

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

E. A. P. DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Sistema de gestión del mantenimiento industrial

TESIS

para optar el título profesional de Ingeniero Industrial

AUTOR

Enrique Miguel Rivera Rubio

ASESOR

Julio Salas Bacalla

Lima-Perú

2011



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMERICA)
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
Dirección Académica

ACTA N°073-FII-2011

SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

El Jurado designado por la Facultad de Ingeniería Industrial, reunido en acto público en el Salón de Grados de la Facultad de Ingeniería Industrial, el día **Miercoles, 13 de julio de 2011**, a las **11:00 horas**, se dio inicio a la sustentación de la Tesis:

“SISTEMA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL”

Que presenta el (la) Bachiller:

RIVERA RUBIO, Enrique Miguel

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial en la Modalidad **ORDINARIA**.

Luego de la exposición y absueltas las preguntas del Jurado; y, a las 13:00 horas se procedió a la evaluación secreta, habiendo sido APROBADO por UNANIMIDAD con la calificación promedio de Diecisiete, lo cual se comunicó públicamente.

Ciudad Universitaria, 13 de Julio de 2011

DR. ORESTES CACHAY BOZA
PRESIDENTE

ING. EULOGIO SANTOS DE LA CRUZ
MIEMBRO

ING. LUIS ROLANDO RÁEZ GUEVARA
MIEMBRO

ING. JULIO SALAS BACALLA
ASESOR

A mi madre, con amor.

INDICE

RESUMEN	6
----------------------	----------

INTRODUCCIÓN	8
---------------------------	----------

CAPITULO I

Evolución Del Mantenimiento	10
--	-----------

1.1. Introducción	10
-------------------------	----

1.2. La caja de herramientas	14
------------------------------------	----

1.3. Problemas de mantenimiento en la industria del país	15
--	----

1.4. Los profesionales de ingeniería industrial	18
---	----

1.5. Mantenimiento correctivo (cm).....	22
---	----

1.6. Índice del rango para la expedición del mantenimiento.....	26
---	----

1.7. Plan contingente.....	37
----------------------------	----

1.8. Mantenimiento preventivo.....	41
------------------------------------	----

1.9. Planeación y planificación.....	55
--------------------------------------	----

CAPITULO II

Calidad en el Mantenimiento	61
--	-----------

2.1. El análisis de modos de fallo y de sus efectos (AMFE).....	63
---	----

2.2. Sistema de Gestión de la Calidad ISO 9000 en Mantenimiento.....	67
--	----

2.3. Sistema de Calidad Medioambiental ISO 14000.....	71
---	----

2.4. Sistema de Seguridad y Salud Ocupacional	75
---	----

2.5. Integración de la Trinorma	77
---------------------------------------	----

CAPITULO III

Gestión Económica del Mantenimiento	94
3.1. Introducción	94
3.2. Costos en Mantenimiento	97
3.3. Distribución de Costos	100
3.4. Sistemas de Información Contable	103
3.5. Los costos en el mantenimiento integral	104
3.6. El costo del ciclo de vida	106
3.7. El BSC Mantenimiento.....	111
3.8. Presupuesto y análisis de desviaciones.....	115

CAPITULO IV

Técnicas Organizativas.....	119
4.1. La integración de nuevas técnicas.....	119
4.2. Mantenimiento centrado en fiabilidad RCM	121
4.2.1. Antecedentes históricos en varios sectores.....	121
4.2.2. La norma UNE 20812 y el RCM	125
4.2.3. Metas y objetivos a alcanzar con RCM	127
4.2.4. Aplicación práctica del análisis por RCM.....	136
4.2.5. Proceso de implantación del RCM	140
4.3. Mantenimiento según estado.....	146
4.4. Mantenimiento en producción (TPM)	150
4.4.1. Antecedentes históricos y objetivos	150
4.4.2. Las cinco S en mantenimiento autónomo o TPM	154
4.4.3. La implantación de TPM.....	157
4.4.4. Problemas para la Implantación de TPM.....	163

CAPITULO V

IMPLEMENTACIÓN DE UNE-EN 13460	170
5.1. Norma de mantenimiento.....	170
5.2. Documentación del mantenimiento.....	173
5.2.1. Procedimiento de Gestión.....	174
5.2.2. Estructura documental	176
5.2.3. Personal.....	179
5.2.4. Herramientas y medios	185
5.2.5. Plan de calidad del servicio de mantenimiento.....	187
5.2.6. Procedimientos de trabajo.....	188
5.2.7. Información económica del departamento.....	196
5.2.8. Informes de mantenimiento.....	197
5.2.9. Plan de mantenimiento	203
5.2.10. Seguridad y salud	207
5.2.11. Vigilancia medioambiental.....	209
5.2.12. Carpetas para servicios o zonas	210

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	212
6.1. Conclusiones.....	212
6.2. Recomendaciones.....	214
GLOSARIO	216
BIBLIOGRAFÍA	221
ANEXOS	222

RESUMEN

La presente tesis, se basa, en la implementación de un Sistema de Mantenimiento industrial, que agrupa ciclo de vida, personas, instalaciones, entre otros elementos.

El tema de estudio tiene como fundamento teórico la Norma UNE-EN-13460, la cual aun no tiene un documento similar del tipo NTP en nuestro país, la adecuación de esta norma en principios de Gestión para el Mantenimiento Industrial, para nuestra realidad, es una tarea de todos aquellos profesionales involucrados en el tema.

De acuerdo a la información recopilada y la realización de un análisis de la realidad del Mantenimiento Industrial en nuestro país para la PYME; se realizan recomendaciones para una adecuada gestión del Mantenimiento de Equipos e Infraestructura con los que cuentan las fábricas, empresas de mediana y/o pequeña envergadura.

El resultado de una correcta y adecuada implementación de un Sistema de Mantenimiento Industrial, basado en términos de calidad, seguridad, conservación del medio ambiente y confiabilidad, está reflejada en la disminución del coste del mantenimiento, pues esta así demostrado en otros países.

El rápido e importante desarrollo que refleja nuestra industria, nos obliga a pensar que se deberán tomar metodologías como la sustentada en esta tesis; estas metodologías nos muestran los primeros indicadores a tomar en cuenta para la correcta implementación de un Sistema de Gestión del Mantenimiento Industrial, basándonos en las experiencias de otros países como los europeos.

INTRODUCCIÓN

La realidad preventiva, que resulta de desglosar en situaciones de riesgos, de modo que sea factible la evaluación por el método general, y que pese a ello, no pueden dejar de ser considerados, resultando un siguiente instrumento, los cuestionarios de instalaciones o actividades que estos si limitan su objetividad a la identificación de deficiencias.

La Gestión Integral del Mantenimiento, incluye una serie de estrategias alineadas con la misión del negocio, cuyo objetivo es lograr la Competitividad Organizacional. Para alcanzarla existen los factores claves siguientes:

- Seguridad
- Productividad
- Respeto por el medio ambiente
- Confiabilidad

La Confiabilidad es lo que faculta asegurar los cuatro factores a lo largo del tiempo y por lo tanto garantiza la rentabilidad. La Confiabilidad del Talento Humano es la estrategia clave para gestionar la información y tomar las decisiones más acertadas. El desarrollo del Talento Humano, es el elemento indispensable para incrementar la Confiabilidad de los Activos.

Es posible la alineación de todos los componentes uno al lado del otro; así como su unión, para formar un todo armónico, consistente en una guía y marco metodológico para desarrollar, precisar o modificar los aspectos del cuestionario de chequeo necesarios para evaluar la parte normativa y la parte informativa. La primera es suministrada por el proveedor y la segunda la lista de documentos a mantener.

La tesis consta de 6 capítulos.

El capítulo 1 abarca la teoría básica que se está usando además de una breve reseña y descripción de la evolución del Mantenimiento Industrial.

El capítulo 2 hace una descripción de la influencia de la calidad en el Mantenimiento Industrial.

El capítulo 3 hace una descripción de la clasificación de costos por mantenimiento que se pueden generar en las empresas

El capítulo 4 describe en forma detallada cada una de las Técnicas Administrativas usadas para la Gestión del Mantenimiento Industrial.

El capítulo 5 aplica directamente la Norma UNE-EN-13460 para la Gestión del Mantenimiento Industrial abordados en esta tesis.

El capítulo 6 ofrece las conclusiones y recomendaciones para una buena gestión del mantenimiento a través de parámetros utilizados en la Comunidad Europea.

Capítulo I

Evolución del mantenimiento

1.1 Introducción

Desde el inicio de la vida humana las herramientas fabricadas por el hombre se han perfeccionado día con día, debido a que éstas le permiten conseguir sus satisfactorios físicos y psíquicos. Durante la Primera Revolución Industrial, se consideró que para fabricar un producto cualquiera, era necesario emplear 90% de mano de obra y el resto lo proporcionaban las máquinas. Conforme el tiempo pasó y a través de los esfuerzos por mejorar su función haciendo las máquinas más rápidas y precisas, en la actualidad se consigue obtener un producto o servicio con máquinas que se encargan de elaborar más de 90% de éste, lo cual ha sido posible por la dedicación que la humanidad le ha puesto al desarrollo de las labores de cuidado a sus recursos físicos, materia a la que desde sus inicios se llamó mantenimiento.

Muchas personas dedicadas al mantenimiento, aún consideran que para obtener un buen producto, es suficiente que las máquinas trabajen adecuadamente y se mantengan en perfectas condiciones. Esta idea es el motivo por el que nuestra industria continúa a la zaga. En nuestras escuelas técnicas y universidades aún se sigue enseñando y admitiendo que el

mantenimiento sólo tiene que ver con la mecánica, armar, desarmar y componer máquinas.

Desde 1950 (Tercera Revolución Industrial) la máquina sólo constituye el medio para obtener un fin, que es el satisfactorio (producto más servicio), el cual es su razón de ser, por lo cual debemos considerar que una instalación industrial está constituida por el sistema equipo/satisfactorio.

Así pues, nuestro gran problema es que no hemos captado el cambio que la historia nos marca y seguimos llamando equivocadamente mantenimiento a una labor que tiene dos facetas: la de preservar la maquinaria y la de mantener la calidad del producto que ésta proporciona. Analicemos en ese sentido nuestra historia enfocada al mantenimiento.

Simplificación de la línea del tiempo

- 1780 Mantenimiento Correctivo (CM)
- 1798 Uso de partes intercambiables en las máquinas
- 1903 Producción Industrial Masiva
- 1910 Formación de cuadrillas de Mantenimiento Correctivo
- 1914 Mantenimiento Preventivo (MP)
- 1916 Inicio del Proceso Administrativo
- 1927 Uso de la estadística en producción
- 1931 Control Económico de la Calidad del producto Manufacturado
- 1937 Conocimiento del Principio de W. Pareto
- 1939 Se controlan los trabajos de Mantenimiento Preventivo con estadística.

- 1946 Se mejora el Control Estadístico de Calidad (SQC)
- 1950 En Japón se establece el Control Estadístico de Calidad
- 1950 En Estados Unidos de América se desarrolla el Mantenimiento Productivo (PM)
- 1951 Se da a conocer el “Análisis de Weibull”
- 1960 Se desarrolla el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM)
- 1961 Se inicia el Poka-Yoke
- 1962 Se desarrollan los Círculos de Calidad (QC)
- 1965 Se desarrolla el análisis- Causa- Raíz (RCA)
- 1968 Se presenta la Guía MSG-1 conocida como el RCM mejorado.
- 1970 Difusión del uso de la computadora para la administración de Activos (CMMS)
- 1971 Se desarrolla el Mantenimiento Productivo Total (TPM)
- 1978 Se presenta la Guía MSG-3 para mejorar el mantenimiento en naves aéreas.
- 1980 Se desarrolla la Optimización del Mantenimiento Planificado (PMO)
- 1980 Se aplica el RCM-2 en toda clase de industrias
- 1995 Se desarrolla el proceso de los 5 Pilars of the Visual Workplace (5S's)
- 2005 Se estudia la filosofía de la Conservación Industrial (IC)

Es claro, que a través del tiempo, se han dado muchos otros descubrimientos al respecto que también son muy importantes, pero sólo seleccionamos aquellos que brindan un sentido de integración al actual concepto de mantenimiento, que nos permite lograr la comprensión de la

conservación, según nuestros actuales conocimientos, y adquirir muchos otros en una forma más racional.

Línea del tiempo simplificada

-120,000	1780	1914	1927	1950	1960	1970	1971	1995	A la fecha
CM	CM	MP	SQC	PM	RCM	CMMS	TPM	5S	IC

Figura 1.1

Esta línea del tiempo, proporciona un panorama desde el punto de vista del mantenimiento, que estamos considerando desde hace 120,000 a.c. hasta nuestros días. Las iniciales nos informan los nombres con los que se distinguen las acciones, que hicieron posibles los cambios relevantes, en los trabajos actualmente llamados de mantenimiento. Es de observarse que consideramos que esta labor empezó con el pensamiento del hombre y con la aplicación de un Mantenimiento Correctivo incipiente, que se desarrolló lentamente hasta principios de la Revolución Industrial (1780), durante la que se inició una evolución muy rápida y continua, la cual se trata, en las siguientes secciones:

Descripción:

Mantenimiento Correctivo (CM)

Mantenimiento Preventivo (MP)

Control Estadístico de Calidad (SQC)

Mantenimiento Productivo (PM)

Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM)

Sistema Computarizado para la Administración del Mantenimiento (CMMS)

Mantenimiento Productivo Total (TPM)

5 Pillars of the Visual Workplace (Las cinco Eses) (5S's)

Conservación Industrial (IC)

1.2 La caja de herramientas

Imaginemos que frente a nosotros se presenta la línea del tiempo de la página anterior, y que el objetivo personal es cursar una carrera profesional de Ingeniería Industrial y de Mantenimiento; lo primero que percibimos es que nuestra actualidad y todo nuestro futuro, nos exige conocimientos científicos, técnicos profundos y pragmáticos; que prácticamente a partir de 1950 en el mundo ha desaparecido el puesto del “Mil usos”, el operario de baja preparación dedicado a los “Fierros”, el cual sólo existía en microempresas o en las que están en vías de extinción; por tanto , debemos estar preparados para conocer a fondo todo lo que hasta hoy se ha hecho al respecto, es seguro que vamos a tener vivencias en diferentes empresas con su propia personalidad, que cada una nos exigirá una forma diferente de conservar adecuadamente sus activos fijos y la calidad de sus productos. Con esto nos damos cuenta de que nuestra labor es situacional, pues depende de las diferentes circunstancias que en determinado momento estemos viviendo, de la calidad de los recursos humanos físicos y técnicos a los que tengamos acceso y, sobre todo, de las “herramientas” del conocimiento que hemos adquirido junto con las habilidades para su manejo.

No es prudente pensar que el dominio del conocimiento de una sola herramienta, por ejemplo, el CMMS o el RCM, etc., nos bastará para resolver nuestros problemas; todas se interrelacionan, ninguna es mejor que otra y

generalmente se ayudan; pero mal aplicadas se estorban dando resultados negativos.

Con un deseo humano de superación y mejora continua nuestra labor será cada vez mas interesante si estudiamos y por lo pronto llenamos nuestra nueva caja de herramientas con el conocimiento teórico-práctico de estos temas, y conforme el tiempo transcurra profundizaremos en los aspectos base y estudiaremos otros que se relacionan. Asimismo, vemos que en nuestra nueva caja de herramientas existen cada vez menos llaves inglesas, desarmadores, taladros y pinzas y mas matemáticas, estadísticas y graficas.

1.3 Problemas de mantenimiento en la industria del país

Los altos niveles de la industria pequeña y mediana consideran que tienen resueltos sus problemas de mantenimiento con el sólo empleo de artesanos.

Es ignorada la existencia del sistema Equipo/Satisfactorios, por lo que sólo se atiende el arreglo de la máquina y se descuida la atención a la calidad adecuada del satisfactorio, según la razón de ser de la demanda del mercado.

No hay planeación estratégica ni planificación para la preservación y mantenimiento de los recursos físicos de la empresa; por lo general las órdenes de trabajo son elaboradas por el personal de producción y se le llama erróneamente programa de mantenimiento.

Una guerra siempre latente entre el personal del departamento de Producción y el de Mantenimiento que destruye nuestra industria, y que sin querer es alimentada por los campos docente e industrial, por desconocimiento científico de esta materia.

El personal docente encargado de la enseñanza de mantenimiento en las escuelas técnicas y universidades, no considera que desde 1950 (Tercera Revolución Industrial) se presentó un cambio en la filosofía del mantenimiento, que permitió obtener una alta productividad y calidad en la industria moderna.

Más del 90% de las universidades, institutos tecnológicos y escuelas técnicas de nuestro país, consideran la asignatura de Mantenimiento Industrial como optativa, por lo que la mayor parte de los egresados no le da importancia a estos temas.

Nuestros planes de educación tecnológica se deben mejorar de inmediato porque:

- En nuestro país la cultura en esta materia del personal de la industria se deteriora día con día.
- Crecen los problemas originados por los equipos rivales, producción vs mantenimiento.
- Se incrementaron los costos de producción.
- Se podría entregar al cliente productos o servicios sin calidad.
- Se experimenta una pérdida continua del mercado.

Lo anterior debe ser corroborado cada vez que se tenga la oportunidad de visitar una empresa, universidad, instituto tecnológico o escuela técnica, y será útil porque comprobará que los estudios que se realizan en la actualidad son muy importantes para entender nuestro país, ya que podríamos ser una de las pocas personas que tenga estudios científicos básicos sobre la problemática acerca de este tema en preservación y mantenimiento.

Como ejercicio necesario para nuestro estudio se sugiere investigar en cualquier fábrica mediana o pequeña lo que se vive con respecto a los puntos abajo mencionados.

- Relaciones humanas entre el personal de los departamentos de Producción y Mantenimiento.

Encontrará que ambos departamentos tienen diferencias que pueden llegar a destruir su fuente de trabajo. En el mejor de los casos se toleran, pero rara vez cooperan entre sí.

- Planeación de mantenimiento.

Encontrará, que si los planes existen, estos son realizados desde el punto de vista táctico, es decir, se forman de las peticiones de trabajo el grupo de producción, a las cuales equivocadamente se les da el nombre de órdenes de trabajo. Generalmente, no existe un plan estratégico que las aglutine en un plan congruente y a

largo plazo, ni mucho menos se tiene en cuenta el Costo del Ciclo de Vida (CCI, por sus siglas en inglés) de los recursos para de ahí derivar, previo estudio anual, al Programa anual correspondiente.

- **Cultura de Mantenimiento.**

Encontrará que cada persona tiene su propio punto de vista sobre lo que es el Mantenimiento, pida a varias personas, de cualquier nivel económico y cultural, con experiencia en el Mantenimiento Productivo Total o el Mantenimiento Correctivo, o la diferencia que existe entre éste y el Mantenimiento Preventivo, etc., se encontrará con una Torre de Babel, porque cada quien le dará “su definición”, la cual difícilmente coincidirá en significado, lo que muestra una falta de conocimiento sobre el tema.

1.4 Los profesionales de ingeniería industrial

Todos los que nos dedicamos de corazón a alguna actividad, pensamos que esta es la más importante, aunque en realidad todas tienen su importancia; pero el simple hecho de que una materia nos guste y además nos sirva como herramientas de trabajo, nos obliga a luchar por ellas hasta llevarla a donde nuestro esfuerzo lo permita. El interés por algo nace después de que lo conocemos y crece con nuestro acercamiento a él, debido a que el mantenimiento en nuestro país hasta la fecha es considerado como una materia de poca categoría, ya que los programas de estudio de las escuelas técnicas y universidades no le dan la importancia que se merece.

Desde nuestro punto de vista, toda persona que labora en una empresa debe conocer a fondo la filosofía de la Conservación Industrial. Esto viene a nuestra mente porque existen instituciones técnicas y universidades que dividen la especialidad es decir, uno se capacita en procesos de producción y otro en mantenimiento industrial; hecho que incrementa el distanciamiento entre ambas especialidades, y los distingos de la especialidad se encuentran en otro tipo de materias complementarias.

En síntesis, tenemos una gran oportunidad, de ser los pioneros en nuestro país, para aplicar criterios verdaderamente científicos en nuestro trabajo, si estudiamos a fondo, cómo resolver los problemas de preservación y mantenimiento mostrados en el “Iceberg del Mantenimiento”.

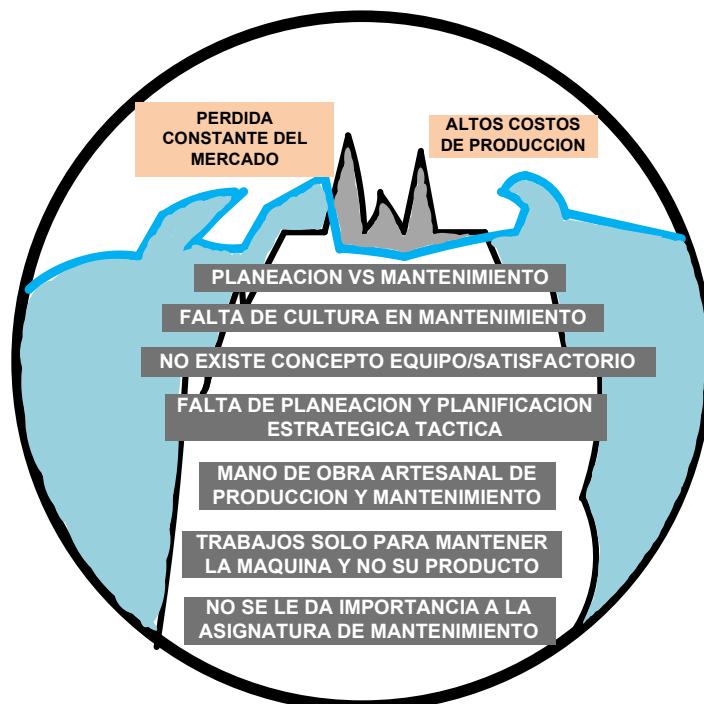


Figura 1.2 El iceberg de los problemas de mantenimiento

Esto nos lleva a atender los siguientes aspectos, que resultan de estudiar nuestro entorno y jerarquizarlos de acuerdo con su impacto negativo contra nuestra empresa; y algunas de las preguntas más importantes para estudiarlos y resolverlos son:

- ¿En mantenimiento, cuál es la filosofía del personal de una empresa?
- ¿Cuáles son los equipos vitales, importantes y triviales?
- ¿Qué tipo y calidad de trabajo de mantenimiento debe llevar a cabo el personal?
- ¿Qué características debe tener el personal de Mantenimiento y Producción?
- ¿El personal posee un lenguaje científico y entendible para todos?
- ¿Existen buenas relaciones humanas entre el personal de Producción y Mantenimiento?
- Contar con una taxonomía.
- Considerar la empresa como un sistema Equipo/ Satisfactorios.
- Jerarquizar la importancia de los activos físicos con respecto al impacto contra los satisfactorios.
- Proporcionar atención prioritaria a la queja del usuario frente a una falla.
- Visualizar mantenimiento como una célula de negocio, fuente de beneficios o departamento que provee excelentes utilidades.

- Generar el Plan Estratégico de Mantenimiento de los recursos físicos de la empresa y derivar de éste la Planificación anual (Programación anual)
- Generar planes contingentes para máquinas o sistemas vitales.
- Determinar los recursos que deben ser atendidos con Mantenimiento Preventivo, Predictivo, Correctivo y Detectivo.
- Determinar los trabajos de mantenimiento que deben realizar en la máquina el operario, el técnico, el especialista de la empresa, el especialista de otra empresa, y especificar qué tipo de mantenimiento se debe llevar a cabo fuera de la empresa.
- Optimizar la confiabilidad en los procesos vitales.
- Elevar la eficiencia global de los equipos.
- Definir los Planes de Adiestramiento para operarios.
- Definir el Plan de Desarrollo del personal.
- Preparar personal que sea hábil para diagnosticar y para el manejo del Análisis- Causa- Raíz.

Como ya mencionamos, las preguntas anteriores son las más importantes a considerar, pero al estudiar su entorno se cuestionarán sobre problemas propios. Creemos que este razonamiento, proporciona la seguridad de que aquí tenemos un nicho muy importante, para dedicarnos a él de manera intensa, sólo nos queda estudiar y trabajar para llevar nuestra estafeta personal al punto más alto que podamos, y en el camino con nuestro esfuerzo, encontraremos los satisfactorios que necesitamos.

1.5 Mantenimiento correctivo (cm)

Debemos aclarar que las definiciones de mantenimiento empleadas en esta Tesis son las aprobadas por el Comité Panamericano de Ingeniería de Mantenimiento (COPIMAN).

Las siguientes definiciones de mantenimiento aprobadas por el COPIMAN serán analizadas conforme las mencionemos en el texto.

- **Mantenimiento Correctivo.** Servicios de reparación en ítems con falla.
- **Ítem.** Término general para indicar un equipo, obra o instalación.
- **Falla.** Finalización de la habilidad de un ítem para desempeñar una función requerida.
- **Defecto.** Evento en los equipos que no impide su funcionamiento, pero a corto o largo plazo puede provocar su indisponibilidad.
- **Error.** Eventos en los operadores que no impiden todavía el buen funcionamiento del equipo; pueden a corto o largo plazo provocar su indisponibilidad. (Esta definición es propuesta por el autor al no encontrar otra adecuada; pues esta sugiere que el defecto es al equipo como el error es al operario, Ambos; defecto y error pueden llevar el equipo a la falla si no se atienden de manera oportuna.)

Debemos entender muy bien los criterios que se manejan en las definiciones, sobre todo la diferencia entre **error** o **defecto** y **falla**, pues un

error indica que la función del ítem **se puede perder** si no se atienden los síntomas mostrados, y la falla nos dice que **la función ya se perdió**.

En este orden de ideas el ítem o máquinas puede presentar dos **estados o estatus** con respecto a su función:

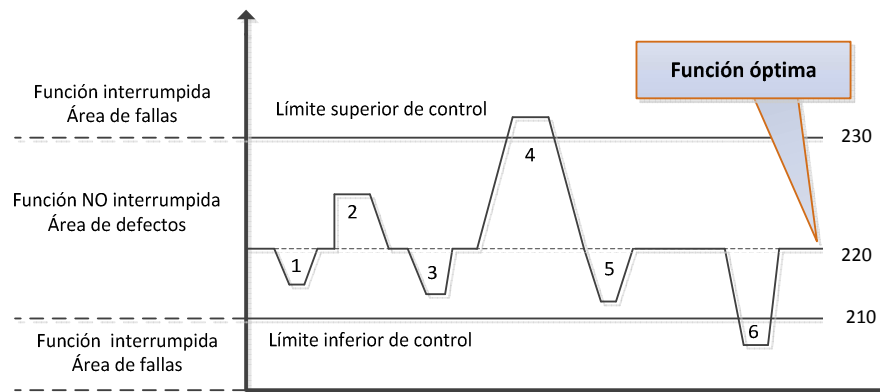
1. **Si** trabaja bien (estatus preventivo)
2. **No** trabaja bien (estatus correctivo)

Para aclarar que son los estatus preventivo y correctivo estudiemos el siguiente ejemplo:

Suponga que hemos contratado a una compañía para que nos suministre el servicio eléctrico adecuado para nuestra casa de campo, en donde queremos tener alumbrado, bomba de agua, refrigerador, estufa y calentador eléctrico durante las 24 horas del día, y la compañía nos asegura que con la subestación, el generador eléctrico y el personal técnico que la atenderá no tendrá problemas de fallas; en otras palabras, nos ofrece el funcionamiento que requerimos [óptimo 220 voltios de corriente alterna (VCA) con una variación de aproximadamente 10 VAC]. Claro, a nosotros no nos importan los trabajos de Mantenimiento Preventivo que deban corregir los defectos o errores que se les presenten, lo que deseamos es que por ningún concepto, nuestro refrigerador, focos y demás ítems funcionen fuera de su propia norma y se descompongan por una sobrecarga o por carencia de energía eléctrica. Después de dos años

de proporcionarnos este servicio, tuvimos que quejarnos con nuestro proveedor en dos ocasiones: la primera porque debido a fallas eléctricas se quemaron nuestro refrigerador y televisor, y la segunda porque los equipos no funcionaron de manera eficiente por bajo voltaje.

Interpretemos el diagrama de control de la figura 1.3 concepto sobre los estatus preventivo y correctivo, que fue realizado por nuestro proveedor desde que nos entregó el servicio hasta ese momento.



Estatus correctivo puntos 4 y 6
Figura 1.3

Aquí podemos ver que cuando el ítem (el generador) comenzó a trabajar proporcionó el servicio con la calidad óptima, pero conforme pasó el tiempo la inspección nos indicó la existencia de un defecto (punto 1), que podía generar una falla; corrigieron el defecto y el ítem regreso a cero defectos. La gráfica marca que estos eventos repitieron en los puntos 2, 3 y 5; pero en los puntos 4 y 6 seguramente por la falta de inspección adecuada del personal de mantenimiento, no se consideró la frecuencia o importancia del defecto, descuido que produjo la falla y, seguramente cuando sucedió el punto 4 originó

la quema de algunos ítems, y el punto 6 muestra la ocasión del funcionamiento irregular de los ítems que se utilizan.

De manera que observamos con claridad que este generador pasó dos veces del estatus de preventivo al estatus de correctivo, o sea, del área de defectos al área de fallas, y que esto nos llevó a hacer labores de servicios de reparación en ítems con falla, que es como definimos al Mantenimiento Correctivo.

Existen muchas labores y combinaciones de éstas para pasar racionalmente a un ítem de un estatus correctivo a uno preventivo, que al ser analizadas desde el enfoque en cómo se presenta la falla, se ha podido catalogar en dos grandes estrategias:

ESTATUS	¿CÓMO SUPLIMOS DE LA FALLA?	ESTRATEGIAS A TOMAR
Correctivo	En forma espontánea y al parecer sin aviso se detectó por medio de inspección	Mantenimiento correctivo Mantenimiento detectivo

Estrategias de Mantenimiento Correctivo

Figura 1.4

Veamos la definición de estas 2 estrategias y su explicación:

Mantenimiento Correctivo. “Servicios de reparación en ítems con falla”. Esta estrategia se basa en el acondicionamiento o sustitución de partes en un ítem una vez que estas fallan. La reparación de la falla se presenta como emergencia.

Mantenimiento Detectivo. “Búsqueda de fallas”. Esta estrategia consiste en examinar, con frecuencia programada, las partes de la máquina que tienen funciones ocultas, tales como los medidores de presión, temperatura, etc., para corroborar que trabajen de manera funcional; en caso contrario, se reparará la falla sin presentarse como emergencia.

1.6 Índice del rango para la expedición del mantenimiento

Todos sabemos que los papeles que vive diariamente un jefe de mantenimiento de cualquier nivel son múltiples, muy variados y, en repetidas ocasiones, de emergencia.

Suponiendo que usted es Gerente de Mantenimiento de una fábrica muy importante y un día, al llegar a su trabajo le entregan los siguientes reportes:

- a) Falla en el equipo de aire acondicionado de la sala de juntas de la empresa, y en una hora más llevará a cabo una Junta de Consejo.
- b) Falla en la máquina de inserción automática de circuitos integrados. Su funcionamiento es imprescindible para mantener la continuidad de la línea de producción. El jefe de producción le exige atención inmediata.
- c) Falla en el elevador de personal del área de oficinas (edificios de seis pisos). Este daño es reportado por uno de los vigilantes de seguridad, pintándole un cuadro aterrador, dándole su opinión de que la atención a esa falla no espere.

