor costo total y se lo denomina lote económico.

Recordando que:

D = demanda anual del artículo

K = costo de compra

n = frecuencia de compra/fabricación

q = cantidad o lote de compra/fabricación

p = tasa de almacenaje

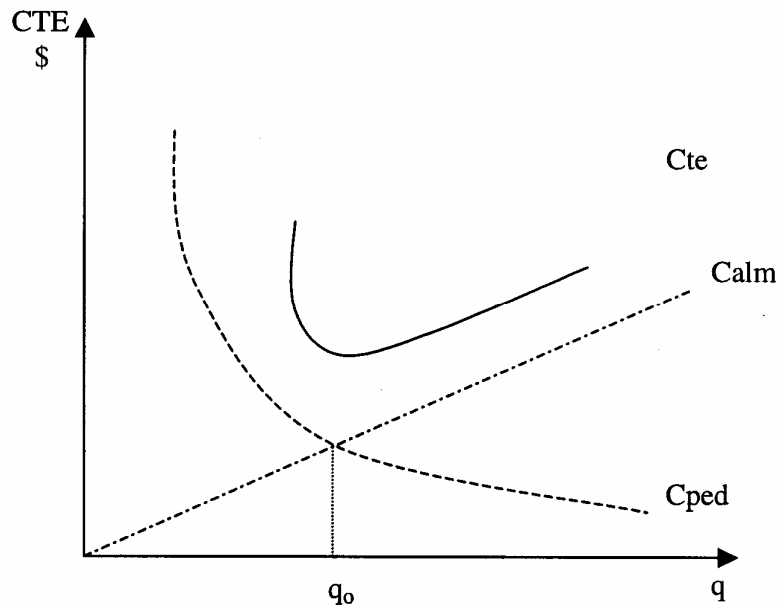
b = costo unitario del artículo

Y según las expresiones

Costo de adquisición $Ca = K \cdot D / q$

Costo de almacenaje $= \frac{1}{2} \cdot q \cdot b \cdot P$

$Cte = Ca + Calm = K \cdot D / q + \frac{1}{2} \cdot q \cdot b \cdot P$



La curva del Cte presenta un mínimo que corresponde al valor del Lote Económico o Lote Óptimo, este valor se encuentra a la altura de la intersección de las líneas que lo componen, el valor costo total es menor cuando los costos de pedido y almacenaje se igualan.

Entonces:

$$(1) K \cdot D / q = \frac{1}{2} \cdot q \cdot b \cdot P$$

Es aconsejable efectuar pocas compras de un ítem, porque así se limitan los gastos derivados de las compras, pero además se sabe que es beneficioso efectuar un número elevado de adquisiciones dado que redundan en menor costo de almacenamiento.

La teoría del lote económico conduce a un equilibrio entre estas dos políticas contemplando los factores positivos de ambas.

Despejando q se de la fórmula (1) se obtiene la fórmula del lote optimo o económico:

$$q_e = \sqrt{\frac{2 K D}{b P}}$$

Donde:

q_e : el lote económico o lote óptimo de compra

K: el costo total de colocar una orden de compra

D: la demanda anual de cada ítem

b: el precio unitario de adquisición de cada ítem

P: la tasa anual de almacenamiento

Ejemplo de aplicación

$$D = 37500 \text{ Kg/año}$$

$$b = 5 \text{ \$/Kg}$$

$$K = \$ 500$$

$$P = 0,30 \text{ tasa año (30\%)}$$

Donde se obtiene:

$$q_o = 5000 \text{ Kg}$$

Determinación de las zonas de igual período de reposición

Ha quedado establecido anteriormente que, conocido el valor del lote económico (q_e), es posible calcular el **período de reaprovisionamiento** (n), por medio de la expresión:

$$n = \frac{D}{q_e}$$

Donde:

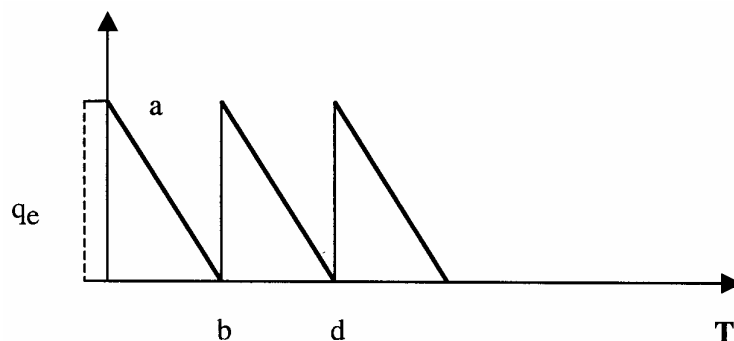
D: demanda

q_e : lote económico

n: período de reaprovisionamiento

Incorporación de factores reales

Hasta ahora el problema analizado se reduce al siguiente esquema:



Partiendo de una situación en la cual el stock es igual al q_e (punto a), se consume hasta $q = 0$ (punto b). En este momento se realiza el reaprovisionamiento instantáneo de una cantidad q_e y el stock se eleva hasta C, para volver a repetir el ciclo n veces.

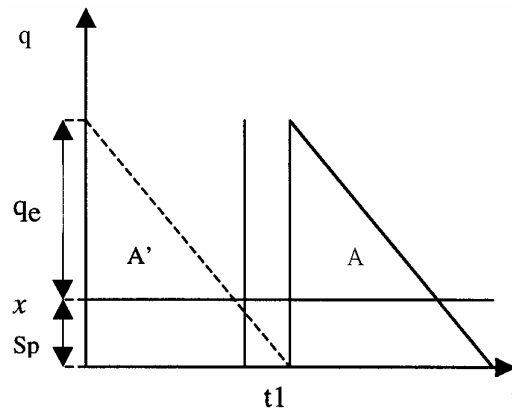
Pero en realidad influyen sobre el esquema dos factores:

- 1) Demora de reaprovisionamiento
- 2) Consumo distinto del previsto

La demora de reaprovisionamiento x puede subdividirse en tres etapas:

- Tiempo que transcurre entre que se detecta la necesidad de efectuar la reposición hasta que el pedido llega al proveedor
- Tiempo que media desde que el proveedor recibe la orden de compra hasta que entrega el material
- Tiempo que transcurre desde que el proveedor entrega el material hasta que llega a depósito

Como el aprovisionamiento no es instantáneo se genera el problema que ocasiona la ruptura del stock. El diagrama real de stock toma la siguiente forma:



En la figura citada se aprecia que el stock se ha incrementado en una cantidad S_p llamada “**stock de protección**”, que tiene por objeto absorber las variaciones producidas por el segundo factor.

Cuando el stock cae por abajo del punto x se realiza un nuevo pedido, transcurre un tiempo t_1 , es este el tiempo que se tiene calculado para realizar el aprovisionamiento, entonces cuando el stock llegaría a cero, tendríamos en ese momento un nuevo aprovisionamiento, este proceso se repite en forma consecutiva, debido a la existencia del stock de seguridad.

Determinación del stock de protección o de seguridad

Es conveniente calcular este stock en función de algún parámetro que permita asignar diversos valores a distintos ítems en función de su importancia.

El stock de protección es un seguro para cubrir imprevistos y su importancia debe estar de acuerdo con la del ítem.

La fórmula para determinar el stock es la siguiente:

$$S_p = H \sqrt{c * d}$$

Donde:

H: factor que depende del riesgo que se asume y es función de:

- Costo de paralización de líneas
- Eficiencia de la inspección
- Calidad final del producto
- Comportamiento del proveedor
- Agotamientos admitidos, etc.

c: consumo diario

d: demora de reaprovisionamiento

Tabla de valores de H

<u>Riesgo que se asume en %</u>	<u>Valor del Factor H</u>
50	0
45	0.13
40	0.26
35	0.39
30	0.53
25	0.68
20	0.85
15	1.04
10	1.29
9	1.35
8	1.41
7	1.48
6	1.56
5	1.65
4	1.76
3.5	1.82
3	1.89
2.5	1.96
2	2.08
1.5	2.17
1	2.33
0.82	2.40
0.62	2.50
0.35	2.70
0.13	3.00
0.10	3.10
0.07	3.20
0.03	3.40
0.02	3.60
0.0072	3.8
0.0032	4.00
0.0003	4.50

El factor H depende también de las frecuencias de pedidos, lo cual permite construir otra tabla que suministra valores de H al igual que la anterior, pero trabajando con dichas frecuencias de compra, evitando así determinar el riesgo en forma arbitraria.