¿A cuál de los tres problemas anteriores atendería usted primero?

Como se observa la decisión no es fácil de tomar, pues hace falta una herramienta que permita identificar la labor de mantenimiento que deba tener mayor prioridad sobre las otras y ésta es una de las aplicaciones del **RIME**.

El índice RIME, sobre el cual tiene derechos reservados Ramond and Associates Inc., es una herramienta que permite clasificar los gastos de mantenimiento interrelacionando los recursos sujetos a estos trabajos, con la clase o el tipo de trabajo por desarrollar en ellos. Al **RIME (Ranking Index for Maintenance Expenditure)** también se le llama **ICGM (Índice de Clasificación para los Gastos de Mantenimiento)**. Este índice está compuesto de dos factores: el código máquina y el código trabajo.

- **Código máquina.** Es aquel que identifica los ítems por atender (equipos, instalaciones y construcciones) de acuerdo con la importancia de su falla.
- **Código trabajo.** Es aquel que identifica cada tipo de trabajo al que se sujetarán dichos recursos, de acuerdo con sus costos.

El índice ICGM se obtiene de la multiplicación de ambos factores. Por tanto, tenemos:

INDICE RIME = código máquina x código trabajo.

El índice RIME tiene tres aplicaciones perfectamente bien delineadas que son:

- a. Jerarquización de la expedición de las labores de mantenimiento de acuerdo con su importancia relativa.
- b. Elaboración de la expedición de las labores de mantenimiento.
- c. Orientación mediante el código máquina de la clasificación de los equipos, instalaciones y construcciones de la empresa (ítems), determinando si son “vitales”, “importantes” o “triviales”, a fin de definir el tipo y la cantidad de trabajo de mantenimiento que se les debe proporcionar.

Existen dos métodos para utilizar el RIME; en el primero al ítem (equipo, etc.) se les estudian tres componentes: el porcentaje de utilización, el de rentabilidad y el factor de proceso.

Al trabajo se le estudian sus costos por pérdida de calidad, de producción, de mantenimiento aplazado por re-trabajo y por seguridad.

El segundo método es el simplificado, el cual vamos a estudiar más a fondo porque consideramos que es muy sencillo práctico y además indispensable utilizarlo para nuestras PyME (pequeñas y medianas empresas). Para establecer este índice en la empresa se estructura un comité compuesto por personas conocedoras de las funciones de mantenimiento, producción y finanzas; estos tres tipos de especialidades deben tenerse presentes durante todo el tiempo que dure la elaboración del sistema RIME y para sus posteriores actualizaciones.

En el primer paso el comité estudia a fondo las tablas de criterios que deben seguirse para clasificar el equipo (ver figura 1.5 Criterios para la elaboración del código máquina) y para calificar el trabajo (ver figura 1.6 Criterios para la elaboración del trabajo).

Al analizar la tabla del código máquina se observa claramente que la clasificación más alta (10) se asigna a los artículos que proporcionan el recurso

vital, del cual no se puede prescindir para descender, de acuerdo con la menor importancia del producto o servicio o suministrado por el ítem.

La tabla código máquina que de aquí resulte en un principio, tendrá un gran parecido con la figura, pero los que cambiarán serán los ejemplos que pondremos en cada uno de los 10 puntos que la forman, ya que el comité tiene que diseñarla de acuerdo con las necesidades de la fábrica, el tipo de ésta, sus recursos, sus procesos de fabricación y, en suma, todo aquello que la singularice; no se tendrán resultados adecuados si se trata de adaptar una tabla código máquina de otra empresa a la propia.

Al analizar la tabla código trabajo, se observa que la clasificación más alta (10) es asignada a los trabajos que originan el mayor costo (por pérdida de calidad, de producción, de mantenimiento aplazado, por re-trabajo y por seguridad; este último aspecto desciende de acuerdo con la menor importancia del costo).

CÓDIGO MÁQUINA	Concepto
10	RECURSOS VITALES. Aquellos que influyen en más de un proceso o cuyas fallas originan un problema de tal magnitud que la gerencia de la empresa no desea correr. Por ejemplo, las líneas de distribución de vapor, gas, aire, calderas, hornos, subestación eléctrica.
9	RECURSOS IMPORTANTES. Aquellos que, aunque están en la línea de producción, su función no es significativa, pero sin ellos no puede operar de manera adecuada el equipo vital; además, no existen máquinas redundantes o de reserva, tales como montacargas, grúas, frigoríficos, transportadores de material hacia las líneas de producción, etc.
8	RECURSOS DUPLICADOS SITUADOS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN, similares a los anteriores (9), pero de los cuales existe reserva.
7	RECURSOS QUE INTERVIENEN EN FORMA DIRECTA EN LA PRODUCCIÓN, tales como: dispositivos de medición para control de calidad, equipos de prueba, equipos para manejo de materiales, máquinas de inspección, etc.
6	RECURSOS AUXILIARES DE PRODUCCIÓN SIN REEMPLAZO, tales como: equipo de aire acondicionado para el área de pruebas, equipos móviles, equipo para surtimiento de materiales en almacén, etc.
5	RECURSOS AUXILIARES DE PRODUCCIÓN CON REEMPLAZO, similares al punto anterior, pero con reemplazo.
4	RECURSOS DE EMBALAJE Y PINTURA, tales como: compresoras, inyectoras de aire, máquinas de pintura de acabado final, y todo aquello que no sea imprescindible para la producción y de lo que, además, se tenga reemplazo.
3	EQUIPOS GENERALES. Unidades de transporte de materiales o productos, camionetas de carga, unidad refrigeradora, equipos de recuperación de desperdicios, etc.
2	EDIFICIOS PARA LA PRODUCCIÓN Y SISTEMAS DE SEGURIDAD, alarmas, pasillos, almacenes, calles, estacionamientos, etc.
1	EDIFICIOS E INSTALACIONES ESTÉTICAS. Todo aquello que no participa directamente en la producción: jardines, campos deportivos, sanitarios, etc.

Figura 1.5 Criterios para la elaboración del código máquina

CÓDIGO TRABAJO	DESCRIPCIÓN DE TRABAJOS POR EFECTUAR
10	PAROS. Todo aquello que se ejecute para atender las causas de pérdida del servicio de calidad esperada, proporcionado por máquinas, instalaciones y construcciones importantes; o aquellos trabajos de seguridad hechos para evitar pérdidas de vidas humanas o afectaciones a la integridad física de los individuos.
9	ACCIONES PREVENTIVAS URGENTES. Todo trabajo tendente a eliminar los paros o conceptos discutidos en el punto anterior (10) y que sugieran por inspecciones, pruebas, avisos, de alarmas, etc.
8	TRABAJOS DE AUXILIO A PRODUCCIÓN. Modificaciones tendentes a optimizar la producción surgidas por cambio de producto o por mejora del mismo, etc.
7	ACCIONES PREVENTIVAS NO URGENTES. Todo trabajo tendente a eliminar a largo plazo los paros o conceptos analizados en el punto (10); lubricación, atención de desviaciones con consecuencias a largo plazo, trabajos para eliminar o reducir la labor repetitiva, etc.
6	ACCIONES PREVENTIVAS GENERALES. Todo trabajo tendente a eliminar paros, acciones preventivas urgentes, acciones preventivas no urgentes y que no se visualicen posibles fallas.
5	ACCIONES RUTINARIAS. Trabajos en máquina o equipos de repuesto, en herramientas de mantenimiento y en atención a las rutinas de seguridad.
4	ACCIONES PARA MEJORÍA DE LA CALIDAD. Todo trabajo tendente a mejorar los resultados de producción y mantenimiento.
3	ACCIONES PARA LA DISMINUCIÓN DEL COSTO. Todo trabajo tendente a minimizar los costos de producción y mantenimiento, el cual no esté considerado en ninguna de las anteriores categorías (mejora del factor de potencia eléctrica en la fábrica, disminución de la temperatura de la caldera de suministro de agua caliente en verano, etc.)
2	ACCIONES DE SALUBRIDAD Y ESTÉTICA. Todo trabajo tendente a asegurar la salubridad y el mantenimiento de muebles e inmuebles en donde el personal de limpieza no puede intervenir debido a los riesgos o delicadeza del equipo por atender (pintura, aseo o desinfección de lugares como subestación eléctrica, salas de cómputo, etc.)
1	ACCIONES DE ASEO Y ORDEN. Trabajos de distribución de herramientas y aseo de instalaciones del departamento de Mantenimiento.

Figura 1.6 Criterios para la elaboración del código trabajo

La tabla código trabajo que resulte tendrá un gran parecido con esta, pero tendrá ponderados los trabajos de acuerdo con su tipo y costo para nuestra propia empresa.

Ahora el comité levanta un inventario de ítems, que contenga todo lo que debe ser atendido para asegurar un funcionamiento adecuado de la empresa. Aquí aparecerá todo tipo de activos máquinas, edificios, jardines, caminos de acceso, etcétera.

El comité llevará a cabo las juntas necesarias para analizar cada una de las unidades contenidas en el inventario y a la luz del código máquina de nuestra empresa se darán valores de acuerdo con su importancia relativa.

Al inventario, así denominado, se le aplicará el Principio de Pareto para determinar cuáles son las máquinas vitales y las importantes, ya que las que son triviales (aproximadamente 80%) las trataremos siempre con Mantenimiento Correctivo Programado.

De aquí se desprende el inventario jerarquizado, cuyo ejemplo se muestra a continuación:

Recursos por mantener	Núm. Identif	Código máquina	% Acum.	Clasif.
Planta electrógena	M501	10		VITALES
Producción de tableros de circuitos impresos	A221	10	5/30	
Subestación eléctrica	E001	10	=	
Caldera generadora de vapor	M120	9	16.7	
Ensambladora de circuitos CAG	A008	9	%	
Soldadora de terminales	A010	8	2/30	IMPORTANTES
Tablero de pruebas por rayos infrarrojos	M019	8	= 6.6 %	
Unidad de prueba estadística de ajuste	A222	6		TRIVIALES
Transportador almacén - línea	M023	6		
Perforadora de tarjetas de circuito impreso	M183	5		
Soldadora de terminales de CAF	A016	5		
Andamios electromagnéticos	A012	4		
Compresora para pintar	P019	4		
Máquina de pintura para acabado final	P017	4		
Ascensor Otis	M025	3		
Camioneta de entrega	V018	3		
Batería de acumuladores eléctricos	E107	3	23/30	
Inyectora de aire seco	M122	3	=	
Motor de CD para sistema de alarma	E357	3		
Ventilador en el patio de carga	M008	2	76.7 %	
Reacondicionamiento de camino de acceso	S/n	2		
Patios	S/n	2		
Oficinas generales	S/n	2		
Alarmas de seguridad	E352	2		
Equipo colector de polvo	M123	2		
Lámparas para el patio de carga	S/n	1		
Reacondicionamiento de azoteas	S/n	1		
Cancelería	S/n	1		
Sistema automático de aspersion	M121	1		
Bomba centrífuga para riego	M002	1		
TOTALES	30		100%	

Figura 1.7 Ejemplo de inventario jerarquizado por código máquina

En este orden de ideas ahora tenemos el trabajo completo del comité y lo constituye tres documentos principales:

- a) Tabla de criterios de la empresa con el código máquina (figura 1.5)
- b) Tabla de criterios de la empresa con el código trabajo (figura 1.6)
- c) Inventario jerarquizado con el código máquina (figura 1.7)

Por último, se hace notar que los códigos RIME no son constantes durante toda la vida útil de las máquinas, ya que éstas pueden cambiar de labor, producto, volumen de producción; en fin, tener cualquier cambio que aumente o disminuya la importancia y calidad del producto o servicio que deben proporcionar.

Se debe publicar cada vez que exista un cambio en la variación de los códigos para contar con un RIME confiable.

El ejercicio anterior se debe desarrollar entre un grupo de cuatro o cinco personas asentados en un lugar adecuado, que sirva de sitio de estudio; por ejemplo, los talleres o laboratorios de la universidad, o el propio Campus, con el fin de hacer un inventario sólo de *ítems* vitales e importantes. Según los criterios del código máquina mostrados en la figura 1.5, se dialoga la importancia de cada *ítem* del inventario hasta darle el valor que por consenso le toque. Al determinar la calificación, se aplica el Principio de Pareto y se acomodan los *ítems* jerárquicamente en un formato como el mostrado en la

figura 1.7; similar a este documento es el que debe entregarse a las jefaturas de Producción y Mantenimiento, firmado por la Dirección para su correcta observancia.

Recursos por mantener	Núm. Identif.	Código Máquina	% Acum.	Clasif.
Vo. Bo.		REALIZÓ		
GERENTE GENERAL		RESPONSABLE DEL COMITÉ		

Figura 1.8 Ejemplo de formato de inventario de *ítems* jerarquizados por código máquina

Otra de las aplicaciones de este sistema, es la elaboración racional de nuestro presupuesto anual para los gastos de mantenimiento. Esto se explica con facilidad, si consideramos que por estudios económicos, nuestra Dirección General determinó disminuir el presupuesto de gastos en el departamento de Mantenimiento en un **porcentaje**, esto nos obligará a considerar los trabajos calificados con los índices RIME más altos, hasta que éstos agoten el presupuesto autorizado.

A fin de facilitar la aplicación del RIME se recomienda anotar el código máquina en las tarjetas de registro de las máquinas, mientras el código trabajo se dará en forma de lista; sin embargo, ambas estarán a disposición del responsable que expide las órdenes de trabajo de mantenimiento. Por lo que respecta a los *ítems vitales* y algunos **importantes**, es muy útil que éstos tengan marcado su correspondiente código máquina para que todo el personal de Producción y Mantenimiento tenga en cuenta.

La importancia del RIME, exige que la Dirección General de la empresa, esté convencida e involucrada en la adopción de este procedimiento de trabajo, para ello, debe autorizar la documentación presentada por el comité, a fin de darle el valor de orden, la cual todos los involucrados deben obedecer.

1.7 Plan contingente

Prácticamente desde inicios del Mantenimiento Correctivo hasta la fecha, se realizan trabajos de **Mantenimiento Correctivo Contingente**, pero sin orden ni concierto, a tal grado que en la mayor parte de las empresas pequeñas y medianas, es el único trabajo que se hace, pues las órdenes de trabajo de mantenimiento, generalmente son efectuadas por el personal de Producción y no son más que reportes de los **defectos** o **fallas** encontrados en los *ítems*, que trabajan muchas veces sin tomar en cuenta la importancia que la falla de éstos, puede tener con respecto al producto final, debido a que no tienen

clasificados los *ítems vitales* y los *triviales*, de manera que se presenta la incoherencia de atender en forma inmediata cualquier orden de trabajo.

Todo hace suponer que los Planes Contingentes nacieron a partir de 1958, de los estudios desarrollados por la *International Air Transport Association (IATA)*, cuando especificaron las labores de mantenimiento necesarias para conservar una nave aérea volando. En la actualidad, todos los pasajeros notamos la presencia de, por ejemplo, salidas de escape, toboganes, salvavidas, caretas de oxígeno, la preparación de las azafatas para hacer su trabajo contingente, etc., los recursos humanos físicos y técnicos preparados para la contingencia, para algo que **seguramente no sucederá**, pero si sucede podemos salir mejor librados.

Debemos notar que, por ejemplo, a las naves aéreas, barcos y submarinos los consideramos como un *ítem vital*, y cada uno de ellos por ley debe tener uno o más Planes Contingentes.

Un **Plan Contingente** es un documento elaborado por el alto nivel de la industria, auxiliado por el personal de especialistas necesarios apoyados en los estudios de Jerarquización de recursos físicos de la empresa en cuestión, cuyo objetivo es que el personal que los atienda tenga la preparación y los medios necesarios para regresarlo en el menor tiempo posible a su funcionamiento normal.

Lo primero que se debe hacer antes de elaborar un plan, es investigar cuáles pueden ser las causas de defectos, errores o fallas más comunes que el *ítem* en estudio pueda tomar, en cuenta los siguientes puntos, evita que defectos, errores o fallas se registren en determinado ítem en estudio.

- **Ambiente circundante.** Se refiere a aspectos relacionados con agentes agresivos y factores de operación riesgosos.
- **Ampliaciones.** Por deficiencias en la mano de obra, mala interpretación de planos o por no tener en cuenta el mantenimiento del recurso.
- **Daños por terceros.** Debido al descuido o mala voluntad de terceras personas, ataques de animales depredadores o accidentes naturales.
- **Diseño.** Se representa este tipo de fallas después de que el recurso ha funcionado algún tiempo.
- **Envejecimiento.** Debido a pérdidas en las características físicas y químicas del recurso.
- **Fabricación.** Debido a deficiencias del control de calidad del fabricante.
- **Instalación y mantenimiento.** Por deficiencias en la mano de obra, mala interpretación de planos o por no considerar el mantenimiento del recurso.
- **Operación.** Debido a la ignorancia o mala voluntad del usuario del recurso.

- **Transporte.** Por golpes, almacenaje deficiente o estiba inadecuada.

Siempre que un *ítem* funciona pueden existir factores de riesgo que originen en él **defectos, errores o fallas**. Éstos pueden ser:

- a) Cuando no se tiene holgura en la calidad de funcionamiento de la máquina o en el tiempo.
- b) Cuando existe desconocimiento de la máquina o de algunas de sus partes.
- c) Cuando existe baja confiabilidad en la máquina o en algunas de sus partes.
- d) Cuando se depende de terceros para el mantenimiento.
- e) Cuando existen dos o más responsables en las labores de mantenimiento.
- f) Cuando los buenos resultados del mantenimiento no pueden detectarse con facilidad.

El Plan Contingente lo constituye un documento cuyo contenido debe tener en cuenta los aspectos que en seguida se mencionan:

- **Nombre del plan.**
- **Recursos humanos que integran el plan.** Nombres del responsable del plan y de las personas que queden a sus órdenes durante la contingencia.

- **Problemática o información general** del porqué es necesario un Plan Contingente, así como de todo aquello que se considere útil para entender a fondo los problemas que pueden suscitarse y su solución.
- **Objetivo inmediato** (del plan).
- **Políticas** que se observan durante el desarrollo del plan.
- **Procedimiento general de acción.**

La elaboración y actualización sistemática de los planes contingentes por la alta Gerencia, **aumentan** enormemente **la confiabilidad en la empresa**, asegurando un aumento en su productividad; concienciando al personal de Producción y Mantenimiento, de que ambos luchan por un mismo fin, lo que ayuda a la formación de un verdadero equipo de trabajo. **La Dirección de la empresa debe asegurarse del uso adecuado de estos planes.**

1.8 Mantenimiento preventivo

De 1914 a 1918 la industria de los países beligerantes dio prioridad a la guerra, por lo que ese tipo de industria trabajaba las 24 horas del día; además, sus productos debían tener buena calidad, ya que si fallaban podía costar la vida a sus usuarios. También se tomó en cuenta la necesidad de que cada una de estas fábricas estuviera bien administrada, pues se tenían que tomar decisiones importantes, aún en sus escalones más bajos; sin embargo, el empirismo remaba en la administración de la industria en todos los escalones de Dirección, desde el supervisor hasta el

gerente general. El pensamiento de W. Taylor no había logrado una manera científica de administrar, pero su libro *Principios de Administración Científica* proporcionó la información suficiente para que Henri Fayol, Ingeniero francés, en 1916 presentara su libro *Administración General e Industrial*, en el cual consideraba que toda administración estaba estructurada por la previsión, la organización, el mando, la coordinación y la fiscalización, aspectos que han permitido que el proceso administrativo actual sea más eficiente.

Comparemos el proceso administrativo de Fayol con el actual.

PROCESOS ADMINISTRATIVOS	
1916 HENRY FAYOL	EN LA ACTUALIDAD
Previsión	Planeación
Organización	Organización
	Integración
Mando y coordinación	Ejecución
Fiscalización	Control

Figura 1.9 Comparación del proceso administrativo.

En la figura 1.9 podemos ver que nuestro nuevo proceso administrativo tiene en cuenta la integración, etapa que considera la gran importancia que el ser humano tiene dentro del conjunto del sistema por

administrar, cosa que Fayol no tomó en cuenta en su proceso administrativo.

A partir de 1918 Walter A. Shewhart (1891-1967) trabajando para la Western Electric, empezó a desarrollar su idea del Control Estadístico para mejorar la calidad del producto en la industria, y en 1927 se unió a W. Edwards Deming para ponerlo a funcionar en la industria estadounidense. En 1931 presentó su libro *The Economic Control of Quality of Manufactured Products*, el cual ayudó a que el Control Estadístico de Calidad se desarrollara.

Más adelante, en 1937, el rumano J. Juran llamado "El Padre de la Calidad" da a conocer el Principio de Pareto, el cual se apoya en el estudio que sobre la estabilidad de los sistemas sociales desarrolló el italiano Wilfredo Pareto (1848-1923); de ese estudio Juran desprendió la "ley del 80/20", señalando que en un efecto cualquiera las causas que lo originan tienen una tendencia bien definida, ya que aproximadamente 20% de las causas originan 80% del efecto, y 80% de las causas restantes son responsables de 20% del resto del efecto.

William Edwards Deming (1900-1993) nació en Wyoming, Estados Unidos de América, realizó estudios que lo llevaron al doctorado en física, posteriormente trabajó en la Western Electric de Chicago y en 1927 en el

Departamento de Agricultura de Estados Unidos de América, utilizando sus conocimientos de estadística en su trabajo.

Shewhart y Deming se conocieron en 1927. El primero trabajaba en Bell Telephone Laboratory de Nueva York y debido a que Deming se interesó en el trabajo de Shewhart para llevar a la industria lo que el propio Shewhart llamó el "Control Estadístico", intercambiaron ideas y experiencias que fueron puestas en marcha en las principales industrias estadounidenses, con buenos resultados, tanto en la productividad como en la calidad.

La Segunda Guerra Mundial (3 de septiembre de 1939) obligó a la industria mundial, sobre todo a la del acero, a convertirse en industria de guerra y, por tanto, trabajar las 24 horas del día. La productividad era urgente para atender los pedidos bélicos.

Estados Unidos de América no participó en la guerra, pero ayudó en la fabricación y entrega de armas a los aliados (Inglaterra y Francia). En este caso, tuvo que desechar el trabajo estadístico organizado en su industria, principalmente por Shewhart y Deming. Sistematizaron los trabajos de Mantenimiento Preventivo, dedicando personal a esta actividad, pero desafortunadamente con la idea de que no se necesitaba una alta calidad en este personal. En ese momento nacieron los Departamentos de Mantenimiento, actuando en conjunto con los ahora

"Departamentos de Producción" unidos para producir, pero no integrados como hasta la fecha subsiste, sobre todo en nuestras Pequeñas y Medianas Empresas (PyME).

Cuando los estadounidenses se enfrentaron a Japón, a partir del 8 de diciembre de 1941, le dieron preferencia a la productividad y consideraron que ésta subiría, si se mejoraba el mantenimiento y la administración. El mantenimiento lo llevará a cabo el Departamento de Mantenimiento, y para el área administrativa capacitaron y responsabilizaron a los bajos niveles y a la supervisión, ya que era imprescindible contar con las decisiones rápidas que exigía el momento, para producir la mayor cantidad de artículos con la misma calidad, la cual consistió en revisar el producto terminado y de acuerdo con las fallas encontradas según el muestreo se calificaba, con lo que se tenían cuantiosas pérdidas por desechos y retrabajos. De esta forma se obtuvo mucha producción con calidad aleatoria. Las máquinas se fueron mejorando y aumentó la exigencia por una mejor calidad en la mano de obra de mantenimiento y, por otro lado, la calidad de la mano de obra de producción empezó a bajar en importancia por la misma razón.

El 2 de septiembre de 1945 Estados Unidos de América se encontraba con una industria que no había sufrido los estragos de la guerra; por el contrario, seguía conquistando mercados en todo el mundo, aún con su calidad de producto aleatoria. En 1949 el propio Dr.

Deming constató que el uso de la estadística en la industria estadounidense prácticamente había desaparecido, y además la alta dirección no se sentía comprometida con el Control Estadístico.

En junio de 1950, Deming fue contratado por el Comando Supremo Norteamericano (SCAP, por sus siglas en inglés), que como ejército de ocupación, tenía la misión de ayudar al desarrollo de Japón. Deming empezó su trabajo capacitando dicha industria en el Control Estadístico de Calidad, interesando desde los directores generales hasta los últimos niveles de jefatura y personal; además, estableció el criterio de que la empresa empieza en el proveedor y termina en el cliente, y les recomendó trabajar con el círculo Shewhart (PDCA, por sus siglas en inglés), y al que en la actualidad se le llama Círculo Deming.

Para el mantenimiento, 1950 representa una importante parte del pensamiento humano inmerso en este tema, y es considerado el inicio de la Tercera Revolución Industrial, ya que se empezó a hacer conciencia de que la industria debía cuidar no sólo el estado en que se encontraban sus máquinas, sino también el estado que se conseguía de su producto o servicio; se pasó del pensamiento al cuidado de las máquinas, Mantenimiento Preventivo (MP, por sus siglas en inglés) al pensamiento al cuidado del producto Mantenimiento Productivo (PM, por sus siglas en inglés). Ahora empezaba a descubrirse que la empresa

estaba integrada por un sistema abierto, al cual llamaremos sistema "equipo/satisfactorio".

Análisis Causa-Raíz, (RCA, por sus siglas en inglés) es una gran herramienta que puede proporcionar muchas satisfacciones, pues nos capacita para manejar nuestras ideas con las de los demás, nos habilita para comprender y ser comprendido, y en la mayor parte de las ocasiones nos permite analizar los problemas que queremos corregir, para encontrar eficacia en las soluciones que del análisis se deriven, a fin de que el problema no se vuelva a repetir.

Es una realidad que todos los seres humanos somos diferentes, pues hemos nacido y nos hemos desarrollado en tiempos y ambientes diferentes, nuestro temperamento se ha ido modulando de acuerdo con nuestras vivencias, al buscar los satisfactorios que a cada uno nos interesan durante la vida, y éstos también son sujetos de cambio; lo que nos muestra que la búsqueda de uno u otro satisfactor, es debida a que pensamos que existe y nos forjamos un modelo de cómo debe ser éste, por lo que abrimos campos de acción para profundizar en él. Cada uno construye su propio mundo, es decir, su propia realidad, y tendemos a creer que "toda persona existente en la Tierra tiene el mismo mundo que el nuestro", gran error porque hablamos diferentes "idiomas" debido a nuestras múltiples discrepancias de percepción.

Otra realidad, es que desde que nacemos, dependemos de la ayuda de todo el medio que nos rodea, sobre todo de las personas que nos quieren, esa dependencia, si todo sale bien, disminuye de acuerdo con nuestros esfuerzos y habilidades, hasta llegar a ser parte del grupo humano que ayuda al desarrollo de su Universo, y cuya tarea siempre será conseguir que sus deseos se hagan realidad, lo cual nos obliga a tener conocimientos realistas y multidisciplinar los que por razón natural tenemos que encontrar, con la ayuda de personas conocedoras de otras disciplinas, y esa es la gran oportunidad que como persona moral tiene el grupo humano al cual llamamos "Investigador de la Calidad", y está integrado por miles de millones de criterios diferentes que son cada vez más aptos, usando el Análisis Causa-Raíz para resolver los problemas que cada persona percibe.

Un problema es una desviación a una situación esperada; esto nos concientiza de que algún deseo de cambio que experimentemos, es un problema de cualquier magnitud; no todos los problemas son importantes para el sujeto que los experimenta, la gran mayoría son triviales y pueden atenderlos o no según la importancia que el propio individuo les dé, y precisamente el éxito de esta persona se sustenta en su capacidad de detectar y resolver los problemas de alta importancia, que se le presentan durante su vida. Esto nos obliga a encontrar la forma de darnos a entender y de poder comprender a los demás.

Es importante notar que el RCA no es exclusivo del mantenimiento, pues se trata de un método que nos ayuda a comunicarnos con eficiencia en la familia, los negocios, el juego, para solucionar cualquier problema que se nos presente. Es muy importante que tengamos un conocimiento a fondo de esta materia, el cual se consigue aprendiendo uno mismo en libros sus bases y pormenores, esto posteriormente nos obligará a tomar cursos profesionales al respecto con especialistas, preferentemente con nuestro grupo de trabajo.

En 1978 en Teléfonos de México S. A. tomaron el curso de Kepner and Tregoe llamado "El directivo racional", basado en el libro escrito por estos autores en 1965, y que para 1967 se consideraba que lo habían tomado 50000 directivos para mejorar su manejo de problemas y toma de decisiones. Aunque en este curso todavía no se aludía al RCA, ya se establecían reglas que facilitaban su análisis. Este curso presentaba las siguientes cuatro facetas:

- Análisis de situaciones. Este primer paso nos ayuda a determinar lo que podía existir mal, o las oportunidades que existían en nuestro entorno y que pasaban inadvertidas, si no las buscábamos, las aclarábamos, las subdividíamos en problemas bien definidos y las jerarquizábamos.
- Análisis de problemas. Esta faceta nos enseñaba a analizar

jerárquicamente uno a uno los problemas obtenidos en el punto 1, para saber en qué consistía, poder describirlo y determinar con el análisis la causa más probable que ocasiona el problema, verificándola hasta comprobar que era la verdadera.

- Análisis de decisiones. Una vez obtenida la verdadera causa de un problema, se debe determinar el mejor curso de acción, al compararlo con los otros que hayan resultado con respecto a la satisfacción del objetivo de la acción y posteriormente los dos o tres mejores cursos de acción, se ponderaban con respecto a los riesgos que podrían existir al tomar a uno u otro de ellos, para decidir y poner en marcha el curso de acción seleccionado.
- Análisis de problemas potenciales. En este punto se analiza el problema que ya se ha decidido resolver, para encontrar cuáles son sus riesgos con tendencia, gravedad y probabilidad más altas, y estimar lo que debe hacerse en caso que suceda (planes contingentes).

En esa misma época y aplicado especialmente para los supervisores de mantenimiento de Telmex, a fin de desarrollar buenos elementos para detectar fallas o defectos, esta compañía impartió

durante varios años el curso "Detección Analítica de Fallas", también apoyado en la metodología de Kepner and Tregoe y la consideración básica del curso, era que en toda falla siempre existen dos elementos: el objeto, es decir, el tren que sufre el daño, y el defecto, es decir, la desviación a la norma. A continuación cada elemento se analizará desde los enfoques de descripción, ubicación en tiempo, espacio y magnitud, para facilitar el análisis, considerando los siete pasos siguientes:

1. Dar nombre a la falla. Se procura que este nombre mencione el defecto que tiene el objeto; por ejemplo: "Camioneta A-2032 rebasa la temperatura límite".
2. Describir la falla. Explicar con detalle qué es lo que sucede; por ejemplo: "Al encender el vehículo parece que todos los indicadores están en buena operación, pero la temperatura del motor asciende en forma más rápida y sobrepasa el límite de seguridad, por ello es necesario apagar el vehículo".
3. Buscar las diferencias. Aquí debemos comparar lo que sucede con lo que debe suceder; por ejemplo: "Si la descripción de la falla nos informa que el medidor de temperatura está funcionando, es posible que no exista refrigeración en el sistema y eso debe señalarlo el indicador de nivel y temperatura del refrigerante o el funcionamiento del ventilador".
4. Buscar las modificaciones que se han efectuado. Esto nos

lleva a revisar lo que posiblemente se ha modificado en los indicadores de temperatura y en el funcionamiento del ventilador, y al revisarlo encontramos que el fusible del ventilador estaba fundido.

5. Buscar las causas más probables. Hasta aquí podemos cambiar el fusible y es posible que todo quede arreglado, por eso es necesario analizar ¿por qué se fundió el fusible? Ahora, nuestra búsqueda es conocer las causas que probablemente ocasionaron la quema del fusible, y para nuestro ejemplo encontramos dos causas probables: una de ellas es que la alimentación del ventilador tenga un corto circuito y la otra es que el fusible sea de menor voltaje que el estipulado.
6. Comprobar teóricamente las posibles causas. Ahora debemos analizar si en teoría ambas causas encontradas contestan positivamente a nuestra información hasta aquí obtenida, para nuestro caso ambas son positivas.
7. Comprobar prácticamente la causa más probable. Procederemos a hacer pruebas a cada una de las causas positivas, y en nuestro caso al hacer mediciones al circuito del ventilador, comprobamos que está en buenas condiciones, por lo que revisamos el valor del fusible y lo encontramos con un valor de cinco amperes y el manual de mantenimiento del vehículo marca que debe ser de 10 amperes; lo cambiamos y la máquina trabaja bien.

Tal vez en este momento podemos pensar que llegamos a la raíz de la causa, pero no es así, sólo hemos corregido una parte del problema, por ello ahora surge la pregunta; ¿Quién y por qué puso un fusible fuera de especificaciones y no dio aviso? Al analizar esto seguramente llegaremos a un mejor conocimiento de las circunstancias, que originaron este problema y estaremos en posibilidad de encontrar la solución a lo que verdaderamente parece ser la raíz de la causa, por lo que es de suponer que si esta falla se repite será con menor frecuencia y generalmente por otra causa. De esta manera iremos obteniendo más confiabilidad en nuestros trabajos de mantenimiento.

Esta metodología sigue evolucionando, y ahora se habla con más seguridad del Análisis Causa-Raíz, existiendo muchas compañías o centros de enseñanza dedicadas a impartir estos conocimientos; por ejemplo: Kepner and Tregoe con sus cursos Analytic Trouble Shooting (Detección analítica de fallas) y Problem Solving and Decisión Making (Solución de problemas y Toma de decisiones); la firma Reliability Center Inc. con su curso "El proceso de Análisis Causa-Raíz PROACT; y Apollo, Associated Service LTD con su curso "El Análisis de Apollo sobre la Raíz de la Causa". Existen muchas empresas más que como éstas son fáciles de encontrar en Internet, así que recomendamos visitarlas para profundizar en el tema.

Es muy importante pensar que el ser humano (como cualquier otro animal en el mundo), ha luchado desde sus inicios para poder satisfacer sus necesidades, la gran diferencia es que él puede usar su cerebro y experiencias para obtener los satisfactorios que en su evolución necesita o desea, y los cuales, por razón natural, son cada día más complejos, porque poseen características físicas y psíquicas cada vez más exigentes. Existen dos clases de satisfactorios: el producto y el servicio, y siempre que adquirimos un producto se involucra el servicio que el fabricante nos ha prometido encontrar en él; en conclusión, el hombre se ha vuelto fabricante de sus propios satisfactorios.

Asimismo, como todo en la vida, el satisfactorio nace, vive y muere, y esto se repite una y otra vez; a este ciclo básico, para fines de análisis, se le ha dividido en ocho etapas y toma el nombre de Ciclo de Vida (CL, por sus siglas en inglés), y sus etapas son: idea, estudio, proyecto, diseño, manufactura, instalación, operación y descarte para llevar a cabo un análisis minucioso, por lo que en cada etapa se pueden conocer sus costos y algunos profesionales consideran que la mejor inversión se obtiene en la primera etapa, cuando nace la idea, porque con los cambios que posteriormente tengan que hacer, sus costos relativos subirán 10 veces más que los incurridos en la etapa anterior, esta relación se considera para todas las etapas menos para la última (descarte), la cual tomará su propio resultado; por ejemplo, si los costos del desarrollo de la idea fueron x nuevos soles, los costos de cualquier

cambio de la segunda etapa serán 10 veces en nuevos soles, en la tercera 100 veces en nuevos soles, etcétera.

1.9 Planeación y planificación

Uno de los graves problemas que aquejan a nuestra industria, sobre todo a la pequeña y mediana, es la forma de programar el mantenimiento, este error nos presenta una verdadera oportunidad de mejora si entendemos las bases del cómo debe hacerse.

En cinco empresas de cualquier tipo investigue, cómo elaboran sus programas de mantenimiento, para comprobar que las órdenes de trabajo nacen en producción y que éstas son sólo peticiones de producción para el arreglo de falla, o en el mejor de los casos de errores o defectos, además de que la forma de programarlas es a criterio de quien elaboró las órdenes y la urgencia que se le asigna depende del nivel, de mando e interés que tenga quien le expidió; no hay un concierto, no hay racionalidad, sin embargo, el costo de estas acciones es muy elevado; aquí tenemos una gran oportunidad de mejora.

Existe un par de acciones humanas que debemos procurar que siempre forme una mancuerna, pues su relación es simbiótica. Una se alimenta de la otra, y viceversa, y es la base del Kaisen de la mejora continua; éstas son la estrategia y la táctica, y en nuestro caso

generalmente las tenemos separadas en la mente del personal de Producción y de Mantenimiento. Partamos de nuestras definiciones.

Acciones que se desarrollan en cualquier momento para obtener resultados futuros. Todo aquello que ve hacia resultados futuros y que ocupa nuestro tiempo actual es una función estratégica. Estas actividades son propias de la dirección de la empresa y se relacionan con el proceso administrativo; su herramienta más importante es la planeación con sus objetivos, políticas, procedimientos, programas y presupuestos; por ejemplo, la planeación de nuevos productos, la expansión de la empresa, la conquista de nuevos mercados, la compra de nuevas máquinas, etcétera.

Acciones que se desarrollan en cualquier momento para obtener resultados inmediatos. Aquellas actividades que al momento de efectuarse obtengan un resultado positivo o negativo, se catalogarán dentro de las actividades tácticas. Estas actividades son propias del personal operativo de la empresa y se relacionan con el PDCA (Círculo Deming), al cual frecuentemente se le llama en español PHVA (planificar, hacer, verificar y actuar).

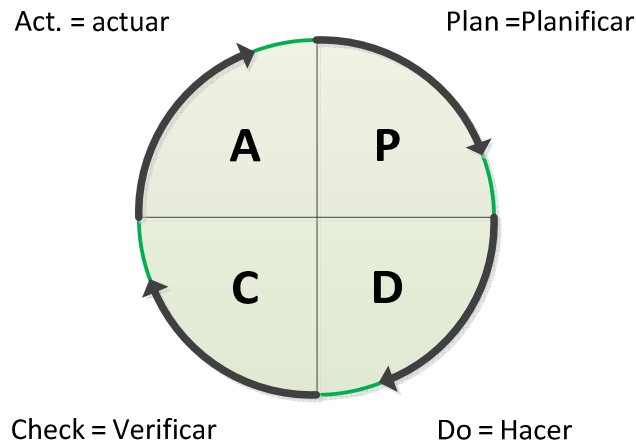


Figura 1.10 Círculo Deming

Su herramienta más importante es la planificación, es decir "ajustar el mapa al sitio". A continuación "se hace" (Do) o ejecuta la obra planificada, después verifica (Check) o revisa los resultados, y por último, actúa (Act.) sistematizando los cambios para mejorar la estrategia futura.

Pongamos un ejemplo real en Teléfonos de México S. A. En 1962 estaba dividido el interior del país en cuatro "sectores" y cada uno tenía bajo su responsabilidad el crecimiento de la Planta Exterior Telefónica, para lo cual se contaba con un grupo de proyectistas dedicados a investigar la posible demanda telefónica en cinco años, con sus datos bien claros planeaban con croquis y documentos su instalación en determinadas áreas que aún llaman "distritos". Cada planeación era firmada por el gerente del sector y presentada en conjunto con otras más como el programa para dos años después. Éste era estudiado y en su

caso aprobado por la alta dirección y era devuelto cada noviembre a los sectores en forma de "Órdenes de trabajo", como el plan del año que iniciaba; hasta aquí, terminaba la planeación. Al iniciar el año, cada orden de trabajo era entregada a uno de los planificadores, quien se ponía de acuerdo para ejecutar la planificación, que consiste en ajustar el croquis de la orden de trabajo a la realidad del terreno, en éste estaba lo que tenía que hacerse (instalar un poste, un pozo, una canalización, etc.), de manera que el trabajo se hacía de acuerdo con la realidad del momento, verificando y comprobando los resultados. Una vez terminado todo, los cambios se anotaban en los planos iniciales para actualizarlos y usarlos en la siguiente estrategia.

Con el tiempo en esos distritos también se suscitaban cambios para la atención adecuada de los nuevos deseos o necesidades de los usuarios; esto siempre los ha obligado a planear y planificar con respecto a su nueva realidad (Kaisen, mejora continua). En forma similar deben atenderse las actividades para la conservación de los recursos físicos de la empresa; en primer lugar se debe tener un enfoque estratégico para captar todo lo que necesita el ciclo de vida de cada ítem, y de ahí derivar un Programa anual, el cual debe pasar por el Círculo Deming hasta actualizar los datos estratégicos.

Toda táctica debe nacer de una estrategia.

Toda estrategia debe nacer de la mejora de los resultados de una táctica. Esto hace la "mancuerna para el Kaisen".

Para facilitar nuestro estudio, apliquemos este criterio al establecimiento de una Universidad Tecnológica, la cual estamos suponiendo que fue aprobada para su nueva instalación en algún lugar del país, en este momento es cuando inicia la etapa estratégica de Planeación del Mantenimiento, pues es lógico que lo que integrará a esta casa de estudios son absolutamente todos sus activos, por tanto, debemos prever cómo cuidaremos todo su activo fijo, así sean paredes, pisos, baños, jardines, escritorios, equipo mecánico, electromecánico, electrónico, en fin, todo lo que físicamente integre la Universidad; para ello el personal de mantenimiento capacitado debe trabajar con los instaladores. Esto nos hace pensar que los primeros recursos humanos de Mantenimiento y su primer computador serán los que acompañen a la alta Dirección para cimentar, desde su inicio, la historia de la misma y asegurar el registro o banco de datos que auxiliará a todas las entidades de la Universidad, y conforme se adquieran nuevos activos deberá ser cuidadosamente elaborado su plan de mantenimiento de todo su activo fijo e integrarlo al conjunto. De manera similar, todo ítem que cause baja de la Universidad, en este banco de datos deberá existir su movimiento y el porqué del mismo.

Ahora supongamos que ya tenemos trabajando el Plan estratégico de mantenimiento; estaremos de acuerdo que conforme el tiempo pase dicho plan tendrá diferencias con la realidad de la planta, por tanto, si cada noviembre nos proporcionan el Plan Anual de Mantenimiento correspondiente al año siguiente e integrado por verdaderas "Órdenes de trabajo", cada una de éstas debemos Planificarla (ajustaría a la realidad), hacerlas según lo planificado, checarlas corroborando que todo funcione de acuerdo con lo planificado y, por último, actuar para que los cambios aceptados y hechos actualicen los planos básicos estratégicos, los que servirán para de ahí seguir cada noviembre expidiendo el Programa Anual de Mantenimiento de la empresa.

Capítulo II

Calidad en el Mantenimiento

A pesar de las múltiples iniciativas que se han propuesto en estos años, la realidad en el mantenimiento ha sido muy simple, y la práctica diaria nos ha enseñado que todavía hay mucho por hacer respecto a la calidad. Está contrastado, que aproximadamente el 60% de los errores en mantenimiento que provocan fallas, han aparecido de forma similar en operaciones o etapas anteriores. El recuerdo de alguna falla, alguna anomalía, algún mal montaje que cuando se ha analizado, ha sido objeto del comentario: "como nos pasó hace tres años, cuando montamos la bomba". Ello se puede explicar, por el distanciamiento temporal entre una falla y otra, pero el tiempo pasado entre ambos eventos no debe alejarnos de la idea de que se ha producido una gestión ineficaz de los fallos.

A este importante problema de falta de auténticas medidas preventivas eficaces, que debieran haberse adoptado para que los problemas de calidad no vuelvan a producirse, se añade otro gran problema y es que pocas Empresas tienen realmente analizados los costes de **no-calidad**. Es frecuente que los análisis de fallas y las medidas determinadas tras los mismos para su eliminación en un futuro, cuentan siempre con el interrogante de cual es la rentabilidad de su implantación, al no conocer el auténtico coste de los fallos. Solo un 15% de las empresas en Occidente, conoce los costos reales de las

fallas. A pesar de que se haya hecho mucho hincapié, en la necesidad de gestionar la calidad en todo el proceso, se sigue con innumerables inspecciones finales, en las operaciones de mantenimiento, tratando de asegurar la calidad a base de exhaustivos protocolos de pruebas finales, listas de control (check list), etc.

En el grafico de la figura 2.1, se ha representado una escala decimal, habitualmente utilizada para exponer la importancia de anticiparnos a los defectos de mantenimiento, en las fases preliminares a la ejecución, antes de la entrega del equipo o sistema revisado nuevamente a Producción o Explotación

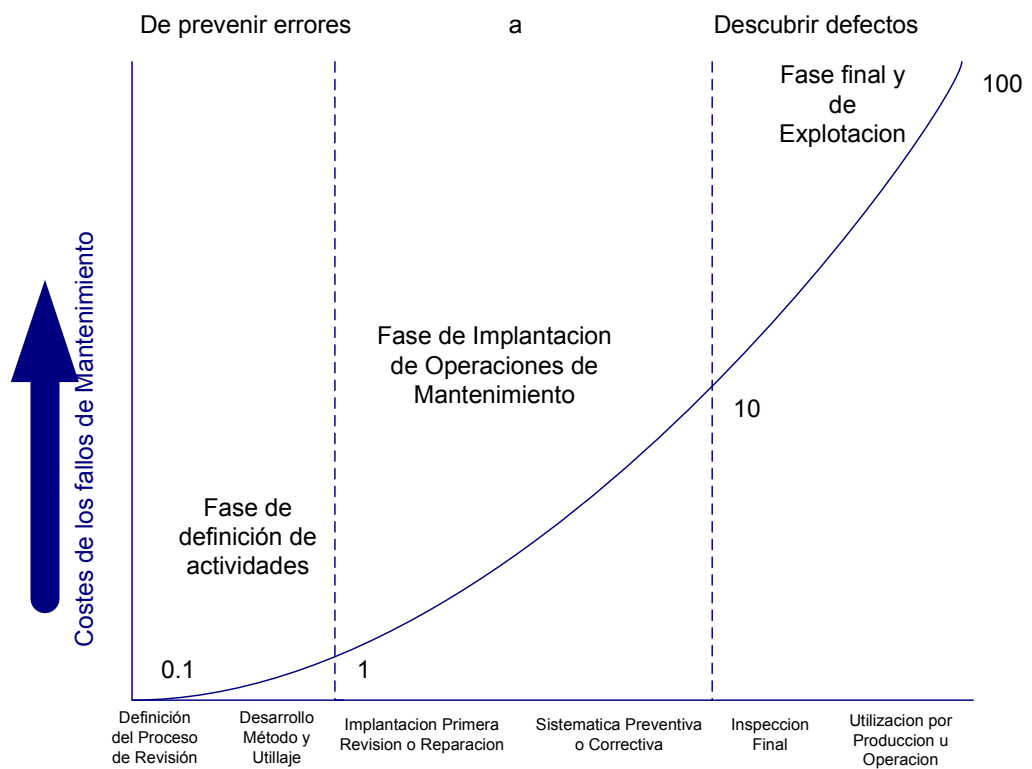


Figura 2.1: Costos de las fallas

Se debe hacer un especial hincapié, en el competitivo mercado global actual, la calidad y el respeto por el medio ambiente, que van a ser factores claves para nuestra competitividad. Sólo si conseguimos que ambos aspectos, se “inoculen” en nuestros procesos de trabajo y en nuestros trabajadores, de forma que cualquier actividad o iniciativa de mejora continúa, se haga (como si fuera algo natural) en base a procedimientos e instrucciones de trabajo documentadas, que partan de la necesidad de hacer las cosas bien por los propios trabajadores y de forma que no dañemos al entorno, habremos alcanzado el objetivo perseguido. En la medida de que nos veamos obligados a instaurar controles, auditorías y supervisiones sobre lo que hacemos, por mucho que nos cueste reconocerlo, estaremos ante un indicador inequívoco de que nuestra organización de mantenimiento y nuestras plantillas no se encuentran suficientemente asentadas e impregnadas de esta necesidad (no tendencia o moda), clave para nuestra actividad.

2.1 El Análisis de modos de fallo y de sus efectos (AMFE)

El análisis de los modos de fallo en mantenimiento, para evitar errores en las fases o procesos preventivos o correctivos, se identifica con el denominado AMFE (*Failure Modes and Effects Analysis*), que, a su vez, se fundamenta en los estudios de árboles de fallos y modos y repercusiones de estos. Como se desarrolla en las técnicas organizativas de mantenimiento denominadas RCM,

este análisis trata de evitar fallos acaecidos en nuestros procesos de mantenimiento, revisando de forma metodológica y sistemática los mismos y la experiencia acumulada. Es un medio esencial para lograr bucles de calidad, tanto a nivel de ingeniería de mantenimiento, aprendiendo de fallos anteriores tras el análisis constructivo de los mismos, sin ánimo de búsqueda de culpables sino de causas de fallos, definiendo medidas correctoras y preventivas para que no se repitan.

Si bien el análisis AMFE, tienen muchas variantes según los sectores de que se trate, en todos ellos su desarrollo e implantación se basa en cuantificar y calificar los efectos inducidos por los fallos, priorizando las acciones según los niveles de riesgo que tienen sus repercusiones. La metodología AMFE es similar en todas sus variantes. Su génesis partió en la segunda mitad de los años 80, en la industria del automóvil y en la industria aeronáutica, y su objetivo fue analizar las fases de diseño o desarrollos de nuevos productos, los procesos fabriles asociados y los sistemas de puesta en marcha, venta y explotación. Es evidente que su aplicación en mantenimiento precisa una cierta adecuación a las peculiaridades de esta actividad.

La implantación y estudios de fallos, causas y medidas correctoras y preventivas en AMFE, no pueden llevarse a cabo desde un Departamento de Ingeniería de Mantenimiento, ajeno a la realidad de la propia planta, de su entorno, del contexto y de la manera en que Producción opera y explota los sistemas mantenidos. Es necesaria la introducción de un método de trabajo

basado en grupos de estudio, que involucren a las diferentes áreas de la empresa, de forma que, tras la debida formación previa, trabajen metodológicamente, y estructuren con detalle los problemas, el análisis de las funciones y secuencias y la deducción de las medidas correctoras y preventivas. Ver figura 2.2.

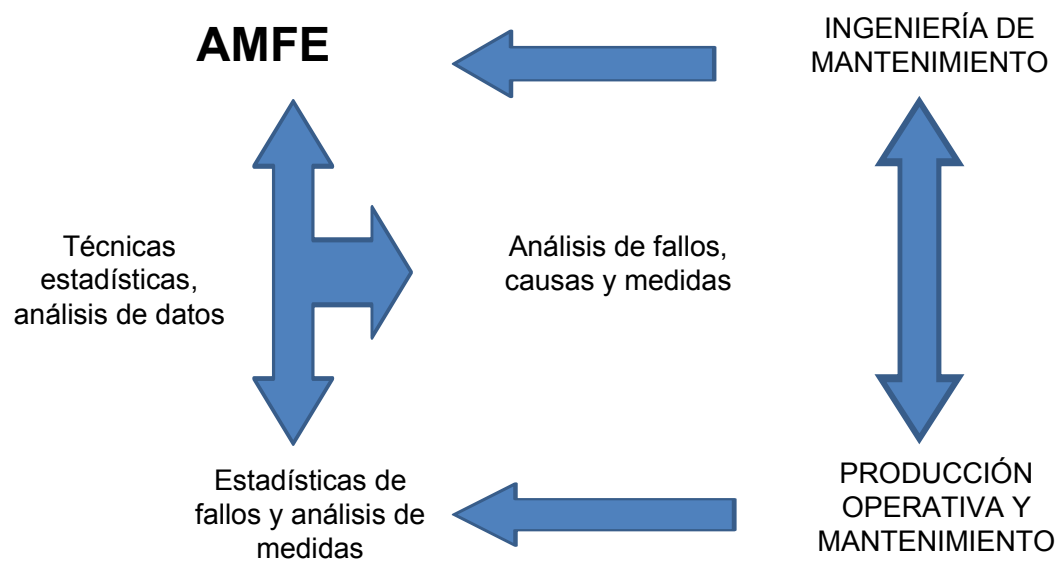


Figura 2.2: AMFE

Los análisis de fallos en mantenimiento, mediante AMFE deben ser estructurados, plasmando su desarrollo y conclusiones en fichas e informes elaborados al efecto, que obliguen, tanto a los integrantes de grupos de trabajo como al coordinador que lo lidere, a reflejar de forma rigurosa y auditable sus

conclusiones y las propuestas de soluciones correspondientes. Incorporamos un ejemplo de una de estas fichas, que dan idea del nivel de rigor de análisis, perseguido con este método.

Estos análisis se fundamentan en “calificar” la importancia de los fallos, mediante dos atributos: la criticidad y el origen del fallo. La criticidad dependerá de sus repercusiones y de la probabilidad de que ocurra. Así se califica esta criticidad con dos dígitos; el primero nos da idea de si es un fallo menor hasta catastrófico y el segundo aporta la probabilidad de su ocurrencia. Esta primera clasificación es más matemática, sin embargo la segunda, también evaluada mediante dos dígitos, aporta el diagnóstico realizado por el grupo de trabajo encargado de su análisis. El primer dígito de esta segunda clasificación, aporta información del origen operacional y de contexto del fallo (mal uso, errores humanos, fallos inducidos, etc.). El segundo dígito analiza los factores “ingenieriles” asociados al mismo (fatiga, desgaste, falta preciso del equipo de diseño, etc.).

Con estas valoraciones, y sobre todo con los análisis y discusiones efectuadas para su conclusión, el equipo de trabajo AMFE debe esforzarse en aportar propuestas de medidas preventivas, para que el fallo analizado no vuelva a producirse.

2.2 Sistema de Gestión de la Calidad ISO 9000 en Mantenimiento

El que cada día, exista mayor demanda de calidad de los productos y servicios, originó la definición y puesta en práctica en los años ochenta, de una serie de normas internacionales, que tuvieron su mayor exponente en la serie de Normas ISO 9000 publicadas en 1987. Por fortuna, tras muy diversas iniciativas que (cuando menos en Occidente) pasaron de forma transitoria, estas normas han tenido un éxito e implantación importantísimo; fruto de ello ha sido su periódica actualización, la traducción a muchos idiomas e implantación en muy diversos países y el ámbito de aplicación universal alcanzado.

Diversos autores indican que la calidad moderna, tal como concebimos actualmente, tiene sus orígenes en 1924 en la compañía estadounidense Bell Telephone Laboratories, fruto de la creciente generalización del teléfono inventado en 1876 y de los múltiples problemas que estaba sufriendo en la compañía, por deficiencias en las instalaciones y quejas de los clientes. El responsable de aportar las primeras soluciones, R.L. Jones, junto con su equipo, creó el departamento denominado de Aseguramiento de la Calidad (Quality Assurance Department). Posteriormente, y hasta la Segunda Guerra Mundial, son varias las iniciativas y trabajos que profundizan en este campo, como Finding causes of quality variation, Economic control of quality for manufactured products, etc.

En Europa las técnicas de control de calidad hacen su aparición con posterioridad. Así, en 1956 se crea la European Organization for Quality Control (EQQC) y en 1956 se funda en Francia la Association Francaise pour le Controle Industriel et la Qualite (AFCIQ). En 1961 se crea en España la Asociación Española para el Control de la Calidad (AECC), que, manteniendo sus siglas, ahora se denomina Asociación para la Gestión de la Calidad.

En cuanto a aspectos o repercusiones normativas, es obligado también, recordar que las primeras normas internacionales ISO 9000, se derivaron de la norma militar británica BS5750, cuya adopción como norma internacional, comenzó a plantearse a primeros de la década de los ochenta. Las normas ISO 9000 han tenido su máxima aceptación y aplicabilidad en Europa (con un 54% de las certificaciones totales existentes), aunque su reconocimiento ha sido mundial. En EE.UU el número de empresas certificadas, para hacernos una idea de su heterogéneo nivel de aceptación, no llega al 12% del total de empresas certificadas en el mundo (mas de 400.000). asimismo en Oriente(puntualmente Japón y los países de su área de influencia), la implantación de esta norma tampoco ha sido tan generalizada como en Europa(20.5% sobre el total mundial), aunque allí la filosofía oriental hace tender a sistemas globales, no tan rígidos en cuanto a procedimientos y documentación, más basados en la corresponsabilización de todos los trabajadores y no tan fundamentados (como en el fondo es la ISO 9000) en delimitar claramente las responsabilidades y con una clara e inequívoca trazabilidad de los procesos para establecer, ante un fallo, claramente donde

esta la responsabilidad, y poder arbitrar medidas preventivas y correctivas desde la propia organización, no desde la propia línea productiva y sus trabajadores de base. Ver figura 2.3.

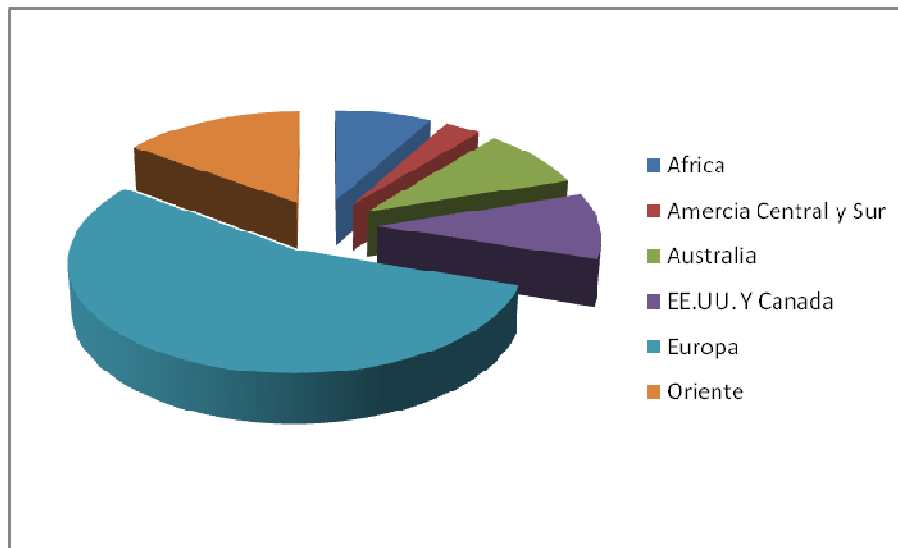


Figura 2.3: REPARTO MUNDIAL DEL NÚMERO DE CERTIFICACIONES

La primera publicación de las normas ISO 9000 fué en 1987, con tres normas que se han utilizado mucho: las ISO 9001, 9002 y 9003. Si bien el origen de estas normas tuvo su principal exponente en las relaciones cliente-proveedor, muy focalizadas en la industria fabril, desde su origen fueron fácilmente implementables en mantenimiento, puesto que, una de ellas, concretamente la ISO 9002, se generó desde su origen como una normativa guía para los servicios, reservándose la ISO 9001 para actividades fabriles que incorporasen diseño y la ISO 9003 para sistemas más dedicados a asegurar la calidad en procesos de inspección, de auditoría y de ensayos finales. Estas

normas se complementaban con la ISO 9004, dedicada a reglas generales para la implantación de sistemas de gestión de calidad.

Muy recientemente, en el año 2000, a través del Comité Técnico ISO/TC 176, las normas ISO 9001, ISO 9002 y ISO 9003, revisadas y actualizadas todas ellas en 1994, pasaron a ser sustituidas por una única norma ISO 9001 que aglutina en si misma los procesos y procedimientos de las anteriores, incorporando un cambio conceptual importante, al estipular determinados procesos, basados en la satisfacción de los clientes, destinatarios de los mismos y con base en la preliminar definición de los requerimientos de dichos clientes. En resumen, todo el proceso interno al Departamento de Mantenimiento que nos ocupa está basado en la ISO 9001 y debe fundamentarse en un flujo de entradas de requerimientos de clientes, para dar su servicio de mantenimiento basado en la búsqueda de dicha satisfacción, según el siguiente flujograma (ver figura 2.4).

Como puede observarse, las entradas al sistema(los requisitos) parten de los clientes, y las salidas(los productos y Servicios) confluyen en los clientes. El enfoque, por tanto y una vez identificado el cliente externo e interno., se basa en ellos abandonando la idea de crear indicadores propios para evaluar nuestra gestión y buscando la evaluación y satisfacción del destinatario de nuestra actividad.

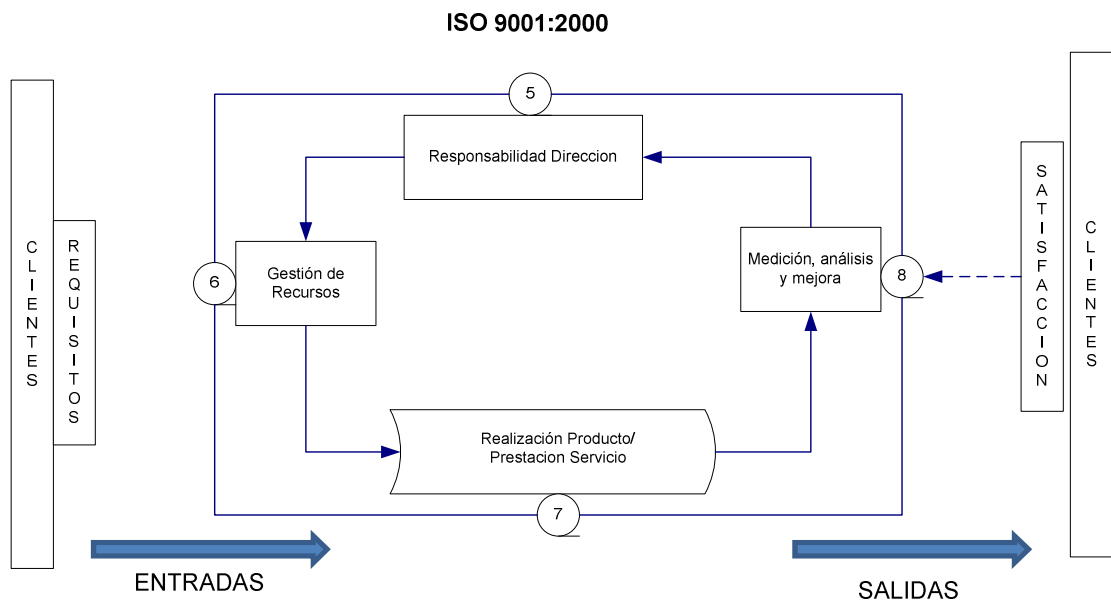


Figura 2.4: La norma ISO 9001

2.3 Sistema de Calidad Medioambiental ISO 14000

La otra Norma que vamos a abordar en este capítulo es la ISO 14000. Es conveniente comenzar indicando que en 1992 se publica la British Estándar 7750, sobre medio ambiente y con una filosofía metodológica similar a la ISO 9000. El comité Técnico ISO/TC 2004 empieza a normalizar la gestión medioambiental en 1993, definiendo sus elementos en ese año, y dando lugar a las Normas ISO 14000.