Para ello es necesario fijar la orientación de la empresa en cuanto a lo que de agotamientos permitidos se refiere.

Una política aplicada a artículos muy importantes o críticos y cuya carencia ocasionaría grandes perjuicios como parada de línea, pérdida de clientes, etc.

5.8.5. Diagrama ABC

El **diagrama ABC** es una representación gráfica de un hecho, es una relación entre la cantidad de artículos que componen un inventario, con su consumo anual y su costo unitario y permite determinar cuáles son los artículos verdaderamente representativos en función de la inversión total a efectuar.

Construcción del diagrama ABC

Los elementos necesarios para su construcción son:

- Lista de todos los artículos que se consumen.
- Precio unitario de adquisición de cada ítem.
- Demanda anual de cada ítem. Esta estimación pueda llevarse a cabo partiendo de los consumos anteriores o en base a la producción o venta estimada para el corriente año en base a datos estadísticos oficiales.
- Monto total del capital invertido anualmente.

Determinación de los consumos o demandas anuales valorizadas, se obtiene multiplicando el precio de cada ítem por su demanda anual.

Listado según orden decreciente, colocando en primer lugar el artículo cuya demanda actual valorizada (producto de $b * D$) sea máxima. Se continúa con el elemento que le sigue, según este criterio, y se suma al valor anterior, obteniendo la suma acumulada, hasta llegar al artículo de menor demanda anual valorizada, la suma deberá ser, para ese artículo igual al monto total invertido.

Determinación de las zonas ABC, se considera que en general el 85% del monto invertido está controlado aproximadamente por el 10 o el 15 % de los ítems del inventario.

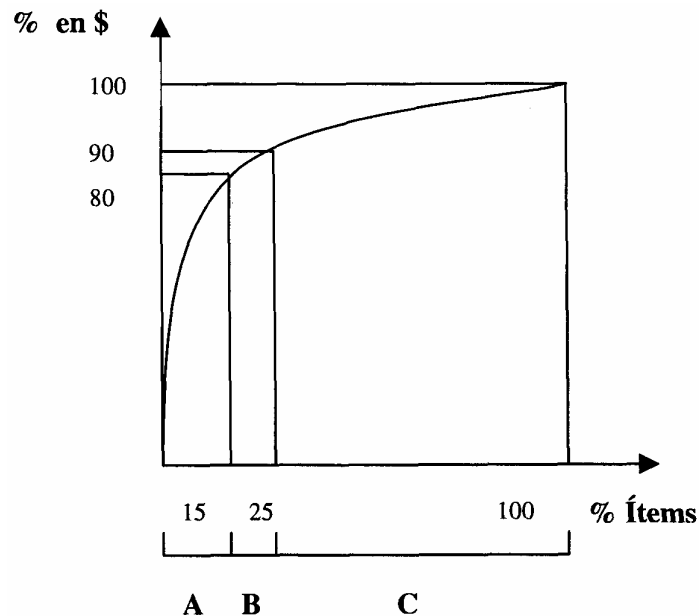
De modo que controlando el 15 % de los artículos, se puede apreciar el correcto desembolso de aproximadamente el 85 % del monto total. Los ítems que caen dentro de esta categoría son llamados “ítems de clase A”.

Si se prosigue el análisis y se calcula el 90 % del monto invertido se comprobará que sólo el 25 % de los artículos del inventario son responsables de él. Estos son los “ítems de la clase B”.

Queda un 10 % del monto invertido, y esta pequeña parte está manejada por el 75 % de los ítems. Estos son los llamados “ítems de clase C”.

Dibujo de curva ABC

Se dibuja empleando un par de ejes coordenados, cuyas unidades son: cantidad o porcentaje de ítems y monto o porcentaje de monto.



Ejemplo de aplicación:

Como ejemplo y a modo orientativo, se muestra una propuesta de Gestión de Mantenimiento para la planta ABC S.R.L (La empresa a la cual se le realizó este trabajo es real, pero no quiso ser individualizada por lo que se usó el nombre de fantasía ABC S.R.L).

⁵*Gestión de Mantenimiento para la planta industrial ABC S.R.L*

Marco Teórico

Efectuar mantenimiento como muchos interpretan, (incluyendo a la empresa en estudio) no es reparar el equipo tan pronto como sea posible después de ocurrida la falla o avería, sino que su significado debe orientarse a mantener el equipo en operación asegurando los niveles de producción, calidad y seguridad exigidos.

⁵ Este es parte del trabajo realizado por los alumnos de Ingeniería Industrial de la UTN Facultad Regional Córdoba, Agustín Dalmasso y Federico De Cellis. El mismo se realizó como presentación final de la materia Mantenimiento Industrial dictada por el autor de esta obra.

Otra forma de analizar el concepto es que mantenimiento no debe enfocarse a reparar de la manera más eficiente, sino que su prioridad debe ser la de prevenir fallas, y así reducir las paradas imprevistas que generan altos costos para cualquier organización.

Todos los directivos deben asimilar que el mantenimiento no comienza cuando una máquina, equipo o instalación falla, ni aún cuando éstos son nuevos y llegan a la planta, sino que debe considerarse como una etapa más de un proyecto que está comenzando y que se plasmará cuando éste empiece a ejecutarse.

Lamentablemente, los directivos de ABC SRL nunca han considerado e interpretado éstos conceptos, pero se está convencido de que nunca es tarde para comenzar.

La Importancia de Gestionar el Mantenimiento

No gestionar un sistema conlleva al fracaso y el mantenimiento no es la excepción a tal situación.

Es por ello que la empresa debe adoptar y aplicar prácticas gerenciales sistemáticas e integrales que busquen el mejoramiento constante de los resultados, utilizando todos los recursos disponibles al menor costo.

Se considera imprescindible también para el buen funcionamiento de cualquier sistema de gestión de mantenimiento tener el apoyo incondicional de todas las áreas que intervienen en la organización, y en especial de la alta dirección o gerencia, sin ella resulta muy difícil lograr óptimos resultados.

Existen evidencias de la importancia que toma este aspecto, se ha constatado de que una organización con una plantilla de personal de mantenimiento superior a otra no puede obtener los mismos resultados que la última por no contar con la adhesión y el consentimiento de los directivos.

Es por ello que los directivos de ABC SRL deben tomar conciencia de la importancia y atención que merece la gestión del mantenimiento.

Propósito y Finalidad del Mantenimiento

Indudablemente el mantenimiento es el medio que tiene toda empresa para conservar en funcionamiento con eficiencia y eficacia sus activos. Esta idea debe ser complementada con el contexto actual en que se encuentran las organizaciones en donde las amenazas por los competidores en un mundo global son cada vez más, es por ello que se debe alcanzar altos valores de producción, calidad y requerimientos de entregas a tiempo.

Es justamente aquí donde radica la importancia del mantenimiento, juega el papel de una variable más que compite en el mercado.

1- Introducción

1.1 Fundamentación

En la actualidad existe una imperiosa necesidad de lograr la excelencia y calidad de los procesos productivos de las empresas que conviven en el medio.

Debido a esto, se planteará en este Trabajo Final de Mantenimiento una solución a los problemas que afectan de manera cotidiana el desenvolvimiento de una empresa con las siguientes características:

- La producción se basa en la venta de ingeniería, esto se refiere a que se compone de calibres de medición específicos, piezas particulares, matrices, etc.
- El único mantenimiento que se realiza es el correctivo, sin una estructura definida que proponga soluciones rápidas y eficientes.
- No existe sistema de recolección de información del mantenimiento del sistema productivo.
- Debido a los productos producidos se requiere de máquinas con un alto grado de exactitud en el tiempo.