Tras este proceso preliminar, se constituyeron seis subcomités especializados:

- Sistemas de gestión medioambiental: especificaciones y directrices generales.
- Auditoría: procedimientos, cualificación de auditores y sedes.
- Ecoetiquetado: principios, programas y sistemas, autodeclaraciones.
- Evaluación medioambiental: sistemas de gestión y operativo
- Ciclos de vida: principios, análisis general y específico, impacto y mejora.
- Términos y definiciones.

Cada uno de dichos comités ha configurado diversas Normas que, comenzando por la ISO 14001, relativa al propio sistema de gestión medioambiental, finaliza con la ISO 14050, relativa a términos y definiciones.

La Norma ISO 14000, define 18 elementos a considerar en el manual de gestión medioambiental, semejantes a los 20 de la ISO 9001(1994), así como los correspondientes sistemas de gestión y auditorías medioambientales.

En la comunidad europea, coexisten con las Normas ISO 14000, otros sistemas de certificación medioambiental que, si bien se basan en el establecimiento en la empresa de un sistema homólogo, su certificación final difiere, o sobre todo por el requisito o no de una información pública y auditoría o validación externa, según se simplifica en el esquema siguiente, Ver figura 2.5.

Como puede verse en los tres supuestos: Reglamento 1863/93, UNE 77801 e ISO 14001 se parte del cumplimiento previo de Normativa medioambiental y, tras ello, se establece el Sistema de Gestión Medioambiental y las necesidades de auditoría o información publicación según se trate.

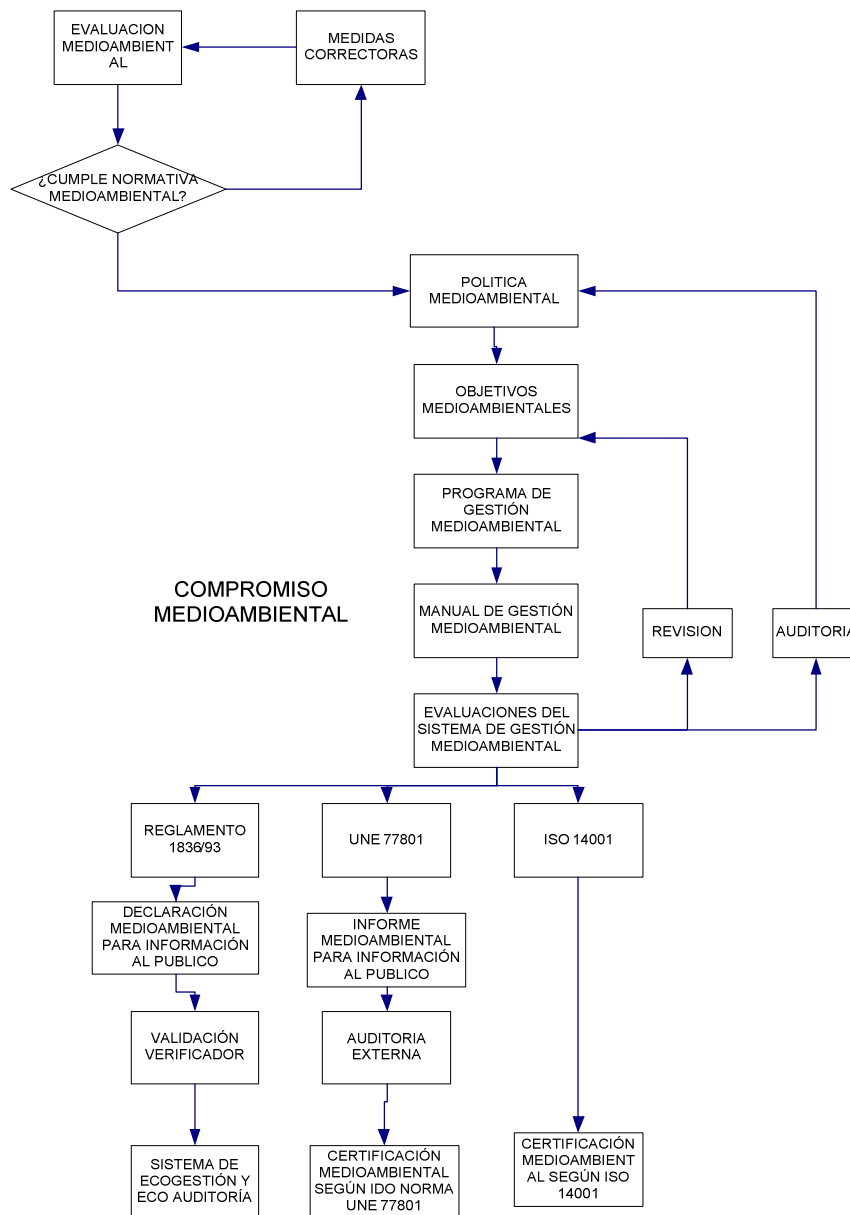


Figura 2.5: Sistemas de certificación medioambiental

La Norma ISO 14001, no establece axiomas categóricos en relación con el tratamiento medioambiental de una determinada organización, más allá del cumplimiento de la legislación y normativa aplicable; por ello, dos empresas u organizaciones del mismo sector, pueden estar igualmente certificadas por esta norma, con diferentes comportamientos medioambientales. No obstante, en general, su funcionamiento se adecúa al siguiente esquema. Ver figura 2.5.

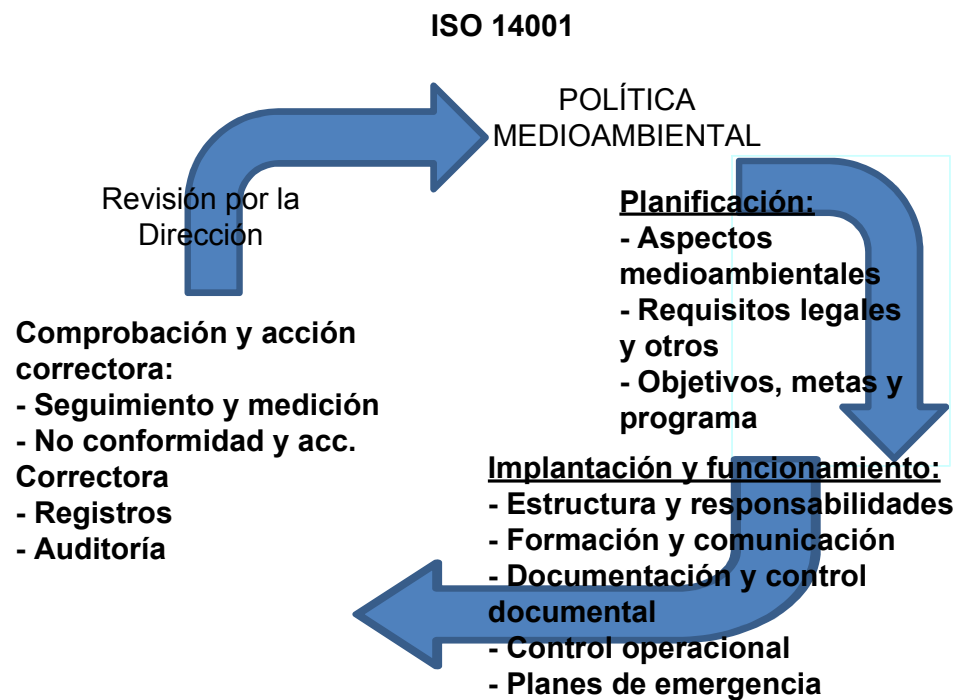


Figura 2.6 La norma ISO 14001

2.4 Sistema de Seguridad y Salud Ocupacional

La seguridad se ocupa de los efectos agudos de los riesgos, es decir, de los accidentes, mientras que la salud ocupacional trata las enfermedades ocupacionales.

La salud ocupacional es entendida como la salud del trabajador en su ambiente de trabajo. Pero, el concepto de salud, no sólo comprende la salud ocupacional, sino también la salud del trabajador fuera de su ambiente laboral. La salud del trabajador considera no sólo los accidentes de trabajo y las enfermedades ocupacionales, lo hace además con las patologías asociadas al trabajo y las derivadas en su vida fuera de su centro.

La responsabilidad por la seguridad e higiene en el trabajo en el Perú es un tema de los sectores públicos. Por ejemplo, los Ministerios de Energía y Minas, Producción o Salud, tienen la responsabilidad de crear normas y disposiciones en el tema de seguridad e higiene, y generar mecanismos de control de los mismos. De igual manera la responsabilidad y el control se pierden en gran medida. Esto origina que algunos sectores como el minero formal tengan muy en cuenta reglamentos y dispositivos legales, mientras que en otros simplemente no tienen control.

Los riesgos de seguridad y salud ocupacional que se consideran, involucran la siguiente taxonomía:

- **Riesgos de seguridad:** Son los riesgos que se presentan en el contacto con maquinaria e infraestructura, así como en los procesos y procedimientos involucrados, vinculados a las mismas. Tenemos entonces riesgos de origen mecánico (contacto con elementos móviles, de corte, de presión, etc.), riesgos de origen térmico (contacto con elementos o sustancias calientes), riesgos de origen eléctrico, riesgos de origen ergonómico (posturas, sobreesfuerzos, entre otros) y todos aquellos vinculados con los procesos y la maquinaria e infraestructura.
- **Riesgo físico:** Es el riesgo ocasionado por la presencia de agentes físicos. Los agentes físicos pueden ser: ruido, temperatura, presiones extremas, radiaciones, rayos láser, microondas. Es necesario que el personal responsable se familiarice con estos agentes físicos y comprenda sus efectos nocivos potenciales. Los efectos nocivos de los agentes físicos, se pueden sentir inmediatamente o después de largos períodos de tiempo.
- **Riesgo químico:** Es el riesgo que se presenta por el uso de sustancias químicas, que tienen el potencial de crear problemas graves en la salud, por un uso inadecuado. Estas sustancias pueden ser: polvos, fibras, humos metálicos, humos, neblinas, aerosoles, gases, vapores, etc.

- **Riesgo biológico:** Es la exposición a agentes biológicos, que pueden representar una amenaza para los empleados, debido a la posible exposición de agentes infecciosos. Entre los agentes que ocasionan infecciones se incluyen las bacterias, los virus y en menor grado los hongos y los parásitos. Los peligros biológicos se pueden transmitir al empleado mediante la inhalación, la inyección, la ingestión o el contacto con la piel. La mayor concentración del riesgo relacionado con los peligros biológicos, está en el campo de la investigación y el tratamiento médico, así como en los trabajos de laboratorio, el procesamiento de alimentos y la agricultura.
- **Incendio y explosión:** Por la magnitud de la gravedad de este peligro, lo hemos considerado como un criterio independiente de los demás riesgos mencionados. Este peligro se presenta cuando se utilizan sustancias que generan gases o vapores, que al contacto con sustancias combustibles, pueden producir incendio o explosión.

2.5 Integración de la trinorma

El hecho de que la Norma ISO 14001 se editase en octubre de 1996, hace de ella una Norma muy fácil de integrar en sistemas de calidad actuales, puesto que su estructura, terminología y desarrollo se adapta bastante a las mismas. De hecho, una de sus bases conceptuales, es ya la prosecución de una mejora

continua y comparte principios comunes con las normativas de gestión de la calidad.

La propia Norma aporta, en su Anexo B, las correspondencias entre esta Norma ISO 9001:1994, por lo que, si se logra una adecuada correspondencia entre las ISO 9000, los vínculos entre sus apartados del sistema de gestión de la calidad y de gestión medioambiental serán inmediatos o cuando menos, fáciles.

La estructura documental del sistema integrado (SGC y SGMA) en lo que a procedimientos se refiere, unida a lo tratado sobre el manual integrado, ayudara a afianzar los requisitos de cambio, adaptación e integración del Departamento de Mantenimiento. En definitiva es una organización documental estructurada en cuatro niveles, según la figura 2.6, de forma que, partiendo del Manual de Calidad, se llegue al nivel más de detalle de registros y formatos, pasando por los consabidos procedimientos e instrucciones operativas de trabajo.

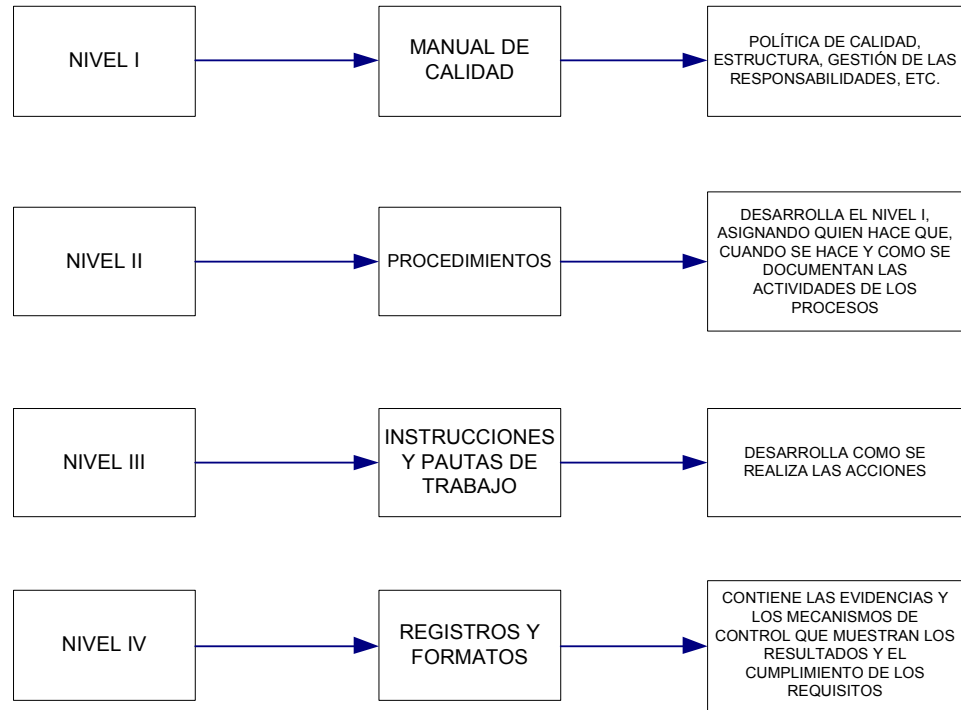


Figura 2.7 Sistema Integrado de Gestión

Tres serán los grupos de procedimientos propuestos: aquellos que ya se reflejaban en la versión de la Norma ISO 9000:1994, aquellos que aparecerán como de nueva creación y, por ultimo, aquellos que deben considerarse específicos.

DOCUMENTOS INTEGRADOS	
(a lo que ya hacia referencia el sistema de calidad de 1994)	
1	Manual del sistema de Gestión integrado calidad - medio ambiente
2	Procedimiento para el control de la documentación y para el control de los registros
3	Procedimiento de revisión del sistema integrado
4	Procedimiento para el control de no conformidades
5	Procedimiento para la implantación de acciones correctivas y preventivas
6	Procedimiento de auditorías internas
7	Procedimiento de información

Figura 2.8

Para la elaboración de estos procedimientos, podemos partir de los ya existentes en el sistema de calidad ISO 9001:1994, caso de que nuestro servicio ya disponga de esa certificación. En ese caso será necesario sólo revisarlos y modificarlos, para adecuarlos a los nuevos requisitos de la ISO 9001:2008 e incluir todos los requisitos necesarios exigidos por la ISO 14001:1996 para la integración. En caso contrario, obviamente hay que elaborarlos, pero son muy conocidos y fácilmente adaptables a la organización de cualquier Departamento de Mantenimiento.

Si la organización los considera más operativo, puede determinar nuevos procedimientos, aunque no es recomendable cambiar pautas de trabajo ya aceptadas y con resultados satisfactorios.

Por tanto, los procedimientos referidos describen la metodología necesaria para llevar a cabo las actividades de control documental, de registros, revisión del sistema, etc., requeridas por las normas para ambos sistemas de gestión. Al ser exigencia de ambas normas, optamos por la elaboración de procedimientos comunes, que sean aplicables a ambos sistemas y que contemplen (si se da el caso) las particularidades de cada uno.

1. Este procedimiento es homólogo al existente en la versión ISO 9000 de 1994. Su aplicación será la de todos los documentos y registros generados y empleados en el sistema de gestión de la calidad, en particular la documentación del propio manual, los procedimientos e instrucciones técnicas. Especial relevancia debe darse también a los registros, tanto aquellos que se deriven del sistema de calidad como el medioambiental.

2. Como partimos de una empresa que ya dispone de la ISO 9001, no consideramos necesario explicar todo el proceso de aprobación de documentos, distribución de los mismos, control de modificaciones, codificaciones, formatos y flujograma.

3. La revisión del sistema por parte de la Dirección, debe también mantenerse con respecto a las versiones anteriores, tanto en sus alcances como en sus responsabilidades, contenidos, registros y flujograma.

4. El procedimiento para el control de no conformidades, se mantiene también tanto en su detección como en su tratamiento, control, codificación y registros; obviamente contemplando las dos facetas de calidad propiamente dicha y medioambiente que pueden implicar, y de hecho implicarán, no conformidades referidas a un determinado campo, al otro o ambos simultáneamente.

5. Al igual que hemos hablado en el párrafo anterior para las no conformidades, el procedimiento de acciones preventivas y correctivas se mantendrá con las mismas particularidades respecto a calidad y medio ambiente.

6. Las auditorías internas, si bien como procedimiento pueden y deben encontrarse integradas, y por tanto el documento asociado seguirá existiendo con los nuevos matices medioambientales que se precisen, exigen un tratamiento diferencial, en cuanto a su resultado y exteriorización final, dependiendo de si la empresa dispone de la certificación medioambiental ISO 14001 o se ajusta al Reglamento 1836/93 o a la UNE 77801. Como se expuso, el compromiso medioambiental de la empresa deberá ser homólogo para cualquiera de las tres situaciones de certificación que adopte, pero la

necesidad o no de auditoría externa y de una validación por un verificador externo exigidos en la UNE 77801 y en el Reglamento 1836/93 de cara al informe o declaración medioambiental pública, no es exigible si sólo se dispone de la certificación medioambiental, según ISO 14001. En resumen, el procedimiento de auditoría interna será exactamente igual, pero la organización debe tener en cuenta, si se ve obligada a exteriorizar o informar de las evaluaciones del sistema de gestión o no, en cuyo caso el procedimiento será ligeramente diferente para contemplar o no este aspecto.

7. Nuevamente, para el caso se encuentra con un procedimiento válido y que debe existir de forma integrada para los dos sistemas, lógicamente contemplando los requisitos de formación, la planificación y el control de actividades, integrado o desglosado para los campos de calidad y medioambiente.

En la redacción de los procedimientos anteriores, dado su carácter general, puede ser muy interesante incluir un mapa de procesos, de manera que en el desarrollo de cada uno de ellos, se defina claramente la secuencia de actuaciones o actividades que lo compone, de forma que para cada proceso, seamos capaces de determinar cuales son los puntos críticos de cara al cliente, cuales son los aspectos medioambientales asociados al mismo y cuales son los requisitos de producto o de servicio, así como los requisitos legales y reglamentos asociados.

La definición de indicadores, que permitan conocer si el proceso en su conjunto se está desarrollando satisfactoriamente, puede ser una buena medida que facilite el control y la gestión integrada. Asimismo, estos indicadores, pueden facilitar enormemente las evaluaciones periódicas que requieren las Entidades de Certificación, facilitando el establecimiento de objetivos y ratios de mejora continua, tanto en los aspectos de calidad, como de gestión medioambiental.

DOCUMENTOS INTEGRADOS (de nueva creación)	
8	Procedimienntos que describen los procesos desarrollados en la organización
9	Procedimiento de comunicación interna / externa
10	Programa de gestión integrada
11	Procedimiento para identificar los requisitos legales y reglamentarios

Figura 2.9

8. Los procedimientos que describen los procesos desarrollados en la organización deben:

- Definir las actividades llevadas a cabo.
- Recoger el requisito exigido por la norma ISO 9001:2000 de enfoque al cliente.
- Recoger los requisitos exigidos por la norma ISO 9001:2000 para la realización del producto/servicio

- Recoger los requisitos exigidos por la Norma ISO 14001:1996 para llevar a cabo el control operacional, es decir, para asegurar que la realización del producto/servicio, se lleve a cabo controlando los aspectos medioambientales significativos asociados a esta actividad.

9. Referente al procedimiento de comunicación, éste es exigido como tal “procedimiento” por la ISO 14001; la 9001 no lo exige. No obstante, la norma de calidad requiere el establecimiento de “procesos de comunicación interna” y “disposiciones para la comunicación con los clientes”. Recomendamos, por tanto, la elaboración de un procedimiento integrado calidad – medio ambiente, que describa la metodología necesaria, para cumplir con los requisitos de ambas normas.

10. El programa de gestión integrada, tiene por finalidad describir la planificación de los sistemas de calidad y medio ambiente: recoge los objetivos y metas establecidas por la organización, indicadoras para medir su cumplimiento, los responsables de llevarlos a cabo, los medios y el calendario de ejecución previsto.

Igual que en el punto anterior, el “programa” como tal sólo es exigido por la norma medioambiental. No obstante, consideramos oportuno aplicarlo también a la calidad, puesto que su finalidad es la planificación del sistema de gestión y este sí que es un requisito de ambas normas.

11. El procedimiento para identificar los requisitos legales y reglamentarios, es exigido una vez más como tal procedimiento sólo por la norma medioambiental. Lo aplicaremos también de forma integrada, puesto que la ISO 9001 exige “la determinación de requisitos legales y reglamentarios relaciones con el producto”.

DOCUMENTOS ESPECIFICOS	
12	Política de calidad
13	Política medioambiental
14	Procedimiento para la identificación de aspectos medioambientales
15	Planes de emergencia y capacidad de respuesta

Figura 2.10

12. La política de calidad debe revisarse para ver si cumple los requisitos exigidos por la nueva norma. Es preciso revisar la terminología (para lo que existen anexos en diversos libros de los referenciados para ayuda) y hay que recordar el nuevo enfoque hacia procesos, que aconseja una revisión profunda conceptual. No debe pasar desapercibido, que puede haber procesos con repercusiones para el sistema de calidad, específico con potenciales repercusiones medioambientales y, por último, procesos que tengan implicaciones en ambos sectores integrados.

13. Se ha de elaborar una política medioambiental, que satisfaciendo los requisitos de la ISO 14001, sea reflejo de las intenciones y propósitos medioambientales de la organización. Como hemos indicado, no obstante, en diversos apartados de la presente tesis, la norma medioambiental no dá pautas exactas y concretas para cada empresa y sector, por lo que se hace preciso el trabajo de particularización de los objetivos y metas, de cada empresa concreta en su contexto específico.

Es importante recordar que la norma ISO 14001, exige la definición de política medioambiental por la alta dirección de la organización y que dicha política debe ser apropiada a la naturaleza, magnitud e impactos medioambientales de las actividades, productos y servicios a que se dedique la organización.

Los compromisos de cumplimiento de requisitos, legales medioambientales son obvios y deben incluirse en este procedimiento, así como el de mejora continua que, si bien no estaba incluido en la versión 1994, ya debe incorporarse en esta tesis.

Es preciso tener en cuenta que la comunicación con los clientes, al objeto de cumplir con los requisitos de la trinorma y disponer de registros fehacientes, debe establecerse de forma que permita comunicados de “carácter oficial”, pues pueden ser necesarios de cara al cliente, ante litigios, y también pueden ser requeridos por la Administración.

La Gerencia debe dar muestra evidente de sus compromisos con el desarrollo y mejora del SGI a través de:

- La comunicación a todo el personal de la empresa, de la importancia de satisfacer tanto los requisitos de los clientes, Aspectos Ambientales y Peligros, como atender las comunicaciones de los involucrados, cuando sea pertinente, mediante comunicaciones escritas (memos, correos electrónicos, etc.), y verbales en reuniones de trabajo o eventos.
- Cumplimiento de los requisitos legales y reglamentarios que se le apliquen, así como otros suscritos por la empresa.
- El establecimiento e implementación de la Política y Objetivos de Gestión Integrada (Calidad, Medio Ambiente, Seguridad y Salud en el Trabajo), mediante su difusión y revisión en reuniones de Comité del Sistema de gestión Integrado.

La Gerencia debe asegurar que las Propuestas, contratos ú Órdenes de Servicio sean revisados en las instancias pertinentes, con la finalidad de definir y documentar adecuadamente los requisitos del alcance de los servicios, a ser prestados a los Clientes, de modo tal, que sus requisitos sean cabalmente entendidos por ellos y todos los involucrados, asegurando así su cumplimiento, y aumentando la satisfacción de los involucrados.

Con la finalidad de reforzar, las buenas relaciones que deben existir con los involucrados, se ha implementado los siguientes procedimientos, contenidos en el Manual de Procedimientos de Relaciones con los Involucrados:

1. Comunicación, participación y consulta con los involucrados.
2. Atención a los involucrados.
3. Medición de la Satisfacción del Cliente.
4. Propiedad del Cliente.
5. Gestión de Propuestas.

La Política del Sistema de Gestión Integrado (SGI) (ISO 9001:2008 / ISO 14001: 2004 / OHSAS 18001: 2007), es brindar servicios de Mantenimiento, asegurando que nuestras acciones mediante la mejora continua se orienten a:

1. Satisfacer los requisitos y expectativas de nuestros clientes, cumpliendo con toda la legislación y normas aplicables en cada uno de nuestros servicios y con otros requisitos que la organización suscriba, relacionados con el Sistema de Gestión Integrado.
2. Cumplir con los requisitos legales aplicables a nuestra gestión, relacionados con los peligros y aspectos ambientales propios de la actividad.
3. Prevenir la contaminación ambiental asociada a nuestros servicios.

4. Prevenir las lesiones y enfermedades ocupacionales del personal, vinculadas a nuestros servicios.
5. Contar con los recursos necesarios, tecnología actualizada, personal calificado y comprometido en alcanzar el mejoramiento continuo de los servicios ofrecidos y del Sistema de Gestión Integrado de la Empresa.

Los objetivos generales de la empresa son establecidos por la Gerencia a través del Comité del Sistema de Gestión Integrado (CSGI).

Con el fin de cumplir con la Política del Sistema de Gestión Integrado (SGI), la organización debe establecer Objetivos Generales, que comprometen a todos los miembros de la empresa.

El responsable de la disponibilidad de los objetivos generales de la empresa en los documentos antes mencionados, es el Representante de la Gerencia. Los objetivos del SGI son revisados anualmente.

El Comité del Sistema de Gestión Integrado, es el encargado de evaluar la implementación de la política, objetivos, metas y programas anuales del SGI.

La planificación asegura que los cambios que ejecuta la organización en su Sistema de Gestión Integrado (SGI), permite que se cumpla con los requisitos de integridad del SGI, se realicen en forma controlada y que se

mantenga actualizado el SGI durante estos cambios. Para lo cual el responsable de mantener dicha integridad, es el Comité del Sistema de Gestión Integrado (CSGI).

La organización debe identificar y planificar las actividades y recursos necesarios para lograr los objetivos generales, realizando el despliegue de objetivos por cada una de las áreas de la empresa.

La planificación asegura que los cambios que ejecute la organización se realicen en forma controlada y que se mantenga actualizado el SGI, para ello se desarrollan:

- Plan Anual de Servicios
- Procedimientos Generales.
- Planes del SGI, en el caso de los Servicios que presta la empresa.
- Programas para lograr los objetivos y metas.
- Identificación de aspectos e impactos ambientales (ISO 14001) y peligros y riesgos (OHSAS 18001) (Matriz IPER: Matriz de Identificación de Peligros / Aspectos Ambientales y evaluación de Riesgos / Impactos Ambientales)
- Identificación y Evaluación de Requisitos Legales y otros requisitos
- Planes de Contingencia / Emergencia.

Es requisito de la ISO 14001 es establecer y mantener al día un procedimiento para identificar los aspectos medioambientales de las actividades desarrolladas.

En este procedimiento, se deberán explicar todos los aspectos relacionados con la **identificación de los aspectos medioambientales** por proceso, instalación, servicio, etc., así como la **evaluación de la importancia de los aspectos medioambientales identificados**.

14. Es requisito de la ISO 14001, establecer y mantener al día un procedimiento para identificar y responder a accidentes potenciales y situaciones de emergencia, estableciendo planes de emergencia y procedimientos de respuesta. Este procedimiento debe contemplar todos los aspectos intrínsecos de la propia empresa, ante dichas situaciones graves desde el punto de vista medioambientales, así como las repercusiones hacia el exterior, entendiendo como tal: cliente, proveedores, administraciones, servicios de emergencia, etc.

Por tanto, en este procedimiento, y cuando menos, deben quedar claramente identificados los siguientes aspectos:

- Identificación de potenciales accidentales y situaciones de emergencia.
- Análisis y evaluación de riesgos.
- Establecimiento de medidas de prevención.

- Establecimiento de respuestas ante accidentes y situaciones de emergencia.
- Medios de actuación y control de necesarios.
- Planes de emergencia y seguridad.
- Simulacros.

Capítulo III

Gestión económica del Mantenimiento

Cuando las empresas han utilizado técnicas de auditoría y control, para hacer más evidentes y patentes los costos totales de la actividad empresarial y destacar en qué áreas se puede mejorar, ha aparecido la necesidad de revisar los costos de departamento a departamento y, para ello, es absolutamente imprescindible disponer de una contabilidad analítica de gestión y desagregada, que permita su estudio detallado equipo a equipo, técnica a técnica, etc.

3.1 Introducción

La contabilidad de costes ha sido relacionada tradicionalmente con la determinación de los precios de los productos de las empresas (costo + beneficio) y, de ahí, que la contabilidad de costos en mantenimiento, haya sido muy a menudo una asignatura pendiente de un gran número de empresas industriales, pues se ha considerado como un “costo indirecto” más. Como es obvio, a medida que los requisitos de competitividad de las empresas se han ido incrementando, a la determinación de los costes de los productos, sobre todo para intentar reducir los mismos, se ha unido el estudio y establecimiento de costes de otras unidades de actividad. Este es el caso de mantenimiento que, a pesar de ser un segmento importantísimo en todo proceso industrial y

con gran repercusión económica, no ha sido hasta hace poco objeto de estudio en detalle, desde el punto de vista financiero y contable.

Además de la mejora de la competitividad antes tratada, basándose, entre otras iniciativas, en la reducción de los costos integrales de producción, el análisis de los costes totales de los ciclos de vida de las inversiones, ha exigido también a las empresas analizar no sólo los costos ya conocidos de primera adquisición, sino aquellos otros que repercuten muy directa e intensamente en el coste de toda su vida productiva: costos de capacitación, costos de mantenimiento, costos de utilización y, por último, costos de retirada y eliminación.

Es obvio que para poder disponer de los datos de costos segregados, hay que disponer de un sistema organizado y diseñado para ello y que, en el caso de Mantenimiento, no es tan obvio como para la contabilidad analítica de la empresa. Asimismo, la recogida de datos de costos es una labor difícil en Mantenimiento, pues obliga a los operarios de dicho servicio y a sus mandos a un trabajo adicional, para el que no suelen estar acostumbrados en muchas empresas: recogida y registro del tiempo que dedican a cada trabajo, reflejo de los materiales invertidos, codificación de las órdenes de trabajo según su catalogación, control de tiempos muertos, cuadros y curvas de aprendizaje, etc. Para ello es absolutamente imprescindible no sólo la concientización y rigurosidad de los propios trabajadores, sino el tener claramente establecida

una dinámica de trabajo basada en programaciones y controles de actividades con órdenes de trabajo y rutas.

Es imprescindible que se vaya erradicando la idea de que el mantenimiento es un gasto general y, como tal, sólo precisa de una contabilización global y no separada. Esto es un grave error, pues al igual que el costo integral de producción se desagrega en cuentas analíticas muy específicas, el mantenimiento debe ser objeto de una separación similar. Un gran número de las iniciativas, que se planteen como líneas de mejora de mantenimiento, van a justificarse o no sobre la rentabilidad de las mismas, entendiendo como tal el número de horas de paro que evitan, la mayor disponibilidad que proporcionan, la mejora del servicio prestado. Todo ello precisa de ratios y, a su vez, dichos ratios necesitan ser cuantificadas desde el punto de vista contable. De la rigurosidad del responsable de Mantenimiento en la exposición y justificación de sus propuestas, dependerá en gran medida la viabilidad y aceptación de las mismas por parte de la Dirección.

Hay que huir del prorrateo de gastos del Departamento de Mantenimiento a Producción, pues ello implica que la naturaleza del proceso de fabricación es lo único importante y que el resto de departamentos auxiliares no tienen prácticamente nichos de mejora. Asimismo, hay que huir de los informes vacíos y poco rigurosos contablemente, de propuestas de inversión, reformas en las maquinarias o en las instalaciones, sin análisis de rentabilidad y de amortización. Las acciones se deben hacer o no basándose en su rentabilidad

económica, salvo en casos excepcionales muy concretos relativos a intereses estratégicos, de sostenibilidad, seguridad y salud laboral, o de cuestiones similares poco cuantificables, que serán las menos. Como resumen de este apartado se presenta la figura 3.1, donde se intenta reflejar las tres visiones sobre la evolución conceptual de los costos en mantenimiento, que culminará en una visión avanzada que se fundamentará en integrar e interrelacionar ratios y técnicas económicas.

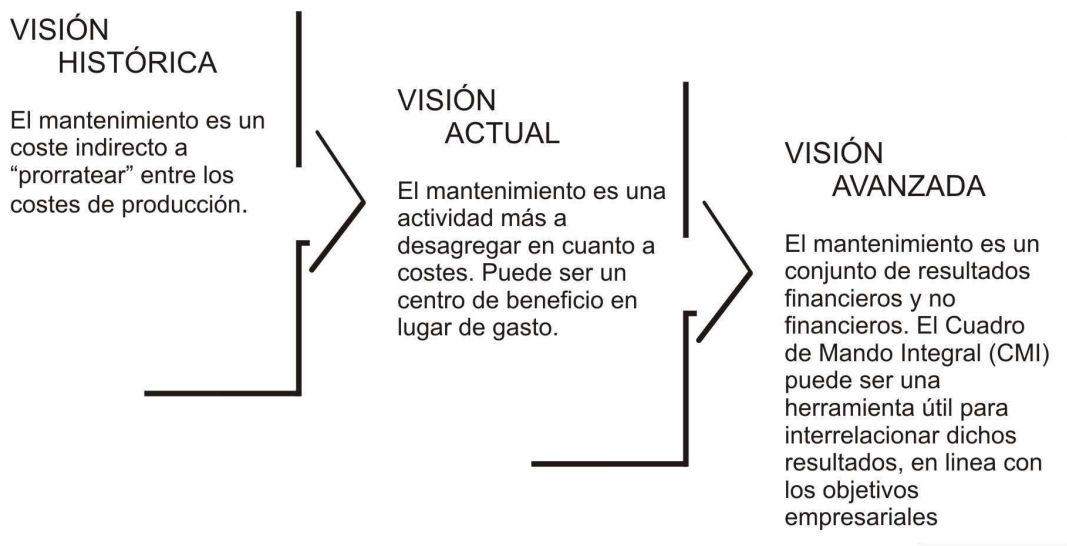


Figura 3.1: Evolución del mantenimiento

3.2 Costos en Mantenimiento

Al igual que ocurre en cualquier proceso productivo, el primer aspecto importante de desglose en la contabilidad de mantenimiento, debe referirse a saber cuales son los costos directos y cuales los indirectos de nuestra actividad. Esta premisa no es siempre fácil en un Departamento de

Mantenimiento. Usualmente los insumos de materiales, o gastos en fungibles, más los costos indirectos, serían los correspondientes a mandos intermedios, gastos de administración, gastos informáticos y otros de carácter general, como los de logística, limpieza, etc. Es, no obstante, importante detallar que cualquier costo directo o sobre todo indirecto, depende de la base o unidad de costo con la que se relaciona y del criterio contable establecido.

También, al igual que la Producción, en Mantenimiento hay que hablar de costos variables y costos fijos. Costos variables son aquellos que tienden a variar en proporción directa con el nivel de actividad de nuestro Departamento de Mantenimiento; por ejemplo, los costes de consumos de aceites, aunque estos costes variables serán fijos por unidad de producto. Costos fijos serán aquellos que no varían con relación al nivel de producción durante un determinado período; por ejemplo, el sueldo del jefe de mantenimiento. Ver figura 3.2.

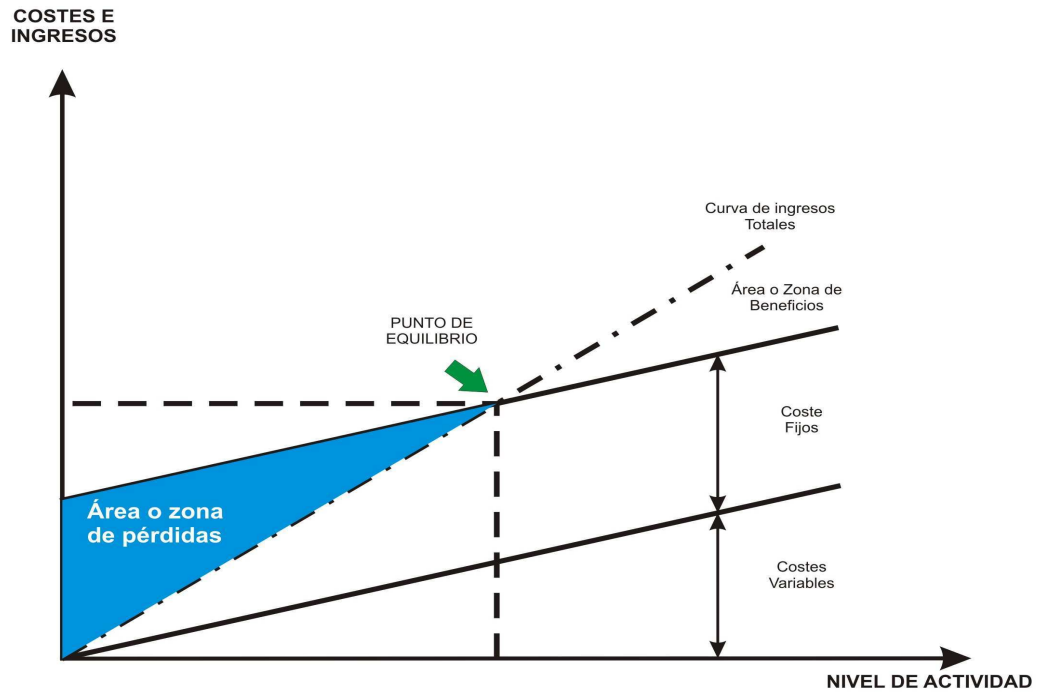


Figura 3.2: Costos en mantenimiento

Es preciso también subrayar que, si los costos de manteniendo se relacionan con los costos por unidad de producto producido, los mismos variarán de acuerdo con el nivel de producción. Los costos fijos del Departamento de Mantenimiento, se acumularán independientemente de nuestro nivel de actividad. Sin embargo, los costos variables no se acumularán si no existe actividad, dado que ésta es únicamente la que los causa.

Como es sabido, el costo total en cualquier departamento, es la suma del costo fijo y del costo variable. La importancia de la separación de los costos variables y de los costos fijos es lógica, ya que podremos actuar sobre unos u otros de muy diferente manera. Por ejemplo, podremos mejorar los costos de

mantenimiento, haciendo que nuestros operarios trabajen a un ritmo superior, necesitando una plantilla directa para el mismo trabajo, pero también podremos reducir los costes de nuestro mantenimiento, reduciendo el nivel de mandos intermedios o de gastos indirectos.

3.3 Distribución de los costos

Además de los conceptos contables anteriormente expuestos, es importante para un jefe de Mantenimiento conocer el costo integral de su actividad. Dicho costo integral, recoge de forma global la mejor o peor gestión del mantenimiento en una empresa y tiene como tal, no sólo el coste que históricamente se incorporaba como prorrateo al coste de producción, sino el coste fijo, más variable anteriormente expuesto y el coste de fallos. Para terminar de concretar dicho costo integral como costo fijo, más variable, más costos de fallos y paralizaciones, habría que añadir las pérdidas energéticas ocasionadas por averías imputables a mantenimiento y otros costos, como las posibles sanciones gubernativas y pérdidas de producción e imagen futuras. Y la pregunta que siempre debe hacerse un responsable de Mantenimiento, es si dispone de una herramienta contable, suficientemente desagregada para responderse a cuestiones tan simples, aparentemente como la siguiente: si aumento las actuaciones preventivas, ***¿en qué medida disminuirá el coste del mantenimiento correctivo y de las paradas de producción?***

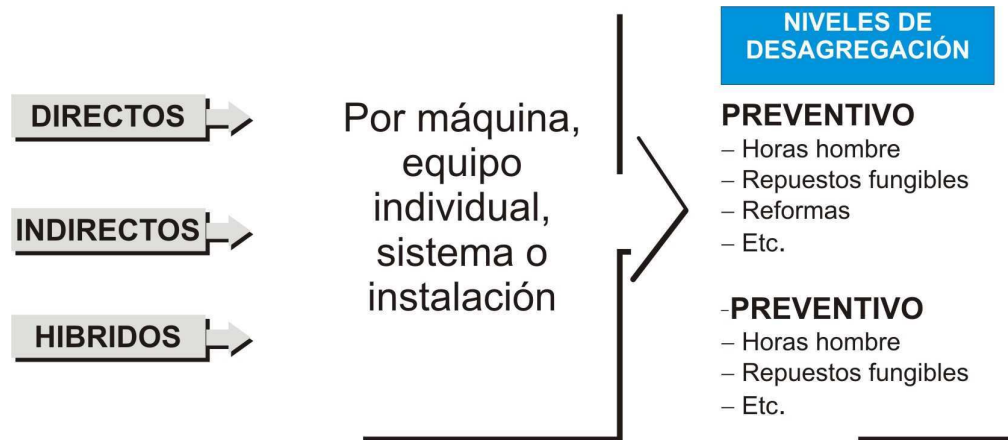


Figura 3.3: Distribución de los costos en el mantenimiento

Si somos capaces de contestar este aparente simple cuestionario, tenemos un real dominio de nuestro departamento y de sus costes.

Requisitos básicos para el adecuado control de costos en un Departamento de Mantenimiento
<ul style="list-style-type: none"> • Hay que disponer debidamente codificadas todas las máquinas e instalaciones. • Se debe disponer de árboles de despiece por grupos funcionales y subsistemas para implantar costes desagregadamente. • Los centros de coste o de contabilidad deben poderse interrelacionar (costes de correctivo por máquina, preventivo por sistema, etc.). • Los repuestos deben estar codificados y valorados. • La mano de obra debe conocerse y poderse imputar, tanto los tiempos de actividad como los de paro, preparación, etc. • Debe haber una información rápida y certera de imputaciones y desviaciones respecto a presupuesto. • Deben lanzarse órdenes de trabajo para cualquier actividad, con tiempos predeterminados o graduales cuando sea posible. • El proceso de programación, lanzamiento y cierre o cambio de órdenes debe ser potente pero ágil, y asumido en la planta.

Tabla 3.1

3.4 Sistemas de información contable

No debe confundirse la contabilidad general o financiera, con la contabilidad analítica que el responsable de Mantenimiento debe disponer, para la gestión de su departamento.

En la siguiente tabla, se refleja las más significativas diferencias entre ambas que, lógicamente, una vez agregadas y totalizadas deben dar los mismos resultados.

ANÁLISIS PERÍODO	CONTABILIDAD GENERAL O FINANCIERA	CONTABILIDAD ANALÍTICA O DE GESTIÓN
Información histórica o real	(A) Balance, cuenta de pérdidas y ganancias y financiación	(B) Imputaciones por actividades, productos, familias área, Instalaciones, secciones, etc.
Información provisional o presupuestaria	(C) Desviación de beneficios (ventas-gastos) respecto a la previsión	(D) Desviación en costes por actividades, productos...

Tabla 3.2

En la contabilidad general o financiera, la empresa busca información histórica y real, tendiente a poder elaborar su balance, estado de pérdidas y ganancias y analizar fórmulas de financiación. La información presupuestaria busca normalmente desviaciones globales de beneficios (ventas-gastos) respecto a las previsiones, respecto al lanzamiento de un nuevo producto, etc. En la contabilidad de gestión de un Departamento de Mantenimiento, las imputaciones de las órdenes de trabajo (gastos directos) y de la organización, mandos y gastos administrativos (indirectos), debe hacerse por actividades (preventivas, correctivas, modificativas, etc.) y por áreas, secciones o instalaciones. Su objetivo será el poder analizar desviaciones en costes de repuestos, de actividades, rentabilidades de reformas o de cambios de planes de mantenimiento, etc. Debe ser, por tanto, una herramienta de gestión que le advierte de desviaciones y le ayude a tomar decisiones sobre su “negocio” de mantenimiento.

3.5 Los costos en el mantenimiento integral

Es usual, encontrarse en la literatura sobre Mantenimiento, la curva acumulativa de costos de mantenimiento integral, entendiendo como tal la suma de costos de mantenimiento preventivo y correctivo, tratándose muy a menudo el hecho de tener que buscar un costo óptimo en el punto mínimo de la de ambas curvas o en su entorno. El problema para cualquier responsable de Mantenimiento, es cómo mejorar dicha curva de funcionamiento en su departamento. En cualquier aplicación de técnicas de mantenimiento avanzado, además de la mejora, hay que buscar una mejora de costos. Es, por

tanto, imprescindible que el jefe de Mantenimiento que integra cambios tecnológicos u organizativos en su departamento, con nuevas técnicas como RCM (*Reliability Centred Maintenance* o Mantenimiento Basado en la Fiabilidad) o TPM, siempre tenga presente cómo están evolucionando sus costos integrales. Se incluye a continuación una representación de las curvas de costes en mantenimiento de segunda generación, frente a costos en tercera generación (ver la figura 3.4).

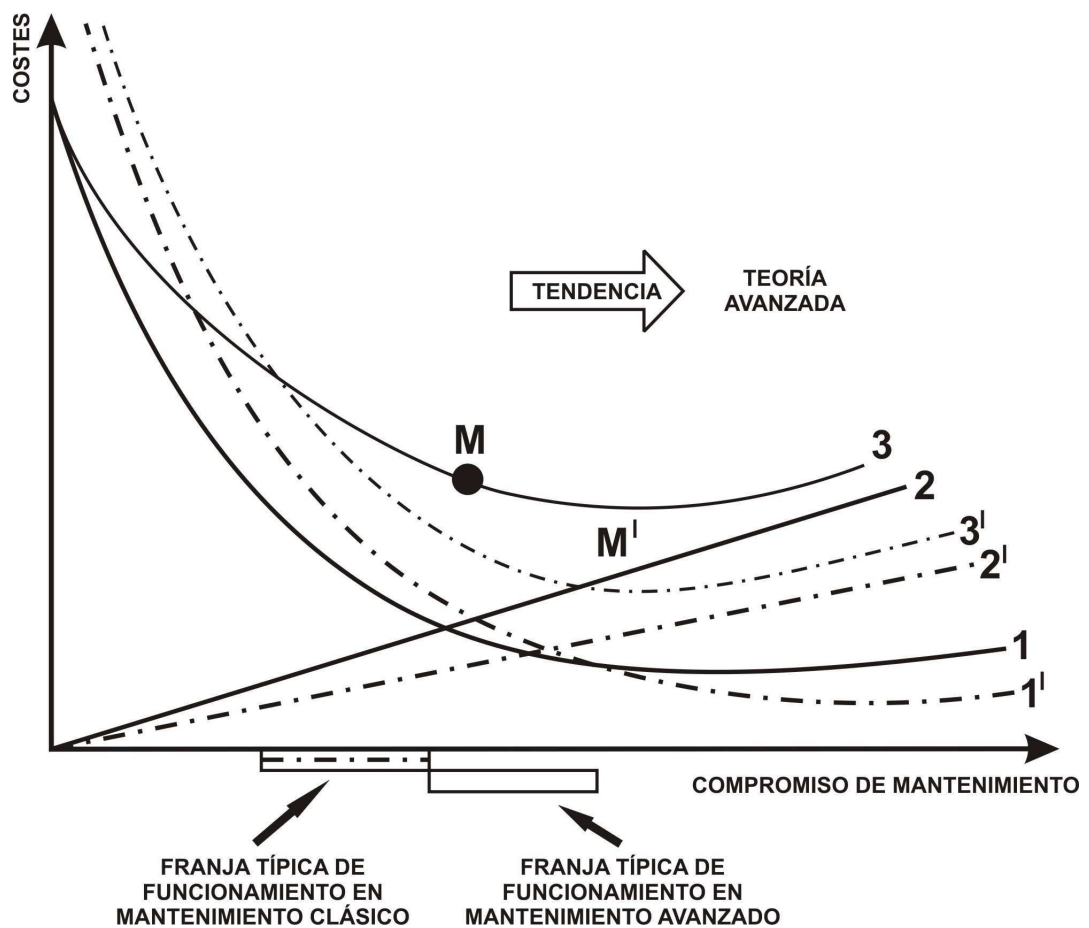


Figura 3.4: Mantenimiento integral

1. Costes tradicionales considerados para el correctivo.
2. Costes tradicionales considerados para el preventivo sistemático
3. Costes totales (1 + 2)
4. Costes avanzados del correctivo (incluyendo costes de la no calidad, pérdidas de imagen, etc.)
5. Costes del preventivo avanzado (simultaneando MOC y MCM)
6. Costes totales del mantenimiento avanzando (4 + 5)

La necesidad de estar continuamente observando las ratios identificadores del Departamento de Mantenimiento, sobre todo la fiabilidad y la disponibilidad, en total concordancia con el coste, ha hecho retomar una antigua idea como la que se expone, relativo al cuadro de mando integral (BSC), tablero de control o plan maestro integrado.

3.6 El costo del ciclo de vida

Uno de los aspectos tratados anteriormente, es el relativo a la necesidad de disponer de una desagregada contabilidad analítica en la gestión de mantenimiento. Es básico para evaluar el costo de explotación (operario, mantenimiento correctivo y preventivo) a lo largo de la vida de cualquier activo de nuestra empresa. Este costo se ha de tener en cuenta a la hora de evaluar una inversión.

El análisis de los costes de ciclo de vida (LCC, de *Life Cycle Cost*) es una iniciativa relativamente reciente, pues sólo desde hace unas décadas, se considera a la hora de evaluar una determinada inversión, con cualquiera de las fórmulas contablemente conocidas (TIR, VAN, etc.). El valor, o costo empresarial real, de un bien, no es ni mucho menos estrictamente el que aparece en la oferta del fabricante, potencialmente adjudicatario. Hay que sumarle lo que cuesta exportarle. El costo de mantenimiento de cualquier sistema es cada vez más significativo, aunque se luche obviamente por su reducción. Es normal un costo anual de mantenimiento del 3 al 5% respecto al valor de primera inversión, y teniendo una vida útil de entre 10 y 20 años, puede hacerse una fácil relación entre el importantísimo peso relativo que tiene el mantenimiento de dicho activo frente, a su coste de primera adquisición o inversión.

En el gráfico de la figura 3.5, se refleja las etapas básicas de gestión de cualquier activo, entendiendo como tal, máquinas, instalaciones, etc. Desde una primera etapa en la que dicho activo es diseñado o proyectado por el Departamento de Ingeniería, y en donde ya se debe tener en cuenta en los criterios de diseño y la experiencia del Departamento de Mantenimiento, se pasa a una fase, tras la adquisición, de construcción y montaje por parte del adjudicatario. En dicha fase, para aportar asimismo la experiencia del Departamento de Mantenimiento y para alcanzar una total corresponsabilización de dicho departamento, es muy conveniente la

intervención del mismo en la fase de recepción, puesta a punto, protocolos de pruebas, etc.

Recepcionando el activo y ya puesto en operación, se inicia la gran etapa de mantenimiento donde es posible que se definan necesidades de modificaciones, para mejorar su fiabilidad o disponibilidad o, también, para aumentar su ciclo de vida o su etapa de vida útil. Tras esa etapa de vida útil, que normalmente en equipos e instalaciones suele ser superior a varios lustros, hay la necesidad de su retiro y vuelve a ser Mantenimiento una pieza clave en dicha decisión, aportando los costos/año que está invirtiendo en su conservación y, por tanto, participando activamente en los estudios de rentabilidad, tanto para mantener dicho activo funcionando o en la toma de decisión para proceder a su retirada y compra de un nuevo bien.

Estas etapas básicas pueden simplificarse, por el hecho de que la etapa de explotación o de operación es muy usual que sea superior, al periodo legal de amortización. El poder conseguir que esta etapa sea superior a la amortización contable, se basa obviamente en que el activo físico tenga un mantenimiento adecuado.

CICLO DE VIDA DE UN ACTIVO FÍSICO

- DEFINICIÓN DE INGENIERÍA
- ADQUISICIÓN
- EXPLOTACIÓN (OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO)
- ENAJENACIÓN

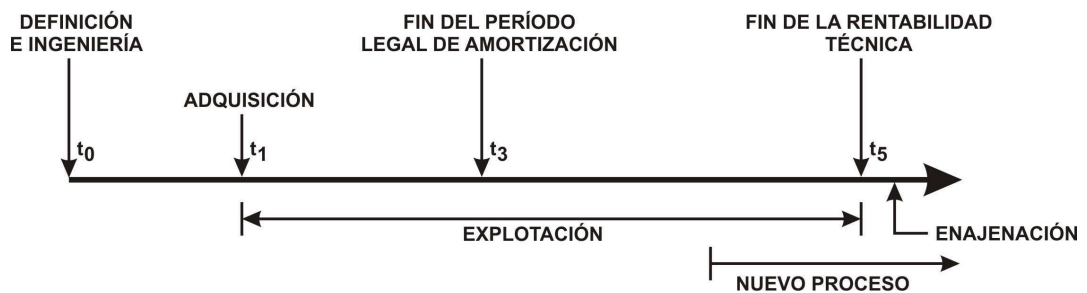


Figura 3.5: Ciclo de vida de un activo

El punto que se subraya como fin de rentabilidad técnica, debe ser definido por Mantenimiento e iniciar, en su caso, un nuevo proceso de adquisición antes de dicha rentabilidad técnica.

El punto de rentabilidad técnica es aquel en el que, desde un punto de vista de coste de ciclo de vida unitario, la línea de ingresos o de beneficios que aporta dicha maquinaria o instalación, es igual o superior a la línea de costes. En la figura 3.6, partiendo del punto t_0 en la que ya se incurren en costos por las etapas de proyecto e ingeniería, el primer costo, llamémosle fijo o conocido, es el de la propia inversión. A partir de ese momento empieza el activo a operar t_1 generando ingresos.

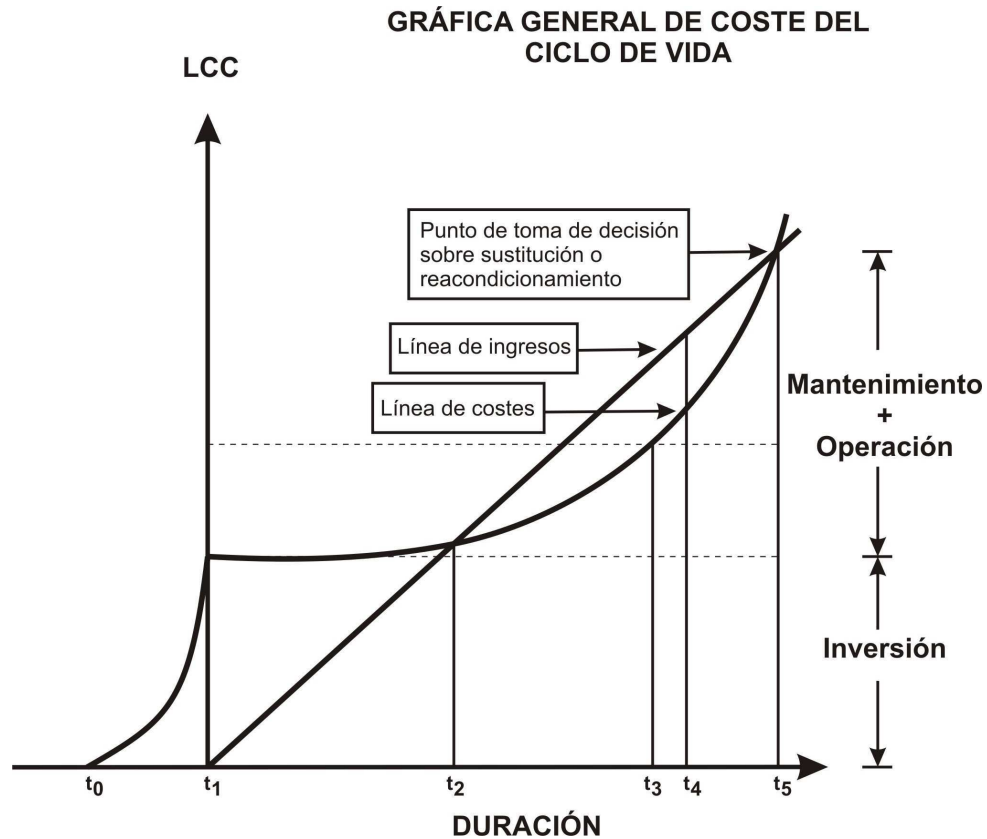


Figura 3.6: Gráfica general del ciclo de vida

Las primeras fases de puesta a punto de suministro, implican que la línea de costes, lógicamente, es superior a la de los beneficios o ingresos/año, que genera el bien. A partir de t_2 ya está el equipo totalmente en operación y encontramos que la línea de costes es ya inferior a la de ingresos. El activo está dando beneficios a la empresa y así seguimos hasta el punto t_5 , en el que los costes de mantenimiento son cada vez superiores. Se precisan grandes revisiones y grandes reflotamientos, pues el activo va perdiendo actualidad y parte de sus equipos hardware, hidráulicos y neumáticos van siendo obsoletos. Llega un momento en el que hay que tomar una decisión, y es el punto t_5 donde los costes de operación y mantenimiento son superiores a los ingresos

que genere dicho bien. Como se puede haber deducido ya de este simple gráfico, la única forma clara de tener una evaluación constante en el tiempo, de cuando una máquina o instalación está generando más gastos que ingresos, es disponer de una contabilidad analítica desagregada por equipo, que nos esté dando en todo momento dicha rentabilidad.

3.7 El BSC Mantenimiento

Desde un punto de vista histórico de contabilidad económica, el mantenimiento se considera un costo; pero el mantenimiento preventivo adecuado, por ejemplo, conduce a que un determinado equipo o instalación tenga más años de vida útil tras estar amortizado. Esta simple afirmación descalifica, por llamarlo de alguna forma, el concepto de costeo de mantenimiento.

El cuadro de mando integral (BSC) es, en cierto modo, una vieja idea de sistema control integrado a la que se le ha dado un nombre nuevo. Es, por tanto, una herramienta más que una revolución en la gestión del mantenimiento, y responde a las necesidades de las empresas actuales que desean, mayoritariamente, mejorar los costes de su mantenimiento sin empeorar, o hasta mejorando, las ratios identificadoras de este servicio.

Como hemos dicho, no es una idea nueva. Ya los antiguamente denominados tableros de control, eran sistemas que se basaban en combinar indicadores financieros y no financieros; utilizados para dar información de la gestión de mantenimiento y para hacer un seguimiento de la estrategia

marcada. Sin embargo la definición actual del cuadro de mando integral, es la de ser una herramienta de gestión, que traduce la estrategia de la empresa en un conjunto coherente de indicadores, simples e identificadores de los resultados del departamento de mantenimiento.

La diferencia entre el cuadro de mando integral, tal como hoy en día se concibe y según las definiciones de Kaplan y Norton, frente a los tableros de control de 1992, es que en aquel entonces dichos tableros se consideraban indicadores para la dirección y actualmente se pretende que los indicadores, sean una herramienta de gestión muy cercanos a la planta, a la producción y el mantenimiento. Se basan en el hecho de que el modelo de gestión de la empresa y su mantenimiento, debe fundamentarse en indicadores financieros (modelo tradicional) y no financieros (anticipados), de forma que existan cuatro áreas o perspectivas que interaccionan entre sí, con una clara relación causa-efecto: clientes, procesos, recursos y costes.