1.2 Planteo del Problema

¿Como se podría lograr mantener los equipos e instalaciones, para lograr entregar los productos a los clientes en tiempo y forma con su respectivo nivel de calidad?

1.3 Objetivo General

Desarrollar un sistema integral de Mantenimiento capaz de organizar todo el trabajo dentro de la planta, de manera de poder cumplir con la entrega de los proyectos en tiempo y forma.

1.4 Objetivos Específicos

- Relevar y documentar toda la información del parque de máquinas y equipos de la empresa.
 - Generar un Departamento de Mantenimiento.
 - Proponer un sistema de almacenamiento y tratamiento de la información.
 - Generar un proceso documentado de actuación frente a una avería o necesidad de trabajo predeterminada.
 - Desarrollar un plan de Mantenimiento Preventivo.
 - Controlar y estimar los gastos producidos por el Departamento de Mantenimiento.
- Análisis de efecto económico del trabajo realizado.

2- Desarrollo

2.1 Creación y Organización del Departamento de Mantenimiento

La estructura formal u organigrama de ABC SRL no posee un departamento o área de mantenimiento. Todas las tareas inherentes a mantener los bienes de la empresa las lleva a cabo el departamento de producción, cuyas actividades no exceden de mantenimiento correctivo o también denominado de emergencia.

Como primera medida para comenzar a gestionar la actividad de mantenimiento dentro de la organización se propone disponer de una nueva área que atienda las necesidades del tema en cuestión.

El gerente general será el encargado de denominar al responsable del departamento, y éste último determinará el personal de apoyo, en función de las actividades y tareas requeridas que demandará el sistema.

Es común que dentro de la gestión de mantenimiento se incluyan, además de todas las actividades tendientes a asegurar la disponibilidad máxima de los equipos cumplimentando los niveles de producción, calidad y seguridad, la atención de los servicios de la empresa. Como tales se entienden los servicios para disponer de la energía eléctrica, agua, gas, vapor, aire comprimido, efluentes, etc.

También puede considerarse al mantenimiento como el responsable de las tareas de limpieza e higiene de la planta.

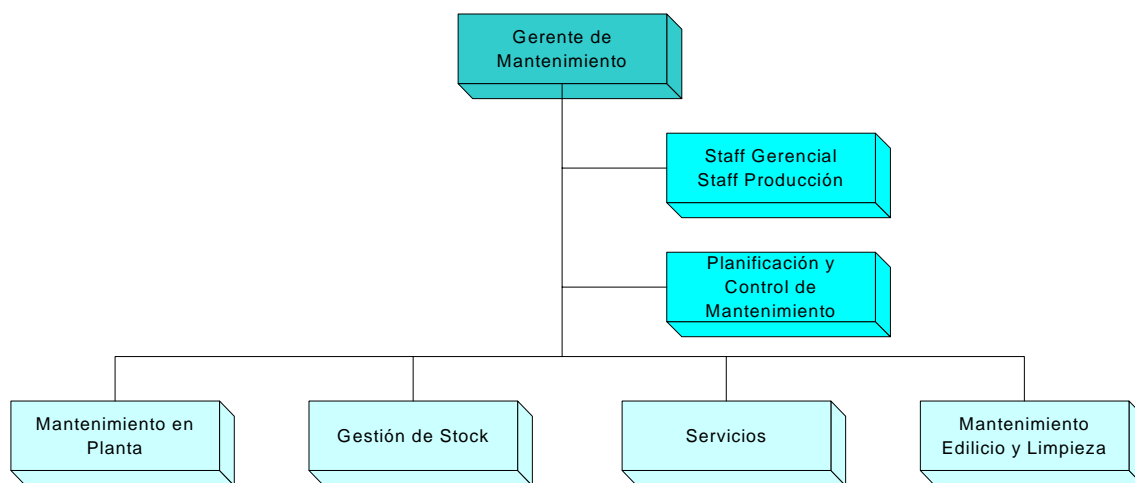
En consecuencia, la organización del mantenimiento deberá contemplar la totalidad de actividades bajo su responsabilidad buscando su desempeño eficiente y eficaz.

Paralelamente debe tenerse presente que dentro del amplio espectro de funciones de mantenimiento coexistirán elementos de gestión (supervisión y control) y operativos.

Al diseñar la estructura organizativa de mantenimiento se considera:

- Responsabilidad, autoridad y rol de cada persona involucrada en el área.
- Establecer las relaciones entre ellas.
- Asegurar que los objetivos de mantenimiento han sido interpretados y entendidos por todos.
- Establecer sistemas de coordinación y comunicación entre las personas.

Organigrama tentativo del área mantenimiento



Cabe destacar que la cantidad de personas involucradas en las distintas actividades serán calculadas a partir de variables técnicas, como por ejemplo los tiempos necesarios para efectuar mantenimiento preventivo a los equipos, complejidad de las operaciones, etc.

La política del departamento mantenimiento es:

“Lograr el máximo nivel de productividad de las máquinas, equipos e instalaciones asegurando los estándares de calidad de los productos y seguridad para las personas optimizando los costos de mantenimiento y el consumos de energías”.

Actividades y responsabilidades de la gerencia de mantenimiento

- Dar la máxima seguridad para evitar paros no programados en la producción.
- Mantener los equipos en su máxima eficiencia de operación y producción.
- Reducir al mínimo los tiempos de paro.
- Reducir al mínimo los costos de mantenimiento.
- Investigar las causas y proponer soluciones en paros no programados.
- Planear y coordinar la distribución del trabajo acorde con la fuerza laboral disponible.
- Preparar anualmente un presupuesto de mantenimiento con su adecuada justificación.
- Establecer políticas de capacitación y rutinas de inspección en cuanto a seguridad contra incendios.

Objetivos y funciones a cumplimentar

- Llevar a cabo una inspección sistemática de todas las instalaciones, máquinas y equipos con intervalos de control preestablecidos para detectar oportunamente cualquier anomalía, generando y manteniendo los registros adecuados.
- Mantener permanentemente las máquinas, equipos e instalaciones en su mejor estado posible para evitar paradas no programadas, ya que incrementan los costos de producción.
- Efectuar las reparaciones de emergencia en periodos de tiempo reducidos, empleando métodos previamente analizados.
- Desarrollar los programas de mantenimiento preventivo.
- Prolongar la vida útil de las máquinas, equipos e instalaciones al máximo.
- Sugerir y proyectar mejoras en las máquinas y equipos para disminuir los posibles daños y roturas.
- Generar y distribuir los servicios imprescindibles para la empresa, como son la electricidad, aire comprimido, agua, gas, etc.
- Seleccionar, capacitar y entrenar al personal de mantenimiento.
- Controlar el costo directo de mantenimiento mediante el uso eficiente del tiempo, materiales y recursos humanos.

Objetivos y funciones complementarias

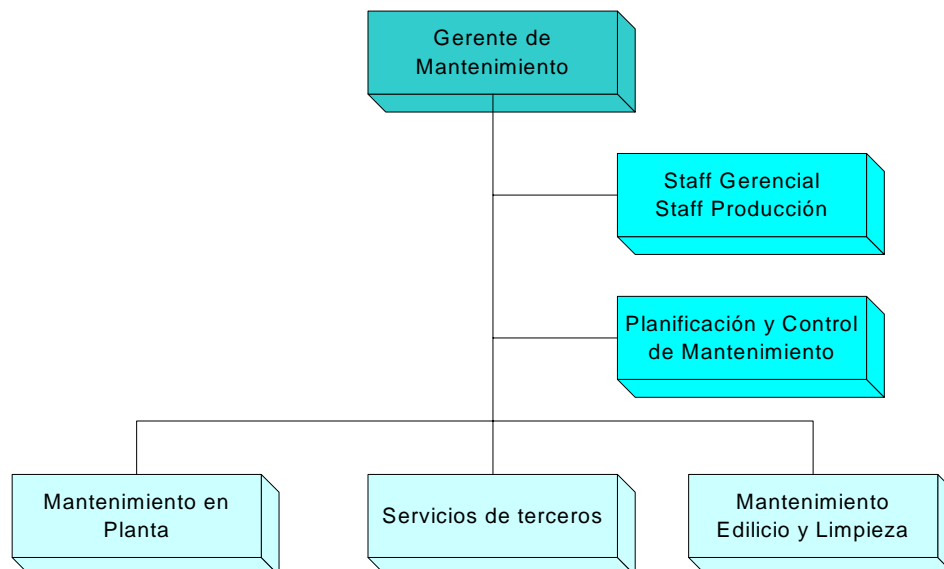
- Asesorar y proporcionar criterios en la adquisición de nuevos equipos.
- Gestionar los pedidos de repuestos, herramientas e insumos necesarios para el área.
- Controlar los niveles óptimos de inventarios (repuestos e insumos).