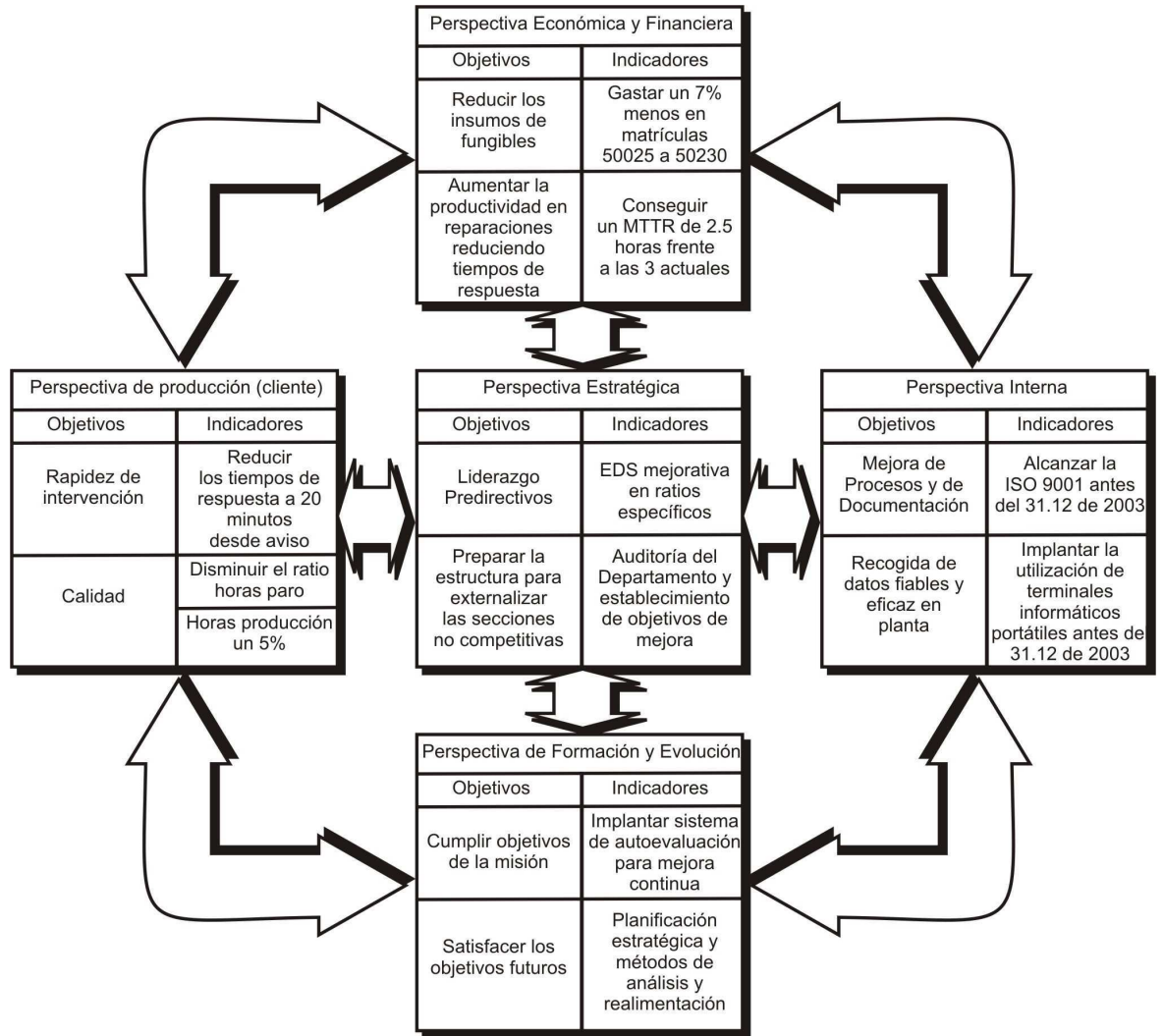


Figura 3.7: La herramienta BSC

El fundamento del cuadro de mando integral se basa en encontrar indicadores (herramientas), que nos ayuden a anticiparnos a los problemas y nos aporten visiones estratégicas para la mejora continua, en línea con los objetivos y estrategias empresariales. Estas relaciones causa-efecto, deben quedar reflejadas en interacciones entre indicadores que, cuanto más alejados estén de la perspectiva financiera y más cercanos a los mandos intermedios y a la realidad, más avanzados serán. Por tanto, se debe hacer un importante

esfuerzo para localizar y cuantificar exactamente dichos indicadores, alinearlos con los objetivos e indicadores empresariales, definir las interrelaciones entre ellos (no vaya a ser que por esforzarnos en mejorar uno, por estar muy en línea de lo que espera la empresa, empeoremos otro, que hasta ahora haya pasado inadvertido o su contención sea asumida). Tras este importante esfuerzo, hay que establecer una dinámica eficaz de seguimiento y análisis de evoluciones y, no se olvide, el BSC es una herramienta para su gestión de mantenimiento y debe serle eficaz a usted y a su equipo. Si no logra obtener resultados tangibles que le ayuden a tomar decisiones mejorativas concretas, la definición e implantación del sistema no ha sido eficaz.

¿Cómo se debe implantar un BSC en Mantenimiento?
--

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Conocer los objetivos empresariales. • Conocer las estrategias definidas para alcanzarlos. • Marcar una estrategia de mantenimiento alineada con la estrategia empresarial, bajo la perspectiva de resultados (cliente y financiera) y herramientas necesarias (procesos y recursos humanos). • Identificar nuestras ratios o indicadores que sean susceptibles de mejora. • Analizar cómo contribuyen y las relaciones directas de la evolución de los ratios de mantenimiento con los indicadores o ratios empresariales. • Establecer las relaciones causa-efecto de los ratios del BSC entre sí. • Establecer una sistemática de análisis y seguimiento de evolución de dichos ratios y de utilización de la herramienta para la toma de decisiones. |
|--|

Tabla 3.3 BSC en Mantenimiento

3.8 Presupuesto y análisis de desviaciones

Una vez expuesta la creciente necesidad de imputar los costos directos e indirectos a los productos y servicios, para disponer de sistemas de cálculo que nos permitan adoptar decisiones e incrementar la efectividad, es necesario contar con un sistema total y desagregado que vaya periódicamente advirtiéndonos de las desviaciones, con la mayor premura posible. Se nos presenta de nuevo la necesidad de contar con un presupuesto lógicamente distribuido por actividades y con un método que sistematice la asignación de costes por actividades en cada centro; que nos presente la comparación entre la previsión, por ejemplo mensual, con respecto a las imputaciones realmente realizadas en dicho mes.

Si no se dispone de un sistema que aporte desviaciones en costos elementales (materias primas, mano de obra directa, mano de obra indirecta, horas extras, preventivo respecto a correctivo, etc.), será imposible analizar qué es lo que está causando la disparidad entre las cifras previsionales y las cifras imputadas. Si se consigue, se abre la identificación de sus causas y se nos permite la adopción de medidas correctoras.

La forma de elaborar el presupuesto, y por tanto de realizar su seguimiento y evidenciar posibles desviaciones, es discrecional para cada tipo de empresa. En la tabla 3.2 se ha recogido algunas de las desviaciones más peculiares y significativas, sobre las que consideramos debe pivotar el análisis

de cualquier responsable de Mantenimiento, tras particularizarlas a su actividad y contexto concreto.

Desviaciones en Presupuestos de Mantenimiento		
Desviaciones en Costes Directos Preventivos y Correctivos	MATERIA PRIMAS	Desviación Económica Desviación Técnica Desviación Mixta
	MANO DE OBRA	Desviación Económica Desviación Técnica Desviación Mixta
	SERVICIOS EXTERNOS	Desviación Servicios contratados Nuevos servicios
Desviaciones en Costes Indirectos	IMPUTACIONES GLOBALES DE EMPRESA IMPUTACIONES TÉCNICAS DEL DEPARTAMENTO	Actividades Fijas Actividades Variables Actividades Fijas Actividades Variables

Tabla 3.4 Desviaciones de los presupuestos

La desviación en costos directos será siempre más fácil de analizar para el jefe de Mantenimiento, que la relativa a costos indirectos. Las variaciones en los costos unitarios de los repuestos o materias primas, informarán sobre la eficiencia de las gestiones de compras y aprovisionamiento o de los métodos

de imputación contable (FIFO, LIFO, etc.). Sin embargo, la desviación en cantidad de materias consumidas, informará el mejor o peor rendimiento en el consumo de las mismas (aumento de degradaciones, fallo en la calidad de los materiales, posibles desapariciones o robos, etc.).

Las desviaciones en mano de obra también tendrán una evidencia para nuestra gestión. La desviación técnica de mano de obra, será el haber invertido más tiempo, sobre revisiones o reparaciones de la que habíamos previsto y presupuestado. Sin embargo, la desviación económica por mayores imputaciones unitarias, se deberá normalmente a cambios en las bases de los salarios, gratificaciones extraordinarias no presupuestadas, aumento del número de horas extras realizadas respecto a las previstas, etc. En ambos casos, materias primas y mano de obra, se pueden encontrar desviaciones de carácter mixto, pero su interpretación y orígenes suele ser bastante evidente, tanto para el propio responsable como para su equipo técnico.

La complejidad que hemos señalado en el análisis de desviaciones de costos indirectos, proviene del hecho de que, a diferencia de los directos, estos costos no guardan una relación tan estrecha con las actividades reales de mantenimiento (revisiones, reparaciones, etc.). Muy a menudo, las desviaciones técnicas o económicas en costes indirectos, no son imputadas por otros servicios gestionados o realizados por departamentos de la propia empresa ajenos a Mantenimiento, y sobre los que la capacidad de reacción del responsable de Mantenimiento, es normalmente muy baja. De cualquier forma,

se desprende la total necesidad de tener desglosados uno y otros, para poder dar explicaciones concretas de nuestros resultados, y para poder proponer acciones basadas en las reducciones de nuestros costes propios, con independencia de los del resto de la empresa, que se nos imputen globalmente como indirectos.

La representación gráfica de las desviaciones (positivas o negativas), puede adquirir múltiples formas. Cada empresa y departamento definirá la que aparezca más eficaz y evidente. Adjuntamos un posible ejemplo de seguimiento de costos totales mensuales y acumulados, que se presenta en la figura 3.8.



Figura 3.8: Gráfico de desviaciones

Pero representaciones como ésta, que sin lugar a dudas, son muy elocuentes y que para nuestro ejemplo concreto, evidencian una desviación positiva a partir del mes de mayo, deben complementarse con un desglose más analítico.

Capítulo IV

Técnicas Organizativas

El presente capítulo, trata el tema de las modernas técnicas organizativas de mantenimiento, para no confundirlas con las técnicas puras o “mantecnologías”, que son herramientas de aplicación de las mismas a aspectos tecnológicos concretos.

La numerosa bibliografía existente, así como un gran número de consultores sin una práctica real en el campo del mantenimiento, inducen muchas veces a errores, que se propagan a través de la lectura de las obras, o en las conferencias, ocasionando confusión entre conceptos de técnica y de herramientas en el tema del mantenimiento.

4.1 La Integración de nuevas técnicas

No es lo mismo una técnica organizativa o de gestión, como puede ser RCM (*Reliability Centered Maintenance*) o TPM (Total Productive Maintenance), que un mantenimiento predictivo, que es una “mantecnología” o una metodología tecnológica a utilizar como herramienta.

Así, RCM (*Reliability Centered Maintenance*) es una técnica que ayuda a replantear todo el mantenimiento, tras el análisis de dichos fallos, la tecnología de mantenimiento llamada predictivo. TPM (Total Productive Maintenance) es

otra técnica organizativa, basada en transferir a producción gran parte (o todas) las actividades de mantenimiento, pero no es una mantecnología, propiamente dicha. Por tanto, se ha separado intencionadamente el apartado de Mantenimiento Predictivo, dada su característica innovadora y tecnológica, de lo que trataremos en este apartado, que son técnicas organizativas.

Algunos de los expertos en RCM (*Realiability Centered Maintenance*) o en TPM (Total Productive Maintenance), por ejemplo, hablan de estas técnicas o formas de hacer mantenimiento, como si fueran la panacea y resolución de todos los potenciales problemas. No es cierto en absoluto. Los mantenimientos deben basarse en la integración de técnicas, no en la exclusividad de las mismas, y de ahí se derivan gran parte de los fracasos de los consultores, al intentar aplicar una única técnica y centrar todo el futuro plan de mantenimiento en su forma de pensar.

Es absolutamente necesario que se entienda, que una empresa es un caso extremadamente particular, y que no va a recibir una “receta milagrosa” y única de uno de estos teóricos de mantenimiento, que intentan “vender su técnica” olvidándose de las demás. Con total seguridad, un nuevo plan de mantenimiento debe estar basado en varias facetas diferentes, los mantenimientos legales, los engrases, planes de mantenimiento extraídos de RCM (*Realiability Centered Maintenance*), transferencia a producción bajo el criterio de TPM (Total Productive Maintenance) , etc. Por tanto, debemos ser conscientes de la total y absoluta necesidad de entremezclar, interrelacionar e

integrar las técnicas que a continuación se expone, siendo conscientes de que esa integración no es fácil, pues se tendrá que conocer todas ellas y saber que parte de las mismas es la que más se adecua, a su vez, a una parte concreta de su actividad de mantenimiento.

4.2. Mantenimiento centrado en la fiabilidad RCM

Una de las técnicas organizativas más actuales para aplicar en mantenimiento y mejorar significativamente sus resultados, es la del Mantenimiento Centrado en Fiabilidad o RCM por sus siglas en inglés (*Reliability Centered Maintenance*).

4.2.1 Antecedentes históricos en varios sectores

Esta técnica se basa en la búsqueda de mejora de resultados, con base en las siguientes premisas:

- Analizar con una metodología rigurosa y auditable cada tipo de fallo o avería, de la forma más estricta y profunda, estudiando el modo y forma en que se producen dichos fallos y como éstos se traducen en costos y repercusiones.
- La productividad global del Departamento de Mantenimiento, debe mejorarse mediante una forma de trabajo más avanzada, proactiva y planificada y no haciendo mantenimientos inútiles.

Tras el trabajo de estudio y definición de la táctica es necesaria (o muy conveniente) una auditoría imparcial antes de su implantación real.

Se debe contar con el apoyo activo y cooperación del personal de mantenimiento, el de operación o producción, el personal técnico o de ingeniería y el administrativo.

El RCM se implementa sobre la base de una serie de pasos muy planificados y relacionados. Primero es necesario, examinar bien las metas de productividad y de mejora que ha definido la Dirección, para lo que se precisará una clara estrategia por parte de ésta, sobre los principales parámetros a mejorar (costos, fiabilidades, etc.). Una vez claro esto, hay que evaluar las maneras y métodos, por los que estas metas pueden alcanzarse y los efectos de las averías o de los fallos. Teniendo claras las metas y cómo se pretenden alcanzar, debemos llevar a cabo un trabajo casi de investigación, para deducir los modos de fallos más factibles y la mejor manera de eliminar o reducir las consecuencias de cada fallo. En determinados casos, el análisis de fallos asociado al análisis de costos, nos aconsejará dejar que el equipo siga funcionando hasta que falle, y no hacer ningún tipo de mantenimiento preventivo. En otros, por ejemplo, también se nos inducirá a dejar que el equipo siga trabajando hasta que falle, pero con un sistema alternativo en paralelo, cuya incorporación mediante una reforma, es más barata que realizar el periódico mantenimiento preventivo.

Esta técnica se empezó a utilizar en la década de 1960 por la industria aeronáutica norteamericana y se aplicó por primera vez a gran escala para el mantenimiento del Boeing 747; después se usó para el DV-10, y así fue extendiéndose a una gran parte de la aeronáutica. Los resultados, aunque tardaron años en concretarse, pues la implantación, como veremos, es lenta, fueron sorprendentes. Por ejemplo, se pasó de revisar 339 elementos en la revisión general programada de los DC-8, a siete elementos. La industria militar también comenzó a utilizarla en la década de 1970 y luego, en 1982, el EPRI (*Electric Power Research Institute*) la empieza a aplicar en el campo nuclear. En la actualidad, veinte años después, se está extendiendo decididamente a otros sectores como el energético, el ferroviario, etc. Este tiempo tan dilatado se justifica, por la complejidad de su implantación y las carencias documentales en los últimos sectores, que hacen muy lentos los análisis de fallos en que se basa.

El RCM se conoce con otras siglas, según los países y según los sectores en los que se aplica. Por ejemplo, en la industria aeroespacial se conoce como MSG-3 (de *Maintenance Steering Group*). Volviendo a sus orígenes en la aeronáutica, se expone en la figura 4.1 un resumen de los resultados obtenidos, que, por sí mismos, ya anticipa una gran crítica a la generalización de la histórica curva de bañera en cuanto a su aplicación.

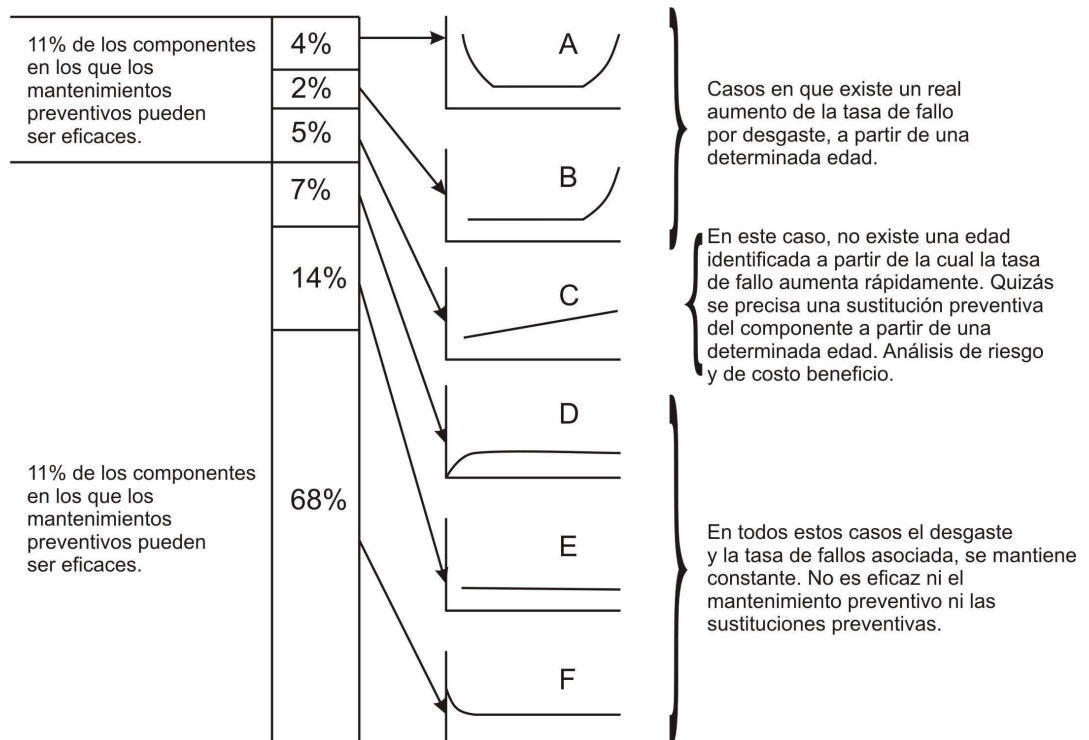


Figura 4.1: Resultados obtenidos de RCM

- 1) Los resultados de dicho análisis son obvios: las revisiones generales preventivas y rutinarias, tienen muy poco efecto sobre la fiabilidad del sistema, cuando nos estamos refiriendo a equipos complejos y avanzados.
- 2) Hay muchos equipos para los que no es fácil, o mejor dicho es muy difícil, programar un momento crítico para realizar una intervención preventiva.

4.2.2 La norma UNE 20812 y el RCM

Antes de realizar una determinada inmersión en los conceptos básicos del RCM, es necesario concatenar esta nueva técnica organizativa con el conocido análisis de modo de fallo y de sus afectos AMFE (o FMEA, *Failure Mode and Effects Analysis*). Esta técnica se refleja en la norma UNE 20812 y se basa en hacer un proceso también sistemático y documentado de análisis básicamente cualitativo, que revisa y estudia en profundidad la fiabilidad de un sistema y de sus subsistemas.

El citado AMFE identifica, en primer lugar, el componente susceptible de averiarse, luego el modo de fallo dominante y a continuación sus efectos, tanto en el propio sistema como en la instalación, en el área de trabajo de que se trate, etc. Tras ello intenta cuantificar la probabilidad de fallo y de ahí obtiene las tareas de mantenimiento preventivo requeridas. Como veremos, es el principio relativamente similar al utilizado en RCM, pero tiene dos consideraciones relevantes que se debe saber para entender sus principales diferencias:

- 1) El método AMFE considera las averías que pueden producirse en los componentes de un determinado sistema, pero, salvo excepciones a aportar por los que realizan el estudio, no tiene en sí mismo en cuenta la combinación de fallos cuya aparición simultánea, puede pasar de ser una avería leve a un fallo catastrófico, que impidiera al sistema dejar de cumplir su función.

- 2) Considere aquellos modos de fallo que pueden impedir el cumplimiento de dicha función, pero no aquellos otros que degradan el sistema y que pueden ser objeto de un tratamiento estadístico o de seguimiento predictivo de variables.

En resumen, antes de pasar al siguiente apartado, que la metodología AMFE reflejada en la norma citada ha sido muy útil, pues ha servido para dar un paso adelante en la elaboración de las estrategias y planes de mantenimiento, no basados en la concepción histórica de los preventivos, definidos por el constructor o por un departamento ajeno a mantenimiento, sino en la definición de los planes de mantenimiento partiendo ya de las propias averías; esto es, partiendo de la realidad de cada sistema, funcionando en su entorno o en su contexto operacional, lo que ya aporta un paso adelante en comparación con los históricos planes de mantenimiento muy a menudo “definidos en un despacho” y a veces a miles de kilómetros de distancia de la planta, donde va a operar el sistema, el sistema AMFE también es arduo de implementar, pues parte, como veremos también en RCM, del análisis de todos los fallos del sistema, uno por uno. Pero, a la postre, ha aportado una nueva visión enriquecedora y rigurosa en mantenimiento.

4.2.3 Metas y objetivos a alcanzar con RCM

En la introducción, se ha anticipado el hecho de que para abordar una metodología nueva de mantenimiento como esta, es necesario partir de una definición estratégica clara por parte de la Dirección. Esto de forma rotunda y totalmente preliminar, porque no se puede poner en marcha un equipo de trabajo de RCM, sin haber dejado claro a sus miembros, que es lo que la empresa espera de ellos. En caso contrario, el equipo es posible que navegue a la deriva y que se encuentre con interrogantes que exceden su nivel de decisión. Así pues, se pueden encontrar un caso extremadamente extraño de averías múltiples, que pueden causar un percance de gran entidad, incluso con riesgo de vidas humanas, pero cuya hipótesis de aparición es muy baja y por tanto, sus costos para realizar, por ejemplo, una intervención modificativa de la instalación a fin de prevenirlos son altísimos. ¿Qué deben hacer en dicho caso? En Inglaterra se llega al extremo de valorar económicamente, el costo que cada empresa está dispuesta a pagar, en una reforma o modificación de un equipo para salvar una vida. Esto puede parecer extremadamente duro, pero a título de ejemplo, para evidenciar la necesidad de que los equipos para salvar una vida de trabajo de RCM, tener claro hasta donde pueden llegar y cual es la meta a conseguir. Quizá la Dirección quiera a toda costa reducir los costos de mantenimiento, conservando los índices actuales de fiabilidad y disponibilidad, tal vez no sea así y los que pretendan sea eliminar averías o fallos que producen accidentabilidad clara al costo que sea, etc.

En el cuadro 4.1, se expone los posibles beneficios a obtener de la implantación del RCM. En dicho cuadro pueden verse valores concretos de mejora en la disponibilidad en los costes de mantenimiento, etc. Sobre los que debe reflexionar el equipo directivo, antes de la puesta en marcha del sistema. Esperamos que ellos sirvan de ayuda a los mismos, para la elección de objetivos concretos, tan necesarios para su equipo técnico, en la implantación de una metodología como ésta, aunque resaltamos que los valores que se aportan son referenciales y su aplicación concreta a un Departamento, puede verse modificados, según el grado de optimización de actividades que ya tenga implantado.

BENEFICIOS A PERSEGUIR EN UN MANTENIMIENTO CENTRADO EN FIABILIDAD				
COSTES	SERVICIO	CALIDAD	TIEMPO	RIESGOS
<ul style="list-style-type: none"> • Reducir los niveles y costes del mantenimiento preventivo rutinario (10 a 40%). • Definir directrices y objetivos concretos para sustituir preventivos rutinarios por predictivos • Reducir los niveles de mantenimiento contratado y sus importes. • Reducir las paradas en producción forma rentable haciendo reingeniería. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conocer mejor los requerimientos de servicio del cliente. • Definir de forma consensuada niveles de calidad de servicio (p. ej. Según ISO 9001). • Reducir las averías con especial incidencia en las que repercuten en el servicio. • Mejor comunicación entre Mantenimiento y Producción 	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de la disponibilidad por menor preventivo y menor correctivo (2 a 10%). • Eliminación de fallos crónicos que “no entiende” Producción cómo no se reparan. • Mejora de la corresponsabilización y adhesión al cambio en el mantenimiento. • Mejor documentación del cambio y sistema auditable por terceros. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción en las paradas programadas para grandes revisiones. • Intervalos normalmente más largos entre paradas por seguimientos predictivos • Tiempos de reparación más cortos por mejor conocimiento del sistema en su conjunto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor aseguramiento de la integridad de la seguridad y entorno. • Análisis de fallos ocultos y sus causas, que no suelen revisarse en mantenimientos rutinarios • Reducción de la probabilidad de fallos múltiples • Reducción de riesgos asociados a las tareas rutinarias.

Cuadro 4.2: Beneficios del RCM

El RCM, es un proceso para determinar, cuales son las operaciones que se deben hacer para que un equipo o sistemas continúe desempeñando las funciones deseadas en su contexto operacional, siempre y cuando ellas sean rentables para la empresa.

Para llevar adelante el análisis correspondiente, el equipo de trabajo del que hablaremos, después debe tener muy claras y analizadas las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son las funciones del equipo o del sistema?
- ¿De qué forma puede fallar?
- ¿Qué puede causar que falle?
- ¿Qué sucede realmente cuando falla?
- ¿Qué ocurre si se produce el fallo y qué repercusiones reales (disponibilidad, costos, accidentes, etc.) tiene?
- ¿Qué se puede hacer para prevenir los fallos?
- ¿Es rentable prevenir dichos fallos?
- ¿Qué se debe hacer si no se puede prevenir el fallo?

Es importante determinar, cuando nos pongamos a responder dichas preguntas, qué es lo que la empresa, la planta o el cliente quiere realmente que el sistema haga dentro del contexto operacional en lugar, el entorno, las circunstancias de trabajo. Ello implica saber cuáles son verdaderamente los

límites o estándares de funcionamiento necesarios para nuestro cliente o para nuestra actividad. No se puede intervenir en un gran motor generador, porque haga un poco de ruido. La rigurosidad debe estar siempre presente en nuestra toma de decisiones; con ello queremos decir que, en el caso de un generador como el que hemos puesto de ejemplo, el nivel de ruido deberá tener unos límites de aceptabilidad, a partir de los cuales sea necesaria la intervención de Mantenimiento.

Una vez sabidas cuáles son las funciones y prestaciones, es necesario identificar y conocer sus fallos. Con ello queremos decir que, para dominar nuestra planta, sus sistemas y para implantar esta técnica de RCM, hay que identificar una a una las posibilidades de fallo de cada elemento o cada equipo, entendiendo como fallo, dejar de realizar las funciones requeridas o salirse de los márgenes de validez para nuestro cliente. Por lo tanto, el fallo funcional a localizar e identificar por el grupo de trabajo de RCM, será aquel que implique la incapacidad de cualquier equipo o elemento físico, para cumplir un estándar medible de funcionamiento.

Conocidas las funciones y prestaciones y los fallos funcionales, debemos pasar a la siguiente pregunta: ¿qué ocurre cuando falla? Para dar respuesta a la misma, hay que identificar la causa más probable de cada fallo funcional o de cada pérdida de prestaciones, que hacen que la máquina o equipo deje de funcionar adecuadamente. A ellos se les denomina modos de fallo. Dichos modos de fallo, deben incluir todas aquellas causas de fallos que

hayan ocurrido, las que se están evitando por el mantenimiento preventivo, que estamos llevando a cabo y las que aún no han ocurrido, pero tiene posibilidades de ocurrir.

La siguiente pregunta del equipo de RCM, consiste en: ¿qué efectos tienen los fallos? Para cada fallo hay que registrar de manera rigurosa, en unos formatos de los que hablaremos después, qué pasa si ocurre una determinada avería y, además, qué pasaría si ocurriera un modo de fallo o avería asociada. Con ello no nos vamos a limitar exclusivamente a cada fallo individualizado, sino que vamos a abordar la casuística asociada a fallos múltiples. Esto es lo que realmente va a permitir al grupo de trabajo determinar las consecuencias de los fallos. Pasemos a las consecuencias de los fallos o a preguntarnos: ¿qué ocurre si falla?

GRAVEDAD
+
-

- Consecuencias en la seguridad y el medio ambiente: cuando se puede herir o matar a alguien, o se infringen normativas relacionadas con el entorno.
- Consecuencias de los fallos ocultos: mayoritariamente asociadas a dispositivos de seguridad que no son a prueba de fallos o averías y nos exponen a un fallo múltiple de serias o catastróficas consecuencias.
- Consecuencias operacionales: cuando afecta a la producción (cantidad, calidad, servicio al cliente o costos operacionales además del costo directo de reparación).
- Consecuencias no operacionales: cuando afecta únicamente a la reparación.

Figura 4.3

La siguiente pregunta que se hace en el proceso de estudio y de definición de RCM es: ¿qué se puede hacer para prevenir los fallos? De forma asociada, es necesario que, cada vez que el grupo de trabajo analice (avería o fallo a fallo) este interrogante, cuando conteste al mismo, anote y valore con toda claridad sus propuestas. De esta forma podremos hacer el tan necesario análisis COSTE-BENEFICIO, que muy a menudo no existe en los planes de mantenimiento o en las estrategias empresariales de mantenimiento. Lo que hagamos debemos saber cuánto cuesta y cuánto costo previene o ahorra.

Para llevar a cabo el citado análisis COSTO-BENEFICIO, es importante analizar y ponderar que sucede si no se puede prevenir el fallo. Para aglutinar estos tres últimos interrogantes y facilitar la labor del grupo de análisis de RCM, se ha elaborado la figura 4.3, en la que se ha pretendido simplificar las estrategias de mantenimiento, que siempre debe tener en cuenta el grupo como resumen y corolario de sus análisis y propuestas.

ESTRATEGIAS DEL MANTENIMIENTO

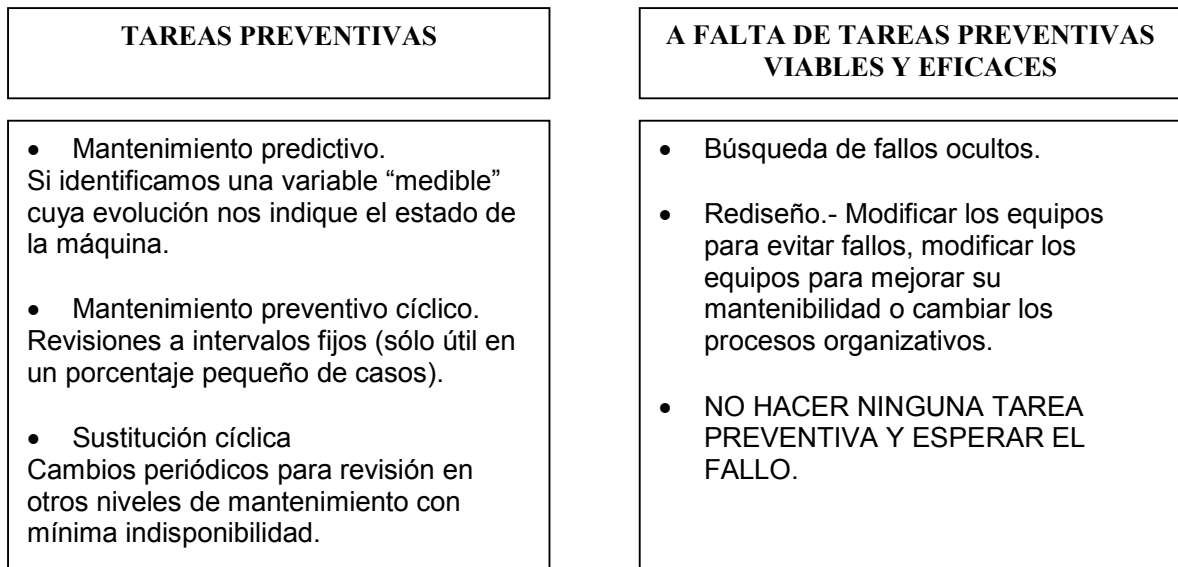


Figura 4.4: Estrategias del mantenimiento

El resumen de las anteriores preguntas o pasos a dar por el grupo de análisis de RCM, se indica a continuación en un diagrama de bloques, en el que se ha pretendido extractar las fases o pasos a dar en la selección de tareas. En él se propone cuál sería la forma de seleccionar un prototipo, o aquellos tipos y sistemas de nuestra planta por los que empezar, pues pensamos que, habida cuenta de arduo que es el análisis de fallos anteriormente expuesto, es conveniente, para alcanzar resultados medibles que gratifiquen y motiven, tanto al propio equipo de trabajo como a la propia dirección, empezar por una determinada área, sistema o equipo relevante, cuyos fallos o cuyo actual mantenimiento tengan importantes repercusiones para la empresa. De esta forma, si conseguimos los beneficios perseguidos en

un elemento significativamente problemático, todo el conjunto de la empresa verá en el RCM, una técnica viable y rentable, lo que ayudará a la motivación de todo el colectivo, para seguir avanzando y extendiendo la misma a toda la planta o flota.