Estructura propuesta para el departamento de Mantenimiento

Características a tener en cuenta:

- La persona responsable de dirigir el nuevo departamento de mantenimiento será el actual responsable de calidad, realizando ambas tareas a la vez.
- En base a los cálculos realizados del presente trabajo se estimo que la cantidad de horas anuales requeridas para las tareas de manteniendo serán 649, por tal motivo se contratará un solo operario.
- Las tareas de mantenimiento se llevarán a cabo en los horarios que se coordinen entre producción y mantenimiento, con el fin de no tener máquinas o equipos parados por mantenimiento durante el turno de producción.
- Las tareas de limpieza de instalaciones y reparaciones de las mismas, estarán a cargo de la persona que las realizaba antes.
- Las tareas que requieran especialistas se contratarán a terceros.

Organigrama del departamento de Mantenimiento



2.2 Tratamiento de la Información

Debido a que la empresa ABC SRL no posee ningún tipo o metodología para registrar información inherente a mantenimiento se propone un procedimiento para la obtención y tratamiento de la información que generará la nueva gestión de mantenimiento.

Dentro del departamento se deberá archivar toda la información concerniente a la gestión, a las máquinas o equipos e instalaciones en carpetas de manera individual. Cada carpeta en su frente poseerá un rótulo indicativo.

Informaciones de Máquinas

Toda esta información estará almacenada en una carpeta en donde se adjuntarán los siguientes documentos

Registro de máquina

Este deberá contener datos como por ejemplo nombre de la máquina, número interno y modelo, origen, información del fabricante y proveedor de repuestos con su respectivos medios de comunicación, elementos a cambiar, antigüedad de la misma, componentes mecánicos, eléctricos, de seguridad, etc. En el anexo se encuentran todos los registros de las máquinas que componen el parque productivo de la empresa.

Nota: Los manuales técnicos deberán estar debidamente archivados y a disposición.

Historial de Mantenimiento

Este deberá contener el número de orden, las fechas de solicitud y ejecución, la descripción de la tarea, el sistema revisado o fallado, las acciones preventivas o correctivas tomadas y las horas hombre utilizadas. A continuación se muestra el formato del formulario

Informaciones de Instalaciones

En una carpeta se archivarán todos los documentos relacionados a instalaciones y servicios para facilitar información rápida cuando se requieran reparaciones o modificaciones por ejemplo en servicios de electricidad, aire comprimido, agua, etc.

De no contar la empresa con algunos de estos documentos se deberán relevar y anexar a dicha carpeta

Documentos de Gestión

Toda esta información estará almacenada en una carpeta en donde se adjuntarán los siguientes documentos:

Pedido de Trabajo

Este formulario deberá contener datos como la máquina o equipo a tratar con su respectivo código, la fecha en que se solicita, el grado de prioridad de la ejecución de la tarea, la descripción de la falla y el personal que lo solicita. Éste último, en conjunto con el jefe de producción podrán proponer sugerencias para llevar adelante la reparación colaborando a la efectividad y la eficacia de la intervención.

Orden de Trabajo

Una vez recibido y gestionado el formulario pedido de trabajo el departamento deberá lanzar la orden de trabajo para realizar las intervenciones cuando lo considere oportuno. Estas ordenes contendrán el número, fecha de egreso e ingreso, la máquina, equipo o instalación a reparar, el tipo de mantenimiento, la descripción de la tarea a realizar y el elemento a reparar o recambiar, por otro lado, el operario designado para la reparación deberá anexar datos como el tiempo empleado, las posibles reparaciones o intervenciones adicionales que pudieran surgir y el posible origen de la falla si éste se desconoce.

Nota: Las órdenes de trabajo una vez ejecutadas en su totalidad serán eliminadas, si no ocurriera así se colocarán en una carpeta con el rótulo “Pendientes”.

Orden de Compra

Contendrá datos sobre el elemento solicitado, como su nombre, su material componente básico, la cantidad requerida, características del mismo y datos del proveedor. La gestión del mismo es responsabilidad del departamento de mantenimiento.

Registro Gasto de Mantenimiento

El departamento de mantenimiento tendrá la facultad de gestionar las compras de los elementos que considere necesarios para llevar adelante la actividad, pero no será su responsabilidad la de efectivizar los pagos, sino que correrán por cuenta del departamento de compras, quienes también acordarán condiciones y plazos.

En primera instancia una vez ingresadas a la planta las facturas de repuestos e insumos deberán circular por el departamento de mantenimiento para gestionar los gastos ocasionados y luego circular al área que gestione la información contable de la empresa.

En el registro de gastos de mantenimiento también se discriminará en gastos ocasionados por el mantenimiento correctivo o por el mantenimiento preventivo, la misma metodología se aplica para la utilización de recursos humanos, discriminándola en personal interno o contratado.

Estos documentos serán de utilidad para la gestión de mantenimiento ya que brindan toda la información técnica necesaria para programar actividades como pueden ser el mantenimiento preventivo o la gestión de stock, administrar y encontrar estadísticas de gastos, además los registros de mantenimiento posibilitarán futuros análisis de las fallas ocurridas y la toma de decisiones pertinentes a cada caso.

ABC S.R.L	PEDIDO DE TRABAJO				
Número	Máquina Equipo o Instalación	Fecha	Prioridad Urgente <input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/>	Descripción	Personal que lo solicita
				Sugerencia para la Reparación	
Confecciono:		Aprobó:			
Fecha:		Fecha:			
Confecciono: de Celis, Federico Diciembre 2004 Dalmasso Agustin				Código:	1

ORDEN DE TRABAJO										
Orden N°	Máquina Equipo Instalación	Operario	Tipo de Mant.	Fecha		Descripción de la tarea a realizar	Elemento a cambiado o reparar	Origen de la Falla	Reparaciones o con- troles adicionales	Horas Hombre Usadas
				Salida	Entrada					
Confecciono: F. de Celis, A. Dalmasso Código:										F M 02

ABC SRL	REGISTRO DE GASTOS DE MANTENIMIENTO						AÑO
Orden de Trabajo	Repuesto/Insumos Adquiridos	Costo	Horas Hombre Utilizadas/Servicios Contratados	Costo	Fecha	Costo Total	
						MP	MC
Confecciono:		Aprobó:		Costo Total			
Fecha:		Fecha:					
Confecciono: F. de Celis; A. Dalmasso				Diciembre 2004		Código:	R M 01

ABC SRL	ORDEN DE COMPRA			Fecha: .../.../...
Tel/fax: 0351-4656727				
Elemento	Material	Cantidad	Características	Proveedor
Confecciono: de Celis, Federico Dalmasso Agustin		Aprobó:		Fecha de Entrega:
Fecha: .../.../...		Fecha:..../..../.....		.../.../...
				Cod: F M 03

5.3 Codificación de la Información

Siempre que se hable de codificación, es conveniente referirse a clasificación y codificación, debido a que no hay una codificación si una previa clasificación.

“Clasificar es ordenar o disponer por clases, y codificar significa transformar una información en una serie de signos gráficos según reglas que permiten formular y comprender el mensaje”.

El objetivo que se desea alcanzar con esta codificación, es lograr organizar y simplificar el tratamiento de la información que genera el departamento de mantenimiento. A su vez la misma estructura podrá emplearse para los departamentos restantes de la organización.