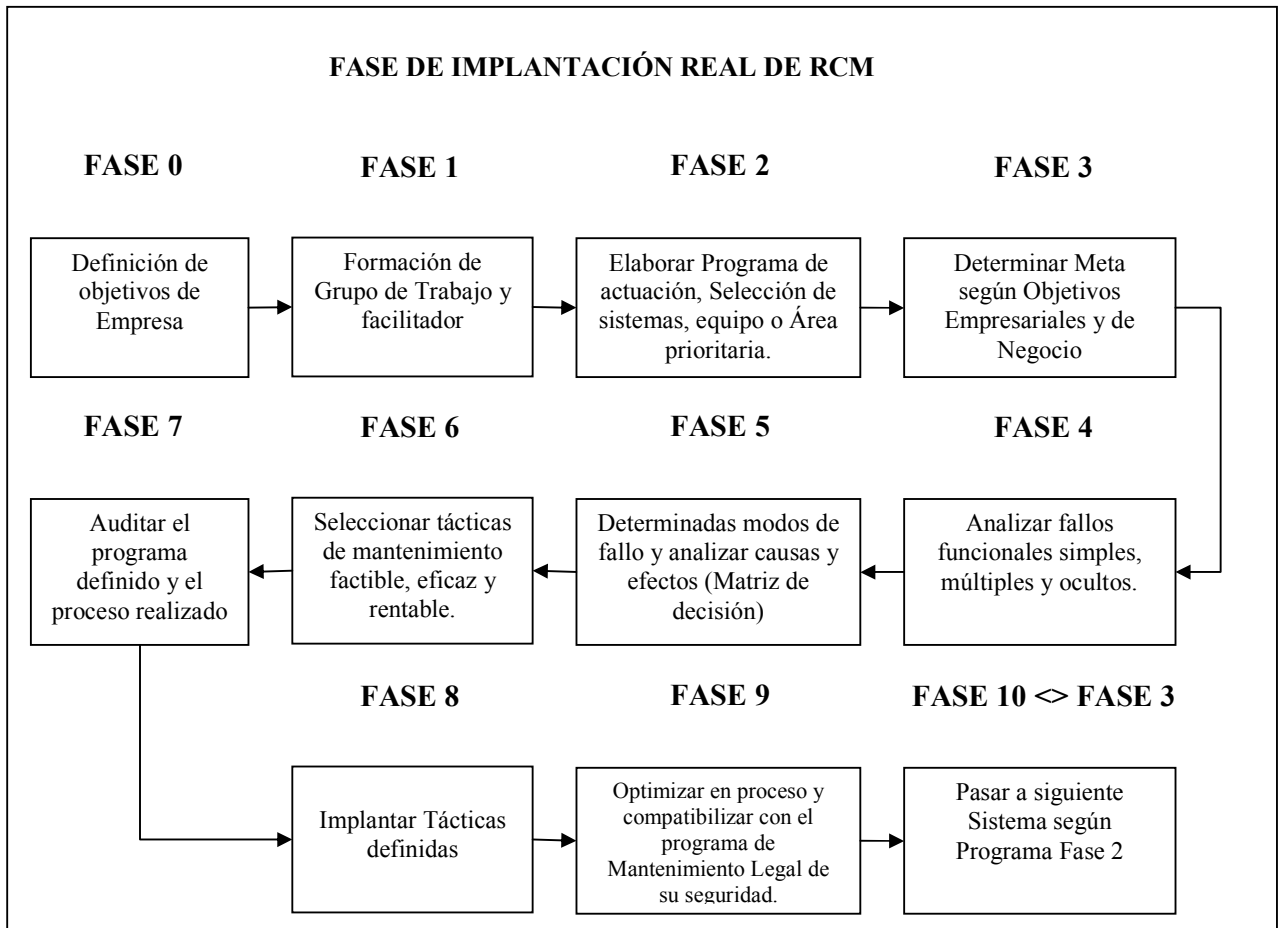


Figura 4.5: Fases de implantación del RCM

4.2.4 Aplicación práctica del análisis por RCM

Lo anteriormente expuesto, es conveniente que el grupo de trabajo lo tenga clarificado de forma sinóptica, para asegurarnos de que todos los integrantes, tienen clara la meta y objetivo marcados por la empresa y la forma de implementar esta metodología. Cualquiera de los integrantes del grupo y cuanto más bajo sea su nivel formativo, en mayor grado debe ser capaz, en un determinado elemento, subsistema o sistema de su planta de establecer este simple árbol lógico, para autodemostrarse que ha entendido perfectamente la metodología perseguida.

Los estudios de RCM, comienzan normalmente por una detallada explicación del contexto operacional, donde se explota u opera el sistema a mantener y por una explicación funcional y circuital del mismo, que sirve de introducción, repaso y homogenización de conocimientos del grupo de trabajo.

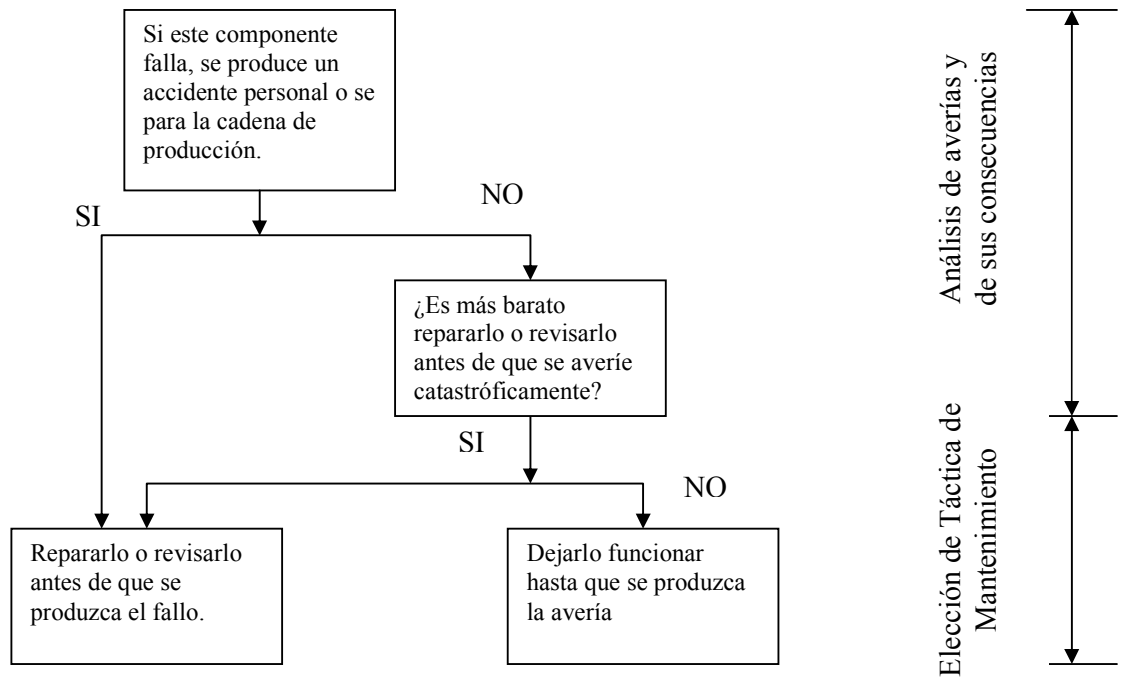


Figura 4.6: Estudio del RCM

Para facilitar más aún el trabajo de selección de tareas y actividades, los diferentes libros de RCM existentes en el mercado, aportan matrices o gráficos de decisión, que sistematizan el proceso de análisis, preguntándose en cada columna prácticamente las mismas cuestiones y cambiando las mismas según la criticidad o no de los fallos.

En el siguiente dibujo se incluye la matriz de decisión, con base en algunas muy comúnmente conocidas en el sector, que incorpora en su parte inferior como novedad, las necesidades de reingeniería, de análisis coste –

beneficio o, en su defecto, de informar a la Dirección en caso de que la propuesta del grupo RCM no prospere; para que los responsables de Mantenimiento y los propios integrantes del grupo de trabajo, tengan cubierta su responsabilidad ante un fallo o ante un percance. (ver figura 4.7)

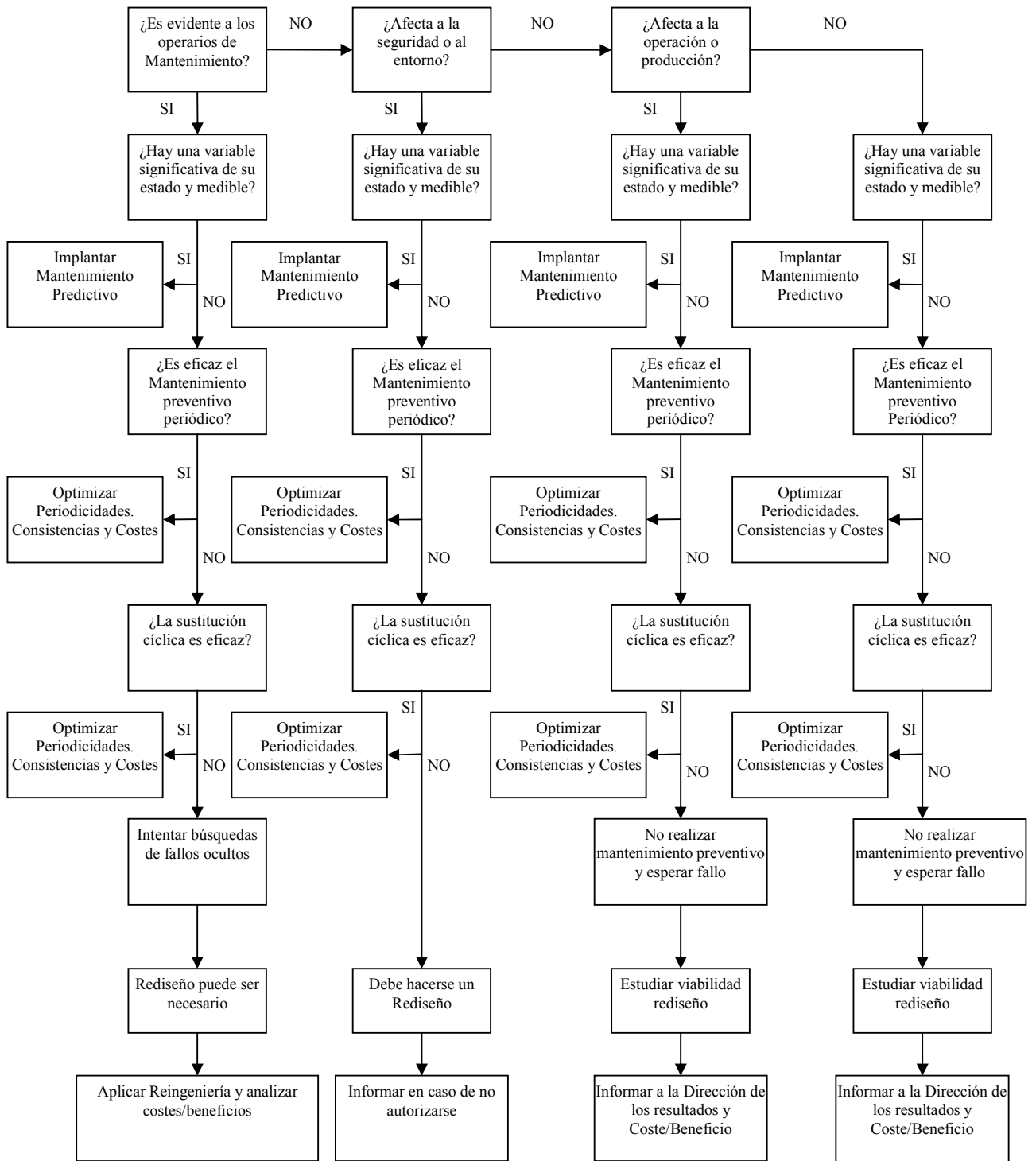


Figura 4.7: Matriz de decisión

En dicha figura aparecen cuatro columnas y el comienzo debe realizarse por el extremo superior izquierdo, haciéndose la pregunta de si el fallo es evidente o no a los operarios de mantenimiento. Contestando a esas preguntas se entra en una u otra columna, según hemos expuesto. Pensamos que no es necesaria mayor explicación, puesto que la misma es suficientemente auto explicativa. Llamamos, no obstante, la atención sobre las dos columnas de la derecha, en las que se concluye que, tras analizarse todas las cuestiones, si el grupo de trabajo determina la ineficacia del mantenimiento preventivo, periódico o rutinario, la imposibilidad de encontrar una variable significativa y medible del estado, y evidenciada la ineficacia de una sustitución cíclica periódica, se debe optar por no realizar ningún tipo de mantenimiento preventivo y esperar a que aparezca el fallo. Esta situación de no realizar mantenimiento preventivo, puede ser de lo más innovador y chocante de lo expuesto en esta tesis. Hay que analizar también, cuánto costaría realizar un rediseño acudiendo al apartado de reingeniería de mantenimiento.

4.2.5 Proceso de implantación del RCM

Es obvio que, antes de que los grupos de trabajo empiecen a desarrollar sus tareas, es necesario un análisis empresarial de la implantación de este sistema, que pasamos a esquematizar a continuación.

A. **Planificación.**- Ya se ha tratado la total necesidad, de que por parte de la empresa, la implantación de RCM, se enmarque dentro de una estrategia previa general. Con ello queremos decir que, para la implantación de RCM (por

el cambio filosófico que supone, por los recursos y el tiempo requerido para ello y por la necesidad de definir alternativas muy a menudo difíciles de seleccionar), la Dirección debe ser consciente de los importantes recursos humanos que precisa para este trabajo. Esto es meses de reuniones para reelaborar un plan de mantenimiento con un equipo de trabajo formado, como mínimo, por seis o siete personas, que deberán dedicar una importante parte de su jornada (alrededor de 2 ó 3 horas al día) para realizar estos análisis.

La elección del guía o líder que motive al grupo, dinamice las reuniones, haga corresponsabilizarse a todos en las decisiones tomadas y, al final, simplifique y concrete los resultados de los debates obtenidos, es totalmente fundamental.

Asimismo, dar participación adecuada al personal de operación, al personal de ingeniería y supervisión, hasta a los mismos representantes sindicales, es una labor estratégica y de planificación en la que la Dirección de la empresa debe involucrarse de forma activa.

La formación es otro aspecto importante. Hoy en día la formación en RCM es lenta y cara, precisándose muy a menudo la asistencia técnica de una entidad externa, para formar a guías y a participantes. Sus honorarios son realmente más que significativos.

Por último, en este primer apartado de planificación, es importante asegurarse de que el contexto operacional sea claramente entendido por todos los participantes, que los objetivos empresariales que se persiguen con la implantación del RCM, también son entendidos y compartidos por todos. Será difícil, no obstante, explicar y corresponsabilizar a todos en la necesidad de mejorar la productividad y, por tanto, la competitividad basada en una mayor eficacia, pero ese esfuerzo es una tarea que, evidentemente, corresponde a la Dirección y al responsable de la empresa ante cualquier proceso de cambio y mejora.

B. Proceso de revisión basado en RCM.- Una vez realizados los pasos correspondientes a las Fases 0,1, 2, y 3, el grupo de trabajo debe ponerse ya realmente a trabajar. Para ello hay que establecer la dinámica de reuniones. El guía elegido tiene aquí una labor básica, pues será el responsable de liderar el grupo y de vigilar la rigurosidad de aplicación del RCM y de que dichas reuniones sean rigurosas y eficaces.

Es necesario elaborar previamente un programa de actuación, que seleccione como primera actividad un sistema, equipo o área que sea prioritario para la empresa, bien por su baja disponibilidad, o por los costos en que incurre la empresa, para llevar a cabo su mantenimiento ordinario, etc. Asimismo, elegir un sistema, equipo o área gravemente problemático, si bien plantea un importante reto de origen, también arroja mayores posibilidades de éxito, y no debemos engañarnos: el grupo también necesita un merecido

reconocimiento, tanto directivo como de sus compañeros, para seguir extendiendo el proceso al resto de la empresa o de la planta.

Determinado cual es el sistema sobre el que se va a tratar, hay que definir las metas a alcanzar y para ello recordamos el cuadro de beneficios aportados en apartados anteriores y que, como es lógico, deben estar en total consonancia con los objetivos empresariales.

Definidas metas y objetivos concretos a alcanzar, bien sean en costos, en servicio, en calidad, en tiempos o en disminución de riesgos, hay que ponerse manos a la obra. Para ello habrá que comenzar los análisis de fallos funcionales, determinar sus modos de fallo y analizar las causas y los efectos. La matriz de decisión anteriormente expuesta, con los cambios que se estimen oportunos, puede ser de gran ayuda. Ante cada modo de fallo y cada análisis concreto, hay que seleccionar una táctica de mantenimiento: hacer determinadas revisiones periódicas si son eficaces, implementar un mantenimiento predictivo, o no hacer nada. Por cada sistema y modo de fallo, hay que culminar con un subanálisis, complementando una “hoja de Trabajo RCM”, como la que se incorpora a continuación a modo de ejemplo.

HOJA DE TRABAJO R C M				Código 0133		Revisión 02/28/02.02	
Equipo:		Carretilla eléctrica de transporte interno					
Sistema:		Sistema de frenos					
Componentes:		Bombines y mordaza de freno de tambor					
Función	Averías o Fallos	Causa	Efecto	Repercusiones			
				Serenidad	Frecuencia	Facilidad	Puntuación
1. Para en 10. desde una velocidad de 25 Km/h. en pavimento seco con 3 cm. De accionamiento sobre el pedal.	1.1. La distancia es superior a los 10m. 1.2. El recorrido del pedal es superior al prescrito. 1.3....	1.1.1. Desgaste de zapatas de freno. 1.1.2. Bajo nivel de líquido de freno. 1.1.3. Incorrecto dibujo de ruedas. 1.1.4. ...	Frenado cada vez más difícil, con mayor recorrido y presión.	ALTA (7)	BAJA (7)	MEDIA (7)	(11)
OPERACIÓN DE MANTENIMIENTO	Programa	Responsabilidad	Comentarios				
A. Comprobar el movimiento del pedal de freno. B. Comprobar nivel de líquido de freno y reponer. C. Comprobar el sistema hidráulico, fugas y desgastes.	<ul style="list-style-type: none"> • Medir cada 3 meses. • Intervalos de 5.000Km. 	<ul style="list-style-type: none"> • Operación de Manutención y Transporte. • Oficial de Mantenimiento si hay que cambiar pastillas. 	<ul style="list-style-type: none"> • El operador debe hacer estas comprobaciones cada vez que se utilice la carretilla, pues pasan varios días seguido sin utilizarse. 				

Figura 4.8: Hoja de trabajo del RCM

Elaborando el programa de cada uno de los subsistemas y equipos que componen el área piloto que hemos determinado, es muy conveniente que el mismo sea auditado por una entidad o estamento independiente. Esta fase de auditorías garantiza la objetividad del sistema y conlleva una revisión del mismo y de su aplicación concreta por un tercero, que siempre puede observar problemas en el aplicativo concreto, en la rigurosidad del proceso, etc., siempre quizás desde un punto de vista no tan involucrado con el propio equipo de trabajo, pero muy objetivo y distante de sesgos o de vicios históricos heredados. Debemos recalcar que, ante un posible percance, un accidente o una reclamación externa o jurídica, contar con esta auditoría externa puede ser de gran validez e importancia.

Se supone que ya se tiene elaborado el proceso de nueva sistemática de mantenimiento, hemos corregido aquellas actividades o periodicidades que, tras la correspondiente auditoría, se ha considerado preciso revisar. Llega el momento de implantarlo prácticamente a pie de obra, racionalizando las periodicidades con la organización existente y redefiniendo un plan de intervenciones integrado. Sin lugar a dudas, habrá disfuncionalidades y algún error, por lo que el proceso precisa de una fase posterior de optimización, realimentación, cambio del programa. Tras ello podemos decir que hemos acabado con éxito si los resultados se han adecuado, con un margen de aceptación posible, a las metas y objetivos definidos. Es el momento de pasar al siguiente sistema reanudando el ciclo pero, también, es el momento de dar publicidad al proceso realizado, tanto para el resto de compañeros del

departamento, como para la propia Dirección. Todos necesitamos del reconocimiento a nuestra labor.

4.3 Mantenimiento según estado

Una forma de establecer lo que debemos hacer en cada máquina o instalación, puede consistir en llevar a cabo inspecciones regulares, de frecuencia corta y realizadas por personal muy experimentado que, a la vista de la situación del elemento y su funcionamiento, programen y definan qué preventivo hay que realizar. La norma AENOR define este mantenimiento, como Mantenimiento de Ronda. De hecho, este tipo de mantenimiento (llamado a veces entretenimiento), se ha aplicado siempre como medida preventiva y, en un extremo en cuanto a tecnificación y sensorización automatizada, sería un mantenimiento monitorizado sin intervención humana.

El personal técnico que realiza las inspecciones periódicas, tiene que ser obviamente muy experimentado, conocedor de las instalaciones y los equipos y sus modos de fallo. Su responsabilidad será la de definir el procedimiento operativo preventivo a la medida, y las acciones concretas a llevar a cabo, tales como:

- Realizar o lanzar una orden de trabajo preventiva, para subsanar la anomalía incipiente detectada por él (ruido, calentamiento, funcionamiento anómalo, etc.)

- Reconfigurar el proceso productivo, aplicando las posibles redundancias existentes, sistemas de derivación (by-pass systems), puestas fuera de servicio de la máquina o elemento deteriorado y actuación paralela, etc.
- Poner fuera de servicio el elemento con síntomas de avería, anulando su funcionalidad en espera de la intervención correctiva, antes de la que la avería sea más catastrófica.

A la postre, esta programación del mantenimiento condiciona al peritaje o instrucción de un experto es, en parte, lo que el modelo japonés de TPM aboga, pasando la responsabilidad y el mantenimiento del primer nivel al conductor u operador de la máquina.

Este tipo de mantenimiento es utilizado en un elevado número de instalaciones y departamentos para llevar a cabo la preparación de las acciones preventivas. Mediante estas rondas o inspecciones periódicas, se logra evidenciar un cierto número de fallos precoces, que pueden ser prevenidos mediante posteriores acciones.

En otras organizaciones, las intervenciones condicionales se denominan visitas preventivas, programadas de forma que se simultaneen con operaciones simples, como limpiezas, reemplazamientos de lámparas, reglajes, etc., para incorporar controles visuales sobre puntos y funcionalidades claves que, muy a menudo, sólo pueden ser detectados en operación o en producción.

Para los departamentos que tienen contratado el mantenimiento con una Empresa externa, reservarse para sí estas visitas (así como el mantenimiento predictivo) aporta un conocimiento técnico del estado de la planta o sistema y previene de la posibilidad de perder el know-how, por haberse externalizado su mantenimiento.

El hecho de que este mantenimiento, según estado se encomiende a personas experimentadas y concretas, en la confianza de que dicha experiencia y conocimiento dará luces sobre futuras intervenciones necesarias, no quiere decir que se deje a la subjetividad de los mismos, precisándose elaborar fichas de visitas, como la de la figura 4.9, para que estas intervenciones rutinarias aporten realmente conocimiento del material y las instalaciones, nos ayuden a establecer un programa de intervenciones sistemáticas asociadas. Es muy útil la compatibilización de estas visitas de inspección, junto con el plan de mantenimiento sistemático o preventivo, de forma que en las paralizaciones o intervenciones programadas, se incorpore una carga de trabajo complementaria asociada a la inspección llevada a cabo.

MANTENIMIENTO SEGÚN ESTADO PAPELERA DEL NOROESTE	VISITA PREVENTIVA DE: <u>Instalación Depuradora</u> INSPECCIÓN REALIZADA POR: Fecha de la visita: 23/02/2003 Código: <u>02.012.513.002</u>
--	--

1. Inspecciones visuales	Bien	Mal	Observaciones	Programación de acciones
Recinto, puertas y alumbrado		X	3 tubos fluorescentes fundidos	Programar junto con reparación de bombas
Tanques de almacenamiento	X			
Prensa de tortas de residuo	X			
Arquetas de salida	X			
Depósito de cal	X			
Depósito de ácido	X			
2. Panel de control y mando	Bien	Mal	Observaciones	Programación de acciones
Magnetotérmicos	X			
Funcionamiento de registradores	X			
Alarmas	X			
Funcionamiento de autómatas	X			
3. Circuito hidráulico	Bien	Mal	Observaciones	Programación de acciones
Bombas de reenvío	X		Bomba 2 de trasiego fuera de servicio. Funcionan resto de bombas	Cambio completo de bomba 2, aprovechando parada programada de sábados.
Bombas de trasiego		X		
Obturación de filtros	X			
Circuito de ósmosis	X			
4. Varios	Bien	Mal	Observaciones	Programación de acciones
Comprobación de alarmas	X		Quizás debiera haber saltado térmico 3F2	Revisar circuito eléctrico de protección de Bomba 2 y disparo de 3F2
Funcionamiento SAI	X			
Control de accesos	X			
Otros	X	X		

Firma Inspector:	Vº Bº Jefe Mantenimiento	Responsable acciones

Figura 4.9

Diversos autores denominan a esta forma de trabajo mantenimiento preventivo flexible, muy usualmente puesto en práctica, cuando es imposible respetar una periodicidad constante o cuando la misma vemos que no es eficiente, pero no tenemos posibilidad de rehacer el plan de mantenimiento por falta de datos, falta de experiencia, falta de personal, etc. Asimismo, este método operativo es muy útil, para el establecimiento del programa de mantenimiento sistemático, pues, partiendo en principio de los consejos y manuales del constructor, y en tanto en cuando tenemos experiencia para ver cómo se comporta la máquina o instalación concreta en nuestro contexto, se pueden llevar a cabo inspecciones como la que nos ocupa, que ayuden a definir las intervenciones, su periodicidad y la guía de trabajo y consistencia precisa.

4.4. Mantenimiento en producción (TPM)

4.4.1 Antecedentes históricos y objetivos

En este apartado vamos a hablar del TPM (Total Productive Maintenance), comenzando por reiterar que el mismo, desde el punto de vista del autor, debe considerarse como una herramienta importante y una filosofía muy ventajosa a incorporar en su empresa, pero, al igual que tratamos con otras técnicas organizativas de mantenimiento, no debe basarse todo un plan de mantenimiento en él. Es necesario realizar un plan integrado que, entre otras filosofías, incorpore la del TPM o Mantenimiento Productivo Total.

Como se mencionó al comienzo del presente trabajo, el mantenimiento preventivo como ahora lo conocemos se introdujo y generalizó a partir de 1950. En 1954 General Electric ya defendía la aplicación de lo que denominaron Mantenimiento en Fábrica, aunque el TPM, tal y como ahora se defiende y concibe, tiene sus orígenes en Japón y comienza a implantarse en ese país a comienzos de los años setenta.

El término TPM fue definido en 1971 por el Instituto Japonés de Ingenieros de Plantas y se desarrolló sobre todo en la industria del automóvil, implementándose en empresas como Toyota, Nissan y Mazda. Posteriormente se intentó trasladar a otros sectores industriales, aunque con resultados desiguales. Así pues, desde finales de la década de 1980 se ha intentado extender en Estados Unidos y Europa.

El TPM es un sistema de gestión de mantenimiento que se basa, entre otros fundamentos, en implantar el mantenimiento autónomo, que es llevado a cabo por los propios operarios de producción, lo que implica la corresponsabilización activa de todos los empleados, sobre todo de los técnicos y operarios de la planta. Para ello, es necesaria la existencia o creación de una cultura propia, que sea estimulante y motivadora, de forma que se fomente el trabajo en equipo, la motivación y el estímulo y coordinación entre producción y mantenimiento.

Este aspecto es tan fundamental, que su carencia ha sido causa de un elevado número de fracasos en empresas que se han lanzado a intentar su aplicación, sin haber analizado a fondo lo crucial que es la predisposición a ello, de sus recursos humanos.

Veamos en los siguientes párrafos algunas de las importantes ventajas y mejoras que pueden obtenerse de una adecuada implantación de esta técnica organizativa.

- **Reducción del número de averías de equipo**

Como de todos es sabido, un importante número de las averías que son reparadas por los departamentos de mantenimiento, podrían haber sido resueltas por el personal de producción; sobre todo aquellas más evidentes, para las que los operarios de producción se encuentran capacitados.

- **Reducción del tiempo de espera y preparación de los equipos de trabajo**

Si hay una gran separación organizativa entre producción y mantenimiento, el tiempo de respuesta ante una pequeña anomalía o ante una revisión cotidiana, siempre es importante y negativo. Si el propio operario de producción subsana los pequeños fallos y realiza las pequeñas revisiones o inspecciones, este tiempo no se reduce; se elimina.

- **Aumento del control de herramientas y equipos**

El hecho de asignar de forma inequívoca a cada operario o responsable de producción, un determinado número de herramientas o equipos productivos, implicaría una mayor responsabilización y control sobre los mismos, eliminándose el traspaso de responsabilidades operación – mantenimiento – operación, ante revisiones o fallos.

- **Conservación del medio ambiente y ahorro de energía**

La realización de revisiones por parte del propio personal, implicaría menores tiempos muertos y ausencia de trabajos de la máquina o equipo en vacío, con la mejora que ello implica no solamente para la vida útil de la máquina, sino para el ahorro energético asociado.

- **Mayor formación y experiencia de los recursos humanos**

El hecho de que el personal de producción se dedique única y exclusivamente a tareas fabriles, y sobre todo cuando éstas son extremadamente repetitivas, siempre implica un elevado nivel de tedio potencial, accidentabilidad, errores, etc. Si el personal de producción, conoce mejor los equipos productivos, sin lugar a dudas tendrá un mayor dominio del medio, ello implicará una mayor formación y conocimiento del proceso en que se encuentra inmerso.

4.4.2 Las cinco S en mantenimiento autónomo o TPM

El mantenimiento autónomo se basa, según las definiciones acuñadas en Japón, en los principios de las “Cinco S” que significan lo siguiente:

- Seiri Organización y clasificación
- Seiton Orden
- Seiso Limpieza e Inspección
- Seiketsu Estandarización o normalización
- Shitsuke Cumplimiento o disciplina



Figura 4.10: TPM

Para dar un conocimiento de esta terminología japonesa y lo que con cada uno de dichos términos se pretende transmitir, a continuación se desarrolla algunas definiciones:

- **Organización (Seiri)** Es básica para la implantación de un mantenimiento autónomo. Cada puesto de trabajo, debe cumplir con una organización asociada a esta forma de realizar su mantenimiento: cuando menos su mantenimiento básico. Con la organización del puesto de trabajo, se pretende que en éste no haya más que el herramental necesario, para la operación o producción de dicho puesto o sección y para su mantenimiento. Dichas herramientas de producción deben estar adecuadamente organizadas, codificadas y en lugar preciso. De esta forma eliminaremos stocks innecesarios, artículos anticuados y obsoletos, elementos que sólo se usan de forma esporádica y que, por tanto, no debieran estar en la propia zona operativa, etc.