Formato y manera de aplicar

Este código se aplicará documentos, registros, formularios o procedimientos, el mismo dependerá de que componente se trate de codificar.

Formato

		0	0
1	2	3	

Tipo de Información

Este atributo se compone de un dígito alfabético que indica el tipo de información tratada.

Código	Tipo
D	Documento
R	Registro
F	Formulario
P	Procedimiento

Área o Departamento

Este atributo indica el área que emite el documento.

Código	Departamento
G	Gerencia
M	Mantenimiento
P	Producción
Q	Calidad
A	Administración
C	Compras

Numeración de Documentos

Este tercer atributo estará referido a los dos atributos anteriores e indicará el nombre específico del documento.

Codificación de la Documentación del Departamento de Mantenimiento

Código	Referencia
D M 01	Calendario de Mantenimiento Preventivo
D M 02	Documento de Mantenimiento Preventivo
F M 01	Pedido de Trabajo
F M 02	Orden de Trabajo
F M 03	Orden de Compra
R M 01	Control de Gastos
R M 02	Historial de Mantenimiento
R M 03	Registro de Máquinas

5.4 Procedimiento para el pedido de Trabajo de Mantenimiento

Debido a que en la actualidad no existe ninguna metodología o secuencia prevista de trabajo ante la aparición de una avería o desperfecto se propondrá un procedimiento operativo con el fin de organizar y optimizar la función de mantenimiento.

Secuencia

1. El primer paso a realizar ante la necesidad de que el área de mantenimiento efectúe sobre las máquinas, equipos o instalaciones una intervención es el “pedido de trabajo”, este pedido puede ser realizado por el operario, el jefe de producción o por el departamento de mantenimiento dependiendo de la naturaleza del trabajo a realizar.

Esta actividad se efectivizará mediante el formulario F M 01

2. Determinación de la urgencia de la falla o avería:

Urgente

Toma este carácter cuando la máquina, equipo o instalación requiere de una intervención inmediata para solucionar el inconveniente que posee. Tal relevancia responde a las siguientes características.

- Fuera de Servicio: la máquina, equipo o instalación sufre una avería que imposibilita su funcionamiento.
- Fuera de Tolerancia de Calidad: es cuando la máquina o equipo está trabajando con una tolerancia por encima del nivel máximo de error permitido, según referencias del equipo.
- Atenta a la Seguridad del Personal: aquí la máquina, equipo o instalación debido a la avería sufrida presenta un riesgo a la seguridad física del personal.
- Daño Colateral a la Máquina, Equipo o Instalación: el efecto de la falla producida puede dañar aún más la integridad de estos.

La determinación de la urgencia de la avería será designada bajo el criterio del jefe de producción, o en su defecto por el departamento de mantenimiento.

Para el caso de las averías tipo “urgente” se deberá emitir directamente la orden de trabajo. Esta actividad se efectivizará mediante el formulario F M 02

No Urgente

Esta característica es considerada cuando la máquina, equipo o instalación puede seguir funcionando sin afectar o poner en riesgo los parámetros antes nombrados, pero que en el corto lapso de tiempo requerirán del análisis y decisión del departamento de mantenimiento para subsanar la desviación en el tiempo considerado oportuno.

A modo de ejemplo se citan situaciones que representan a estos acontecimientos, como puede ser la pérdida de aceite de un reten, una correa desflecada o el zumbido de un bolillero.

El pedido de trabajo con esta propiedad debe ser analizado por el departamento para corroborar si el mismo está programado o no. De aquí surgen dos alternativas:

- **Esta Programado:** es la situación en la que está considerado el “mantenimiento preventivo” de la máquina, equipo o instalación. Lo que prosigue es la revisión de la programación de trabajo preventivo dispuesta, su respectiva gestión de stock y la ejecución de la actividad propuesta por el programa cuando el gerente lo considere oportuno.

Un ejemplo característico sería el caso de una detección de pérdida de nivel de aceite, en donde está contemplada la revisión en el plan de lubricación.

- **No Esta Programado:** si se verifica que no existe la programación de la actividad se debe confeccionar la orden de trabajo.

3. Una vez confeccionadas las órdenes de trabajo por cualquiera de las dos modalidades anteriormente descritas se efectuará la designación de materiales, insumos, herramientas y operarios. Cabe destacar que los operarios designados pueden ser internos a la estructura de mantenimiento o externos, o sea servicios contratados.

Toda esta gestión será realizada por el departamento de mantenimiento, en consultoría con el jefe de producción siendo éste el encargado de asesorar en materia de mano de obra.

4. Ejecutada la tarea se deberá controlar si la misma se realizó dentro de lo establecido por el departamento. Si no resultara así se deberá volver a replantear y ejecutar la actividad. Caso contrario se continúa con el procedimiento.

5. **Asignación de Gastos:** cuando se haya verificado que la tarea se ejecutó de manera correcta se deben detallar y dejar por escrito todos los gastos ocasionados. Para ello se completará el formulario R M 01 con los elementos reemplazados, las horas hombres utilizadas y las horas perdidas de producción si las hubiera.

6. Como última etapa se debe llenar el registro R M 02 con datos de actuaciones de mantenimiento, como ser la reparación realizada, quien la efectuó, los elementos reemplazados y la fecha en que se llevó a cabo el trabajo.

5.5 Mantenimiento Preventivo

Una de las propuestas más fuertes para lograr un óptimo funcionamiento a través del tiempo del sistema productivo en la empresa, es lograr implementar un plan de mantenimiento preventivo a fin de lograr elevar la mantenibilidad y fiabilidad de las máquinas, equipos e instalaciones.

Mediante el estudio que se llevo a cabo de los manuales de las máquinas y equipos, y con la información recavada en la planta sobre las operaciones a realizar a cada equipo para lograr su mantenimiento, se confeccionó un plan de mantenimiento preventivo que se explica a continuación.

Plan de Mantenimiento Preventivo

Este plan esta compuesto por un calendario de cambio de elementos de las máquinas y equipos, dentro de estos elementos podemos nombrar correas, bolilleros, aceite y filtros, etc. Además incluirá un registro de control por equipo que poseerá elementos a controlar, secuencia de control y quien será el encargado de efectuarlo.

Calendarios de Mantenimiento Preventivo

Este calendario esta confeccionado en una planilla donde se incluyen todas las máquinas y equipos que componen el parque productivo de la industria. Dentro de el mismo se colocará para cada máquina todos los elementos que se le deberán remplazar y controlar durante todo el año, la escala temporaria que posee el mismo, es de tipo semanal y tiene extensión de un año. Por medio de esta herramienta se podrá estimar tiempo de parada para efectuar el mantenimiento, calcular costos y principalmente servirá de tablero guía de las operaciones a efectuar. Las tareas que hayan sido efectuadas se colocará un tilde con negro una vez que sean efectuadas y uno con rojo cuando no se hayan podido efectuar en término.

Tareas de Mantenimiento Preventivo

Estas tareas son el sustento del calendario de mantenimiento preventivo, las mismas estarán vinculadas por medio de hipervínculo en forma de documento al calendario de mantenimiento.

Este documento contienen los siguientes ítems:

- Tarea: Este ítem indica la tarea a realizar. Dentro del mismo y a modo de ejemplo se puede colocar controlar los niveles de aceite, los tableros eléctricos, lubricar mecanismos, etc.
- Frecuencia: Aquí se indica cada cuanto tiempo se debe efectuar la tarea.
- Responsable: En este ítem se coloca quien es responsable de llevar a cabo la tarea.
- Repuesto o insumo a Cambiar: En este documento existe una columna que indica el elemento a cambiar y la cantidad, por ejemplo si fuera un rodamiento se indica su numeración, para el caso de aceite su tipo.
- Cantidad: Aquí se deberá colocar la cantidad, para el caso de componentes, es por unidad y para el caso de aceite por ejemplo cantidad de litros.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
MÁQUINA: CNC				Nº:	9
Referencia Calendario	TAREA	Frec.	Resp.	Repuesto/Insumo	Cantidad
Me-1	Cambio Tornillo de Bancada	2 A	Esp		
Me-2	Cambio Resortes Sujeción Herramientas	2 A	Op		2
C	Control Precisión Tornillo Bancada	Sm	Op		
Al	Limpieza Filtro de Aire	M	Op		
Le-1	Lubricación del Imán	Bm	Op	SAE 30	1lts
Er	Sevice Escobillas Motor	Sm	Esp		
Mb-1	Cambio Rodamiento Husillo	18 M	Op	33050 UR	2
L	Cambio Aceite Refrigeración y Filtro	Sm	Op	HOCUT 726	9 lt
Ec	Limpieza Tablero y Revisión Eléctrica	A	Esp		
Me-3	Cambio Arandelas Husillo	2 A	Op		8
REFERENCIAS					
Frec: Frecuencia semestral		S: Semanal		M: Mensual Sm:	
Resp: Responsable imestral		A: Anual		D: Diario Bm:	
Op: Operario			Esp: Especialista		
Confecciono: F. de Celis ; A. Dalmasso				Código:	D M 02

MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
MÁQUINA: ELECTRO EROSIÓN				N°:	22
Referencia Calendario	TAREA	Frec.	Resp.	Repuesto/Insumo	Cantidad
Ft	Análisis de Fugas Hidricas	M	Op		
Fl	Limpieza de Filtro	M	Op	J 40	
Fc	Cambio Filtro y Ref Dieléctrico	3 M	Op	J 40	1
Me	Revisión Bomba Presión	Sm	Op		
C	Control de Sensores	Sm	Esp		
Ft-1	Limpieza Tanque de trabajo	M	Op		
Ft-2	Limpieza Tanque de fluido	M	Op		
REFERENCIAS					
Frec: Frecuencia Semestral		S: Semanal		M: Mensual	Sm:
Resp: Responsable Bimestral		A: Anual		D: Diario	Bm:
Op: Operario			Esp: Especialista		
Confecciono: F. de Celis ; A. Dalmasso				Código:	D M 02

MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
MÁQUINA: FRESADORA FIRST				N°:	26
Referencia Calendario	TAREA	Frec.	Resp.	Repuesto/Insumo	Cantidad
Ll	Limpieza y Lubricación Movimientos	S	Op	SAE 68	
Lv	Control de Aceite SAE40	M	Op		
L	Cambio Aceite y Filtro	A	Op	SAE 40	6 Lts
Mr	Cambio de correas	A	Op	A 050 BR	3
Ec	Revisión de comp Eléctricos y Servos	A	Esp		
Lr	Revisión de Componentes Hidráulicos	A	Op		
Mb	Cambio Rodamientos Cabezal	18 M	Op	32-005/007	2
Ft	Limpieza Liquido Refrigerante	Bm	Op		
REFERENCIAS					
Frec: Frecuencia		S: Semanal		M: Mensual	Sm:
Semestral					
Resp: Responsable		A: Anual		D: Diario	Bm:
Bimestral					
Op: Operario			Esp: Especialista		
Confecciono: F. de Celis ; A. Dalmasso				Código:	D M 02

5.6 Cálculos de Costos

Mantenimiento correctivo

Para realizar el costo se tuvieron en cuenta las siguientes pautas:

- La fórmula de cálculo empleada se detalla en el marco teórico.
- El cálculo se efectúa en base a las intervenciones realizadas a las máquinas y equipos durante el año 2004.
- Las intervenciones realizadas a la máquinas y equipos se detallan en el “anexo intervenciones”, donde se coloca:
 1. El tipo.
 2. La fecha en que fue llevada a cabo.
 3. El elemento o repuesto cambiado.
 4. El tiempo que la máquina estuvo parada sin producir.
 5. El tiempo que se tardó en reparar la máquina o equipo.
 6. Quien lo llevó a cabo.
- El costo de los elementos cambiados e insumos utilizados se encuentra en el próximo punto (cálculo de costos de mantenimiento preventivo).
- Para el cálculo del costo de tratamiento del repuesto “CSR”, se estimó que es del 10 % del precio del repuesto.
- El costo de oportunidad “CO” es de 30 % del costo de hora máquina interno de planta.

El siguiente es un ejemplo de cálculo de costo correctivo para un centro de mecanizado CNC en función de las intervenciones realizadas durante un año.

Tipo de Costos	Cnc				
	Intervenciones				Total por máquina
	1	2	3	4	
CDMC	618,00	1564,50	75,50	45,50	2303,50
MODM	0,00	0,00	45,50	45,50	91,00
CR	418,00	49,50	0,00	0,00	467,50
Cre	380,00	45,00	0,00	0,00	425,00
CSR	38,00	4,50	0,00	0,00	42,50
CMT	180,00	1500,00	0,00	0,00	1680,00
CM	20,00	15,00	30,00		65,00
CH					0,00
CLC	896,00	1920,00	384,00	256,00	3456,00
CO	672,00	1440,00	288,00	192,00	2592,00
CI					0,00
CDRP	224,00	480,00	96,00	64,00	864,00
CTMC	1514,00	3484,50	459,50	301,50	5759,50
Costo de Hora Hombre Interno	0,00	0,00	6,50	6,50	
Costo de Hora Hombre Externo	30,00	30,00	0,00	0,00	
Carga Sociales	0,75	0,75	0,75	0,75	
Cantidad de Horas de Trabajo sobre Máquina	6,00	50,00	4,00	4,00	
Cantidad de Horas de paro de Máquina	28,00	60,00	12,00	8,00	
Costo de Hora Trabajo de la Máquina	80,00	80,00	80,00	80,00	

Mantenimiento Preventivo

Para realizar el costo se tuvieron en cuenta las siguientes pautas:

- Las intervenciones se planifican para el año 2005.
- El cálculo se efectúa en base a las intervenciones de mantenimiento preventivo especificadas en el calendario.
- Para el cálculo del costo de tratamiento del repuesto “CSR”, se estimó que es del 5 % del precio del repuesto.
- El de costo de mantenimiento correctivo se estimó en un 10 % del que se erogó en el 2004, debido a las características del parque de máquinas.

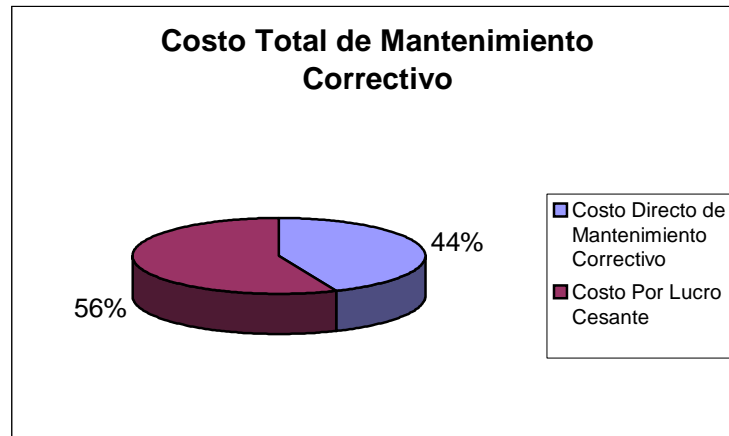
El siguiente es un ejemplo de cálculo de costo de mantenimiento preventivo para un centro de mecanizado CNC en función de las intervenciones preventivas que serán realizadas durante un año.

Tipo de Costos	Cnc									
	Intervenciones									Total por máquina
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
CDPM	612,38	98,00	22,75	68,25	40,13	120,00	881,25	95,68	60,00	1998,43
MOMP	56,88	45,50	22,75	68,25	34,13	0,00	68,25	11,38	0,00	307,13
CR	535,50	52,50	0,00	0,00	0,00	0,00	798,00	23,10	0,00	1409,10
Cre	510,00	50,00	0,00	0,00	0,00	0,00	760,00	22,00	0,00	1342,00
CSR	25,50	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	38,00	1,10	0,00	67,10
CMT	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	120,00	0,00	0,00	60,00	180,00
CM	20,00				6,00		15,00	61,20		102,20
CH										0,00
CMC										575,95
CTMP										2574,38
Costo de Hora Hombre Interno	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50		6,50	6,50		
Costo de Hora Hombre Externo						30,00			30,00	
Carga Sociales	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	
Cantidad de Horas de Trabajo sobre Máquina	5,00	4,00	1,00	0,50	0,50	2,00	6,00	0,50	2,00	
Cantidad de Intervenciones	1	1	2	12	6	2	1	2	1	

5.7 Análisis de Efecto Económico

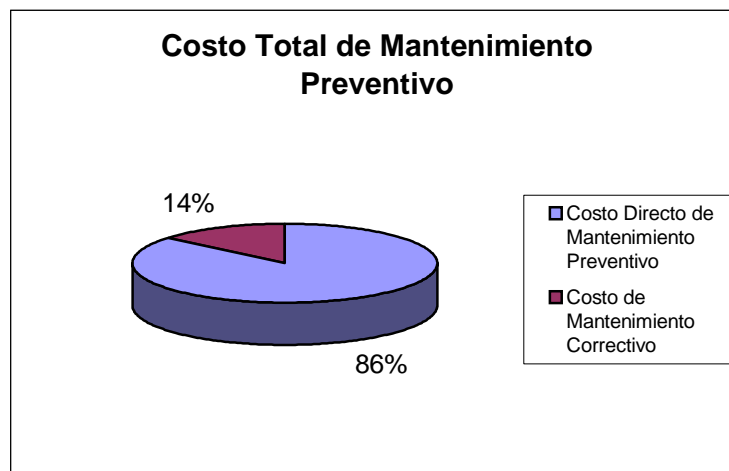
Costo de Mantenimiento Correctivo

A continuación se presenta un gráfico con los componentes sobresalientes del costo de mantenimiento correctivo.



Se puede observar que el gasto más influyente en el mantenimiento correctivo llevado a cabo en el año 2004 es el producido por el lucro cesante, e aquí que uno de los principales objetivos del presente trabajo fue realizar un plan de mantenimiento preventivo para poder reducir este tipo de gasto ya que es el que se produce por producción parada y pérdida de materiales.

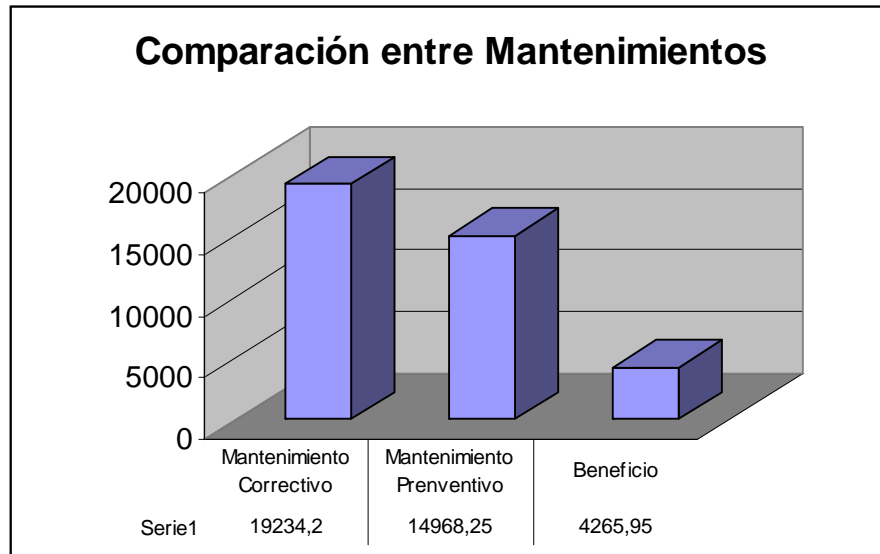
Costo Mantenimiento Preventivo



Como se aprecia el costo total de mantenimiento preventivo tiene dos componentes principales, el costo directo de mantenimiento preventivo y un porcentaje de mantenimiento correctivo, éste se consideró ya que por mejor gestión de mantenimiento preventivo que se lleve adelante siempre coexistirán con ella intervenciones correctivas o de emergencia.

El 14% (\$2090) de costo de mantenimiento correctivo dentro del costo total de mantenimiento preventivo representa al 10% del costo total de mantenimiento correctivo que se efectuó en el 2004.

Por lo tanto el lucro cesante considerado en el mantenimiento preventivo es de \$1170, contra los \$10852 que ocasionó el mantenimiento correctivo.



Concluyendo con el análisis económico se encuentra que la diferencia entre aplicar mantenimiento correctivo o preventivo es de \$ 4266, representando un ahorro porcentual del 22,18%.

Si bien el resultado del trabajo es positivo se contempla que la brecha entre aplicar mantenimiento correctivo o preventivo debe ser mayor, ya que el jefe de producción aseguró que no todas las intervenciones del año 2004 habían sido registradas, motivo por el cual no fueron incorporadas al trabajo.

Además tampoco se consideraron otros valores de carácter “intangibles”, que apoyan la política de mantenimiento preventivo, como pueden ser:

- Mayor vida útil de las máquinas o equipos
- Satisfacción del cliente por entregas en tiempo y forma

6- Conclusión

Luego de haber culminado el presente trabajo práctico hemos reafirmado nuestras ideas originales al momento de comenzarlo: “gestionar adecuadamente el mantenimiento preventivo en una organización con características como la estudiada y que no lo aplica indudablemente tiene que incumbir en beneficios para ésta”.

Otro aspecto que queremos destacar como “muy productivo” es el contacto y la visión que adquirimos de una típica Pyme Cordobesa, concordando en que todavía falta mucho camino por recorrer, no en la calidad de los que pueden ofrecer o en los servicios que pueden prestar, sino en la manera de gestionar sus procesos internos.

Es ahí donde nosotros, futuros ing. Industriales debemos apoyarlas con todo nuestro conocimiento y esfuerzo para lograr la competitividad que todos anhelamos.

“ Es irrefutable que para poder mantenerse en el entorno competitivo hay que gestionar apropiadamente el Mantenimiento”.

7- Anexos

Historial de Maquinas

Registros de Maquinas

Registro de Intervenciones


Historial de Mantenimiento																	
Máquina o Equipo	Orden N°	Fecha		Tipo de Acción Preventiva		Descripción	Tipo de Fallo					Acción Correctiva	Horas hombre usadas en mantenimiento		Cantidad de Horas Máquina parada		
		Salida	Entrada	Revisión	Recambio		M	E	El	H	S		Int	Ext			
Centro de Mecanizado N9																	
	Totales			0	0	Totales por Fallos		0	0	0	0	0	Total de Horas		0	0	0
Electroerosión N22																	
	Totales			0	0	Totales por Fallos		0	0	0	0	0	Total de Horas		0	0	0
Fresadora First N26																	
	Totales			0	0	Totales por Fallos		0	0	0	0	0	Total de Horas		0	0	0
Código	R M 02			Totales por tipo de fallo				0	0	0	0	0	Total de horas para todas las máquinas		0	0	0

Referencias	
M	Fallo Mecánico
E	Fallo Eléctrico
El	Fallo Electrónico
H	Fallo Hidráulico
S	Fallo Sistemas Auxiliares
Int	Interno
Ext	Externo

ABC SRL			INTERVENCIONES			
			Maquina:	Centro de Mecanizado Dahlih		Año: 2004
Fecha	Número de Intervención	Tarea Realizada	Tiempo de Reparación	Tiempo de Máquina Parada	Repuesto Cambiado	Realizo
15/02/2004	1	Cambio de Rodamientos Husillo	6 hs	28 hs		Especialista
24/05/2004	2	Cambio de Arandelas del Husillo y corrección del Cambiador de Herramientas	50 hs	60 hs		Especialista
20/08/2004	3	Limpieza General deposito de Refrigerante, Bomba y Cañerías	4 hs	12 hs		Operario Interno
10/11/2004	4	Recarga de Parámetros	4 hs	8 hs		Villada

ABC SRL			INTERVENCIONES			
			Maquina:	Torno Parmo		Año: 2004
Fecha	Número de Intervención	Tarea Realizada	Tiempo de Reparación	Tiempo de Máquina Parada	Repuesto Cambiado	Realizo
26/10/2004	1	Cambio de Chaveta Caja de Velocidades	2 hs	5 hs	Chaveta	Operario Interno
08/12/2004	2	Reparación de Caja de Velocidades	5 hs	32 hs		Operario Interno

ABC SRL			INTERVENCIONES			
			Maquina:	Rectificadora Universal Jack Mill		Año: 2004
Fecha	Número de Intervención	Tarea Realizada	Tiempo de Reparación	Tiempo de Máquina Parada	Repuesto Cambiado	Realizo
02/03/2004	1	Cambio de Rodamientos Interiores de Husillo	4 hs	12 hs	Rodamientos 7205 CG Cantidad 4	Operario Interno
16/08/2004	2	Cambio de Correas y Rodamientos del Cabezal Porta Herramienta	15 hs	42 hs	Rodamientos 32005 X y 32012 X Cantidad 1 de Cada Uno y Correa Dentada 635 5M	Operario Interno
03/11/2004	3	Reparación Sistema Tensor de Correas	4 hs	6 hs		Operario Interno

INDUSTRIA METALÚRGICA ABC SRL						
REGISTRO DE MÁQUINAS						
Máquina y N°:	Electroerosión N° 22		Fabricante:	Creator		
Antigüedad:	1995		Dirección:			
N° Serie o de Fabricación:			Modelo:	SR400		
Características Generales:	Máximo arranque de Viruta en mm3/min 500		Prioridad:			
Peso:	650 Kg		Proveedor:	Creator Argentina		
Horas de uso:			Dirección:	Tel 01142543215		
Nacionalidad	Taiwan (Lic Alemana)		Orden de compra:			
Componentes Eléctricos			Especificaciones		Mantenimiento	
Motores	N°1	N°2	Reccorrido del Porta Electrodo 200mm		Análisis de Fugas Hidricas Mensual	
H.P. - Kw - Kva.	1,5 cv	0,25 cv	Mesa de Trabajo 650 x 400 mm		Limpieza de Filtro J40/ Mensual	
RPM			Dist Máxima entre Porta elect y mesa 400mm		Cambio FiltroJ40 y Ref Dielectrico 3Meses	
Amperaje					Revisión Bomba Presión Semestral	

Voltaje				Control de Sensores/ Semestral
Fases				Limpieza Tanque de trab/ Semanalmente
Fabricante				Limpieza Tanque de fluido/ Mensualmente
Nº y Modelo:				
Abierto, semiblindado, blindado			Servicios	Componente de Seguridad/ Mantenim.
Cojinetes			Capacidad Tanque Hidraulico 25 ltrs	Sensor de Fuego / Diariamente
Diámetro eje X Largo				Nivel del Flotador/Diariamente
Altura eje a base				
Nº de Escobillas				
Lubricación				
Otros Datos			Necesidades	Componentes Eléctricos
	Motor	Motor	El refrigerante debe ser de tipo Dieléctrico para	Potencia 120 A
Varios	Bomba	Bomba	no Incendiarse	
	Dielectrica	Hidraulica		
Confecciono: F. de Celis; A. Dalmasso				Diciembre 2004
				Código: RM03

INDUSTRIA METALÚRGICA ABC SRL				
REGISTRO DE MÁQUINAS				
Máquina y N°:	Fresadora N 26	Fabricante:	First	
Antigüedad:	1995	Dirección:		
N° Serie o de Fabricación:		Modelo:		
Características Generales:	Se utiliza como punteadora	Prioridad:		
Peso:	2100Kg	Proveedor:		
Horas de uso:		Dirección:		
Nacionalidad		Orden de compra:		
Componentes Eléctricos			Especeificaciones	Mantenimiento
Motores	N°1	N°2	Largo Máxzimo de Trabajo 900mm	Limpieza y Lubricac Movim SAE68 / Semanal
H.P. - Kw - Kva.			Ancho Máximo de Trabajo 400mm	Control de Aceite SAE40 / Mensual
RPM			Alto Máximo de Trabajo 500mm	Cambio Aceite SAE40(6ltrs) y Filtro/ Anual
Amperaje			12 Velocidades (35 - 2200 RPM)	Cambio de correas A050BR (3)/ Anual
Voltaje			8 Avances (5 - 400 mm/min)	Revisión de comp Eléctr y Servos/

				Anual
Fases			Avance Rápido 2500mm/min	Revisión de Comp Hidraulicos/ Anual
Fabricante				Cambio Rod(2) 32-005/007Cabezal/ 18 Meses
Nº y Modelo:				Limpieza Liquido Refrigerante/ 2 Meses
Abierto, semiblindado, blindado			Servicios	Componente de Seguridad/Manten
Cojinetes			Movimientos Hidraulicos	
Diámetro eje X Largo				
Altura eje a base				
Nº de Escobillas				
Lubricación				
Otros Datos			Necesidades	Componentes Eléctricos
Varios				
Confecciono: F. de Celis; A. Dalmasso			Diciembre 2004	Código: RM03

INDUSTRIA METALÚRGICA ABC SRL					
REGISTRO DE MÁQUINAS					
Máquina y N°:	Centro Mecánizado N° 9	Fabricante:	Dahlin		
Antigüedad:	8 años a 2004	Dirección:			
N° Serie o de Fabricación:		Modelo:			
Características Generales:	Opera Mediante CNC logrando gran precisión	Prioridad:			
Peso:	2250 Kg	Proveedor:	Dahlin Argentina		
Horas de uso:	16 Hs Diarias	Dirección:	011- 4223 87496		
Nacionalidad	Taiwan (licencia Alemana)	Orden de compra:			
Componentes Eléctricos			Especificaciones		Mantenimiento
Motores	N°1	N°2	Dimensiones de la mesa 410 x 1380 mm		Cambio Tornillo de Bancada 6005(2) /2 Anual
H.P. - Kw - Kva.	10 Hp		Peso que soporta la mesa 600 Kg		Cambio Resortes Sujeción Herr/ 2Años
RPM			Recorridos X, Y, Z (100x500x530)		Control Precisión Tornillo Bancada/ 6 meses
Amperaje			Husillo BT40		Limpieza Filtro de Aire/ Mensual

Voltaje			RPM Husillo 6000-8000-10000	Lubricación del ImanSAE30/ 2 Meses
Fases			Rango de Avance 0-3000mm/min	Sevice Escobillas Motor/ Semestral
Fabricante			Cambiador de 16 Herramientas	Cambio Rod Husillo 33050UR (2) / 18Meses
Nº y Modelo:				Cambio Aceite Refr HOCUT726 y Filtro/ 6Meses
Lubricación				Limpieza Tablero y Revisión Eléctrica/ Anual
Nº y Modelo:				Cambio Arandelas Husillo/ 2Años
Abierto, semiblindado, blindado			Servicios	Componente de Seguridad/Manten
Cojinetes			Lubricación de Bancadas automática Aceite SAE68	Servos con presiones de seguridad
Diámetro eje X Largo				Boton parada de emergencia
Altura eje a base			Lubricación Refrigeración Automática	
Nº de Escobillas				
			Extractor de Virutas Automático	
Otros Datos			Necesidades	Componentes Eléctricos
	Motor		No posee cerramiento de seguridad para operar	Tablero digital con touch incorporado
Varios	Principal			
Confecciono: F. de Celis; A. Dalmasso				Código: R M 03
Diciembre 2004				

Problemas Propuestos

- 1) Defina el concepto de costos fijos y dé ejemplos.
- 2) Defina el concepto de costos variables y dé ejemplos.
- 3) Explique qué es el costo total y cuál es su importancia.
- 4) ¿Qué nos indica la existencia de stock?
- 5) Desarrolle el diagrama de los objetivos que tiene el control de gestión.
- 6) ¿A que se denominan Ratios?
- 7) ¿Cual es la metodología para la definición del tablero de comando?
- 8) ¿De qué dependen los factores que inciden en un sistema de control de gestión?