En Japón es habitual incorporar unas tarjetas rojas para mejorar la organización, de forma que se etiquetan con ellas, aquellos elementos de un área o zona de trabajo, sobre cuya eficacia o necesidad de que estén en ella se duda. Al cabo de un tiempo, si no se han reutilizado, ordenados o no son necesarias, se eliminan.

- **Orden (Seiton)** Una vez que se ha determinado qué elementos, qué repuestos y qué utillajes son los realmente necesarios para el

puesto de trabajo, hay que ordenarlos y, como se sabe es importante que en una zona o área de producción, las herramientas y útiles se encuentren en un sitio, los elementos fungibles en otro, se utilicen archivadores y cajas, etc. Ayuda también mucho a su fácil localización, la delimitación por colores de zonas de trabajo, pasillos, lugares de descanso, zonas de stocks, etc.

- **Limpieza e inspección (Seiso)** En TPM una herramienta importante para el automantenimiento, es el aprovechamiento de las operaciones de limpieza, que deben realizar los operarios de producción, para llevar a cabo las inspecciones. Se habla intencionadamente de inspecciones y no de mantenimientos preventivos, pues, como veremos en el siguiente apartado, relativo a implantación, es preciso en muchos casos realizar una auténtica reingeniería, para facilitar la producción, la asunción de estas tareas sin que les suponga una carga ocupacional excesiva o tediosa.
- **Estandarización o normalización (Seiketsu).**- Los estándares, etiquetas, colores, etc., se emplean como herramientas facilitadoras para el mantenimiento autónomo; aunque aparentemente y sobre todo desde el punto de vista occidental, la delimitación de zonas por colores, la fácil interpretación visual de herramientas y medios, etc. Pueda no parecer que tenga una importancia crucial, en TPM si la tiene y de hecho facilita enormemente las operaciones.

- **Cumplimiento o disciplina (Shitsuke)** la rutina de limpieza es inspección que se define conjuntamente con producción, así como el mantenimiento del orden y la limpieza, son básicos para que el área de trabajo, sea conforme a los estándares de automantenimiento estipulados en TPM. Asimismo, la realización de las rutinas mínimas de mantenimiento se definan, a pesar de ser las mínimas imprescindibles y, como veremos, con la mayor facilidad férrea, que, aunque sean muy evidentes no deben pasarse por alto.

4.4.3 La implantación de TPM

Las metas y objetivos que deben marcarse en una implantación de mantenimiento productivo total son las siguientes:

1. Mejorar significativamente la eficiencia del conjunto de la empresa y la productividad del personal global de producción y mantenimiento.
2. Implantar un sentimiento de propiedad de los operarios de producción sobre sus equipos y sistemas, a través de un programa de formación y, especialmente, de identificación con la nueva técnica.
3. Promover la mejora continua a través de grupos de trabajo, que inculquen la idea de unión y coordinación entre producción,

ingeniería y mantenimiento, que tanta falta hace en muchas empresas.

La estrategia en la implementación de TPM debe basarse, como hemos dicho, en la participación de los agentes involucrados. A nadie debe ocurrírsele plantear una puesta en marcha de un sistema como este, fundamentado en la transferencia de responsabilidad a producción (y, no nos engañemos, también de trabajo) sin una total claridad de los objetivos marcados, sin darle a esta tarea, la máxima participación posible atendiendo a sus propuestas.

Como se refleja en el siguiente flujograma (figura 4.11), la atención a dichas propuestas puede implicar (y en la gran mayoría de casos lo implica), la remodelación del propio lay-out del área en cuestión, la modificación de parte de sus equipos y maquinaria. Es obvio que a unos agentes de producción, a los que se les va a incorporar actividades de inspección y limpieza que hasta ahora no venían haciendo, además de la mentalización en línea con los objetivos de mejora empresariales, hay que facilitarles la incorporación, para que dicha integración y asunción sea la mejor posible.

Una vez tomada la decisión de implantar TPM, basándonos en la necesidad de una adecuada formación del personal de producción, en formas motivadoras e incentivadas, en una política clara de descentralización de las responsabilidades y de los recursos con auténtica participación de los

involucrados, solicitando la lógica polivalencia, podemos abordar el proceso según la siguiente figura:

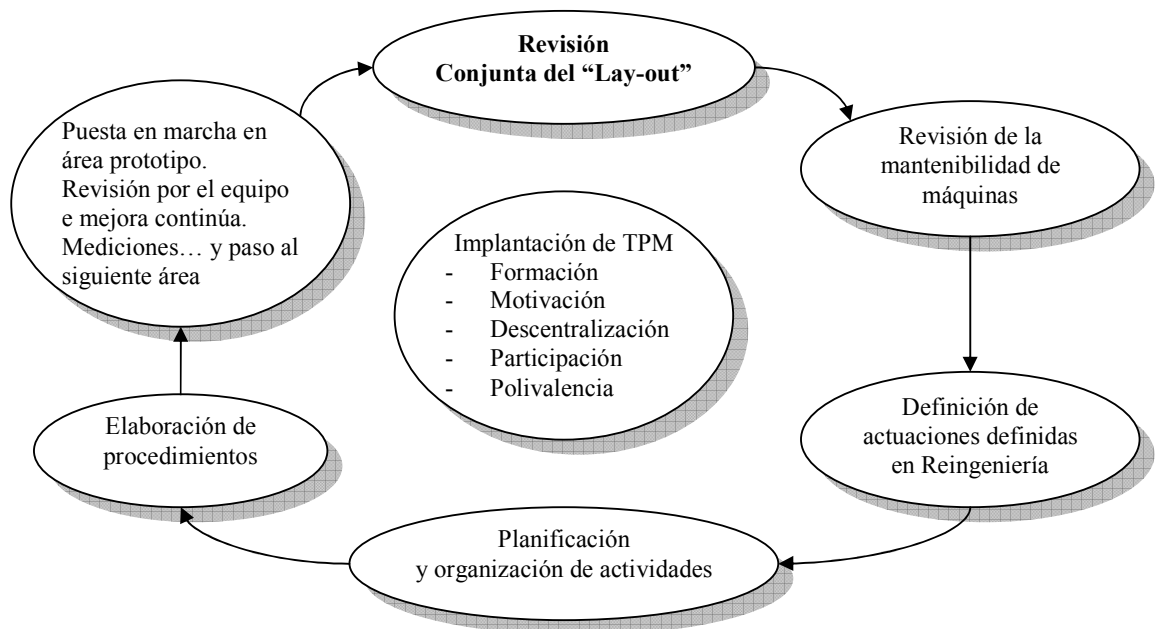


Figura 4.11: Flujo grama del TPM

El primer paso a realizar por el equipo de mejora, es la revisión conjunta del lay-out de la zona o área, donde vayamos a comenzar a implantar TPM. Seguro que de una distribución en planta convencional, surgirán mejoras de flujos de trabajo, minimización de movimientos, mejor accesibilidad a herramienta y máquinas, etc.

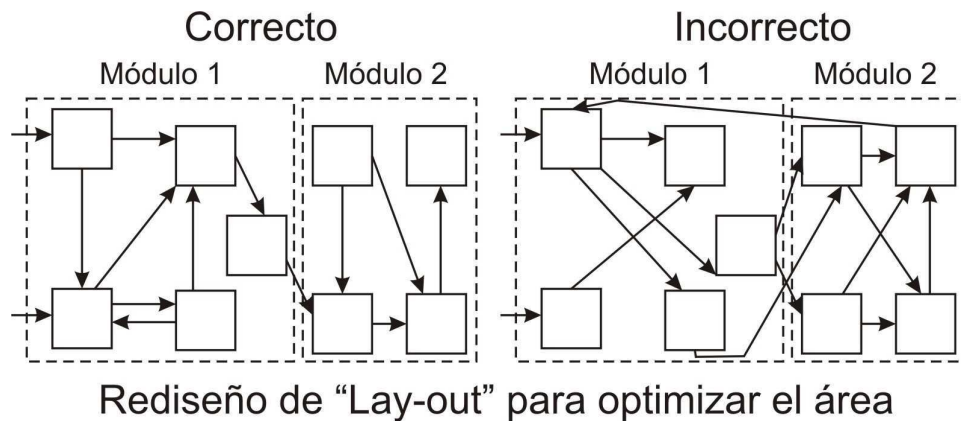


Figura 4.12: Rediseño

El segundo paso será realizar una revisión de la actual mantenibilidad de las máquinas, entendiendo como tal la accesibilidad a sus sensores, a sus comprobaciones de nivel, a sus racores, a sus puntos de inspección, etc. Es también muy seguro que de esta revisión conjunta, saldrán propuestas de mejora que ojalá se hubiesen incorporado en la fase de proyecto. Se pone a continuación algunos simples ejemplos de mejoras operativas en montajes, puesta en marcha, etc. Que facilitarían la labor de automantenimiento en producción.

EJEMPLO DE SISTEMAS DE INSPECCIONES VISUALES DE APRIETOS EN TPM

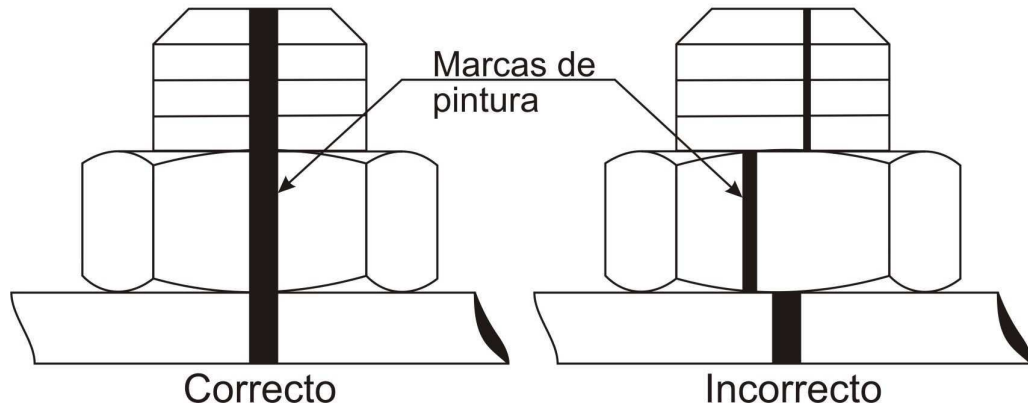


Figura 4.13: Ejemplo de inspecciones

EJEMPLOS DE MEJORA EN LA MANTENIBILIDAD

PARA IMPLANTAR TPM

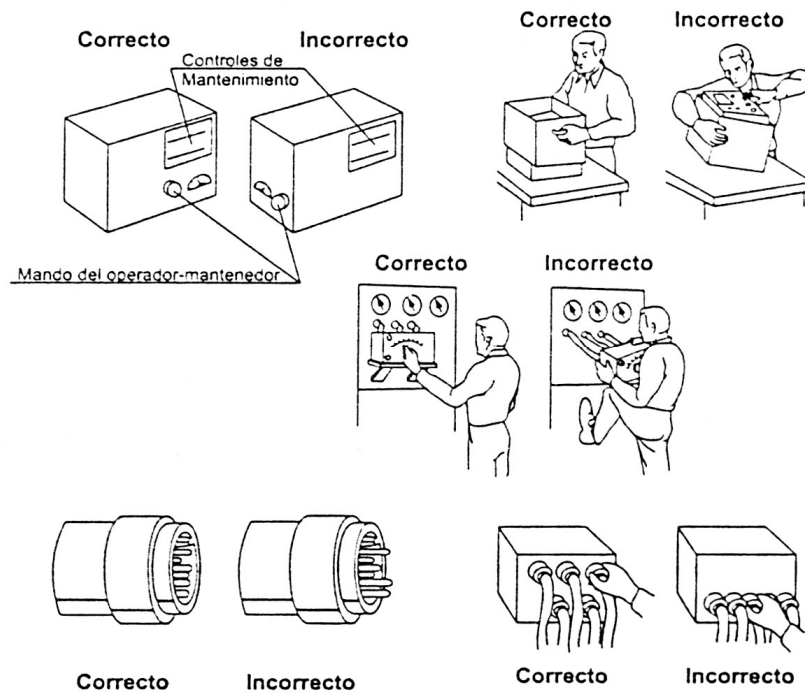


Figura 4.14: Mejoras en TPM

Con la revisión del lay-out, más la revisión de la mantenibilidad de maquinarias, deben abordarse una serie de actuaciones que, desde cualquier punto de vista, pueden considerarse como reingeniería. Realizadas éstas, hay que replanificar y organizar de nuevo las actividades, entendiendo por ello el claro y conciso reparto de consistencias, entre producción y mantenimiento, actualizaciones de bases de datos, etc.

Elaborados los procedimientos de trabajo; sobre todo los de producción, que incorporarán dichas actividades de mantenimiento de primer nivel en sus rutinas habituales, hay que poner en marcha el área de prototipo y, tras un pequeño tiempo razonable, revisar la eficiencia de las medidas por parte del equipo de mejora continua, haciendo mediciones, efectuando correcciones, analizando las quejas de los propios operarios por si ha habido algún olvido o error, etc., tras lo cual hay que pasar a la siguiente área o a la siguiente zona de trabajo. Desde el punto de vista funcional, histórico y de transferencia de actividades, un pequeño resumen puede ser el de la figura 4.15.

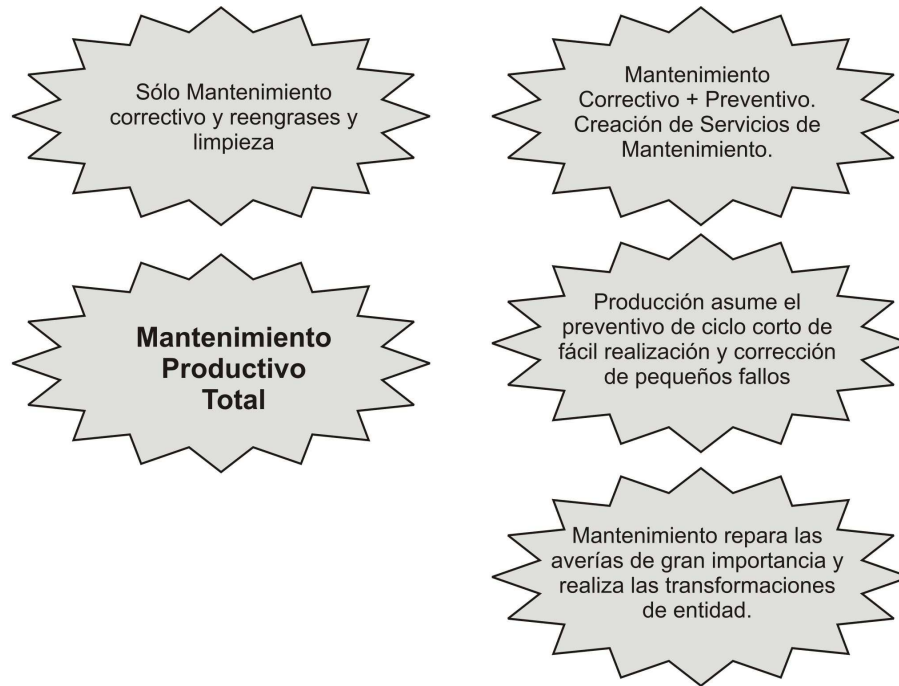


Figura 4.15: Resumen del TPM

4.4.4 Problemas para la Implantación de TPM

En este apartado vamos a intentar exponer alguno de los principales problemas que pueden encontrar a la hora de implantar TPM (Total Productive Maintenance), a pesar de tener en cuenta los factores y recomendaciones anteriormente expuestas. Hemos preferido desglosar estos problemas en dos tipos: problemas externos y problemas internos.

Problemas Externos Para La Aplicación De TPM

Producción entiende el proceso como un intento de obtener mayor productividad de ellos y lo rechaza.

Es importante intentar la activa participación y comprensión de todos los implicados, pues el Departamento de Producción puede ver en ello un intento de aumento de su productividad sin nada a cambio. Para ello hace falta un líder con credibilidad y carisma.

La cautela de producción es, en el entorno occidental, absolutamente habitual y se puede soslayar implantando algún sistema de incentivo o reconocimiento interno. También existe la posibilidad de implantar TPM (Total Productive Maintenance) de forma obligatoria, pero en este caso hay que ejercer una especial vigilancia sobre los lanzamientos de trabajos, la rigurosidad de la aplicación, el control de resultados, etc.

Si la situación en la que nos encontramos, es que el Departamento de Producción no se ha comprometido plenamente con el proceso, al entenderlo como una mayor exigencia para ellos, es mejor implementarlo en una sección proclive al cambio y luego tratar de extenderlo con la participación anteriormente dicha. No obstante, si el Departamento de producción se posiciona de forma totalmente contraria al cambio es, sin lugar a dudas, porque la alta Dirección, tampoco lo ha asumido como una iniciativa de mejora que defiende de forma inequívoca, en cuyo caso quizás sea mejor plantearse abandonar la iniciativa. Hay que hacer un especial hincapié, en que la permanencia de la Empresa en el mercado, depende de la competitividad global (no parcial) de la misma y TPM (Total Productive Maintenance) puede ser un medio para conseguirlo.

El personal de Mantenimiento ve en el proceso una pérdida de competencias y teme por su futuro.

Hemos indicado que a la postre, estamos transfiriendo actividades a producción, pero al personal de mantenimiento hay que decirle que éstas son las actividades más simples, que no perdemos competitividad tecnológica, pues seguimos asumiendo las tareas de mantenimiento más complejas y que, en el conjunto de la empresa, estamos incrementando la competitividad y asegurándonos el futuro, como se ha dicho antes.

Si en paralelo con la implantación en Producción de algún tipo de incentivos, eso también se realiza en mantenimiento, de donde seguramente saldrán algunos de sus miembros hacia otros departamentos, puede ser una iniciativa favorable al cambio.

Volvemos a lo anteriormente expuesto sobre la posibilidad de implantarlo de cualquier forma, aunque el personal de mantenimiento sea contrario al mismo, en cuyo caso se hace imprescindible, la necesidad de una especial atención a los procesos de lanzamientos de trabajos, control de resultados y eficacia real del proceso.

Al igual que para la situación de contrariedad en Producción. Aquí también es necesario utilizar una sección prototipo, proclive al cambio y con evidentes carencias de personal, donde evidencie que esta salida hacia TPM

(Total Productive Maintenance) puede ser una solución a dicha falta de plantilla.

La dirección puede estar dudosa, bien por el proceso en sí, por sus resultados o por las repercusiones asociadas.

Si no encontramos un decidido apoyo por parte de la Dirección, es mejor elegir una pequeña sección o área de actividades en las que estemos prácticamente seguros del éxito de la iniciativa. No obstante, antes de ello aconsejamos realizar un riguroso diagnóstico de la situación de partida, informando de los puntos fuertes y débiles a la Dirección y anticipándonos a los problemas.

Si el proceso prototipo ha sido favorable, debemos exponerlo y venderlo de forma contundente, proponiendo formalmente los siguientes pasos, aunque se presuponga que van a ser más complejos que los de la primera sección elegida intencionadamente. Hay que advertir de ello para no hacer albergar falsas expectativas, ser criticados por no haber informado de la complejidad real del proceso en su conjunto, aunque el ensayo en la sección prototipo haya sido favorable.

Problemas internos para la aplicación de TPM

Debemos partir de la base de que la transferencia de actividades a producción, se basa en que las operaciones de primer nivel que ellos deben

realizar sean eficaces. Si no es así, es mejor no llevarlo a cabo, pues sería hasta cierto punto ridículo, intentar transferir a producción unas actividades inútiles que, o bien hace de forma rutinaria Mantenimiento, o incluso no hace (a pesar de que complementen los protocolos como realizado), pues los encargados son conscientes de su inutilidad.

Si nuestro Plan de Mantenimiento no es eficaz, es mejor implementar TPM (Total Productive Maintenance) sólo en los niveles más básicos, esto es, en las limpiezas, pequeñas inspecciones, comprobación de niveles, etc., o simplemente no implantarlo.

No disponemos de un sistema eficaz de planificación, lanzamiento y control.

Si el sistema de gestión de nuestra producción de mantenimiento no es eficiente, es mejor no intentar implementar TPM (Total Productive Maintenance), pues ello va a originar una mayor pérdida del control de nuestra actividad, de la que ya de por sí tenemos. Si no es eficaz nuestro sistema, rehagámoslo pensando a coordinar en el nuevo sistema, tanto la planificación de los mantenimientos a seguir, siendo asumidos por Mantenimiento, como los que transferimos a Producción.

Existen carencias significativas en cuanto a repuestos, logística, mantenibilidad y formación.

Es necesario hacer un diagnóstico de estos puntos débiles y proponer soluciones concretas antes de intentar implementar TPM (Total Productive Maintenance). Parecería también absurdo transferir a producción operaciones, para las que luego no se van a encontrar repuestos, no van a tener documentación necesaria o sus intervenciones no van a ser realizables de forma inmediata.

En el proceso expuesto es preferible abordar los procesos modificativos consensuados antes de su implementación, puesto que, de esta forma, facilitaremos la absorción del proceso. Los propios operarios de producción verán una significativa mejora tras su intervención.

Como orientación, en el siguiente cuadro hemos expuesto un posible reparto de actividades, en un sistema mixto entre mantenimiento y automantenimiento. En dicho cuadro hemos desglosado en la primera columna de la izquierda las actividades de producción, mantenimiento de primer nivel, segundo nivel, correctivo, por último, modificaciones y mejoras y en las dos columnas de la derecha, hemos reflejado cuáles serían fácilmente asumibles por el personal de Producción y cuáles podrían estar bien en el campo del Departamento de Mantenimiento o bien en cualquiera de los dos, según el tipo de empresa, formación y predisposición del personal de que se disponga.

REPARTO POSIBLE DE ACTIVIDADES EN UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO CON TPM			
ACTIVIDAD	TIPO	PERSONAL PRODUCCION	PERSONAL MANTENIMIENTO
Producción	Preparación	■	
	Ajustes	■	
	Operación	■	
Mantenimiento Primer Nivel	Limpieza	■	
	Engrase	■	
	Reaprietes	■	
	Inspecciones diarias	■	
Mantenimiento Preventivo de Segundo Nivel	Inspección y MOC		■
	Operaciones de seguridad y Normativa		■
	Grandes Operaciones		■
Mantenimiento Correctivo	Averías reparables desde el Puesto de trabajo	■	
	Averías no reparables desde el Puesto de trabajo	■	■
Modificaciones y Mejoras	Operativas		■
	Automatizaciones		■
	Reflotamientos y actualizaciones		

Figura 4.16

Capítulo V

Implementación de UNE-EN 13460

El mantenimiento, como cualquier función en la empresa, requiere un flujo de información adecuado entre los diferentes puntos de su organización interna, con el resto de las unidades funcionales y del negocio, para cubrir sus objetivos alcanzando un desempeño aceptable.

Para los fines de esta norma europea, es necesario tener en cuenta, que las distintas empresas, organizan sus funciones y divisiones de acuerdo con sus necesidades específicas (tradiciones, mercado, medio, recursos humanos, etc.).

5.1 Norma de mantenimiento

A continuación se listan las normas EN-UNE que también hacen referencia al tema de mantenimiento.

- UNE 200001-3-11:2003 Gestión de la confiabilidad. Parte 3-11: Guía de aplicación. Mantenimiento centrado en la fiabilidad.

- UNE-EN 60300-3-14:2007 Gestión de la confiabilidad. Parte 3-14: Guía de aplicación. Mantenimiento y logística de mantenimiento. (IEC 60300-3-14:2004)
- UNE 20654-1:1992 Guía de la mantenibilidad de equipos. Introducción, exigencias y programa de mantenibilidad.
- UNE 20654-2:1995 Guía de la mantenibilidad de equipos. Parte 2: sección 5: estudios de mantenibilidad durante la fase de diseño.
- UNE 20654-3:1996 Guía de la mantenibilidad de equipos. Parte 3: Secciones seis y siete. Verificación, recogida, análisis y presentación de datos.
- UNE 20654-4:2002 Guía de mantenibilidad de equipos. Parte 4-8: Planificación del mantenimiento y de la logística de mantenimiento.
- UNE 20654-5:1998 Guía de mantenibilidad de los equipos. Parte 5: Sección 4: Ensayos de diagnóstico.
- UNE 20654-6:2000 Guía de mantenibilidad de equipos. Parte 6: Sección 9: Métodos estadísticos para la evaluación de la mantenibilidad.
- UNE 20863:1996 Guía para la presentación de resultados de predicciones de fiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad.
- UNE-EN 13269:2007 Mantenimiento. Guía para la preparación de contratos de mantenimiento.
- UNE-EN 13306:2002 Terminología del mantenimiento.
- UNE-EN 13460:2003 Mantenimiento. Documentos para el mantenimiento.

- UNE-EN 15341:2008 Mantenimiento. Indicadores clave de rendimiento del mantenimiento.
- UNE-EN 29000-3:1994 Normas de Gestión y Aseguramiento de la Calidad. Parte 3: Guía para la Aplicación de la norma ISO 9001 al desarrollo, suministro y mantenimiento del soporte lógico. (ISO 9000-3:1991). (Versión oficial en 29000-3:1993).
- UNE-EN 61703:2003 Expresiones matemáticas para los términos de fiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y de logística de mantenimiento.
- EN 60706-2:2006 Mantenibilidad de equipos. Parte 2: Estudios y requisitos de mantenibilidad durante la fase de diseño y de desarrollo. (IEC 60706-2:2006). (Ratificada por AENOR en mayo de 2007)
- EN 60706-3:2006 Mantenibilidad de equipos. Parte 3: Verificación y recogida, análisis y presentación de datos (IEC 60706-3:2006). (Ratificada por AENOR en mayo de 2007.)
- EN 60706-5:2007 Mantenibilidad de equipos. Parte 5: Capacidad de ensayo y ensayos de diagnóstico. (Ratificada por AENOR en marzo de 2009.)

La Norma UNE-EN 13460:2009 es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 13460:2009. Esta norma anula y sustituye a la Norma UNE-EN 13460:2003.

La organización de la información varía de unas empresas a otras. Por esa causa, esta norma europea se ha dividido en la parte normativa y los anexos informativos.

La parte normativa se refiere al primer período del ciclo de vida del elemento a mantener, esto es la fase preparatoria. Cuando se adquiere un activo, el comprador requiere cierta documentación, para operar y mantener el elemento de forma correcta. Esta adecuada documentación tiene que ser suministrada por el proveedor del elemento.

Los anexos 1 y 2 del presente trabajo, son los que la UNE-EN 13460:2009, denomina “anexos informativos A, B y C, se refieren a la fase operativa del ciclo del elemento a mantener”. Estos anexos, junto con el texto normativo, desarrollan la documentación para el mantenimiento, considerando la función mantenimiento como una parte del sistema de la calidad de la compañía

5.2 Documentación del mantenimiento

La norma UNE-EN 13460 “Documentos para el mantenimiento”, en su anexo C, propone el flujo de trabajo del mantenimiento, que se constituye como el punto de partida del análisis para obtener la documentación necesaria de información para el mantenimiento.

5.2.1 Procedimiento de Gestión

El correcto cumplimiento de cada una de las etapas del flujo de trabajo de mantenimiento, requiere del aporte de cierta información, contenida en los documentos entrantes.

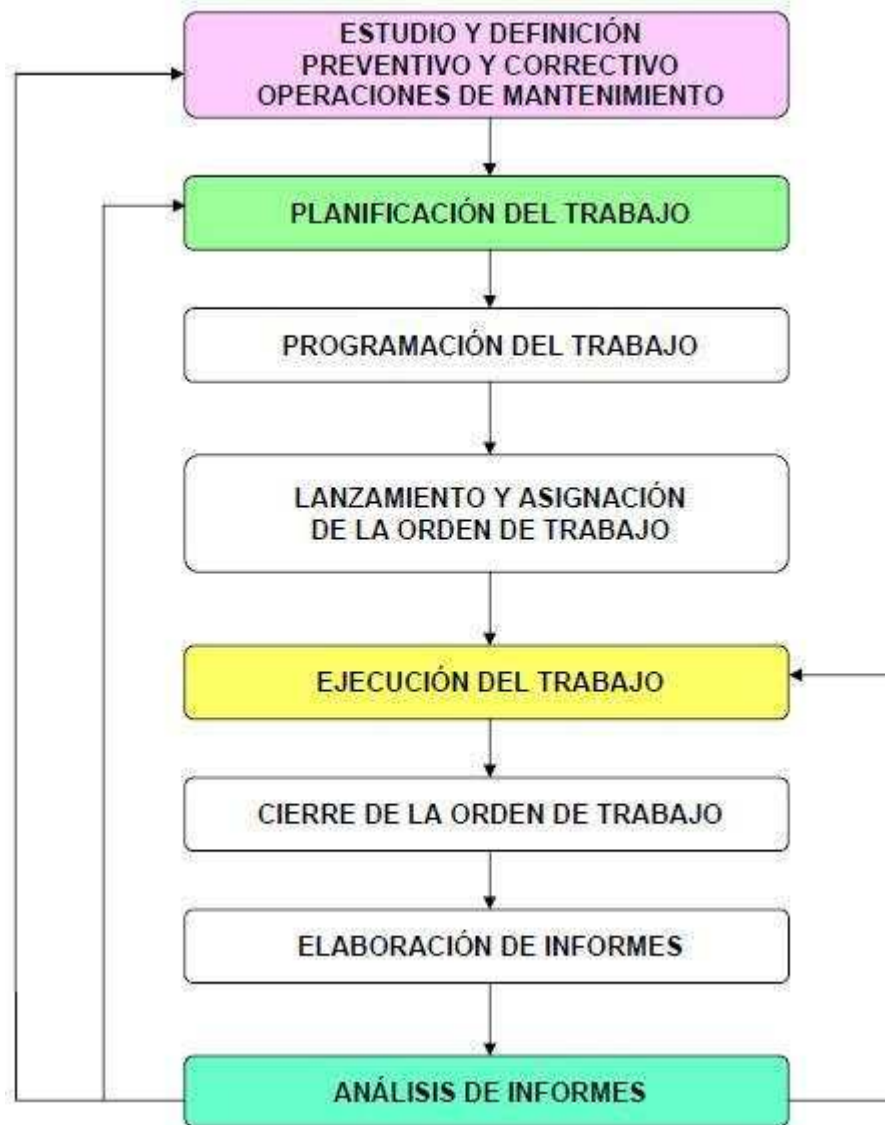


Figura 5.1: Flujo de trabajo en la NORMA UNE-EN 13460:2009

Cada etapa del flujo de trabajo de mantenimiento genera información, contenida en los documentos salientes, la cual será necesaria para llevar a cabo otras etapas. Así, tenemos la siguiente tabla:

•DOCUMENTOS DE LA FASE PREPARATORIA	>>	ESTUDIAR-DEFINIR	>>	•PLAN PREVENTIVO
•REALIMENTACIÓN DE INFORMACIÓN	>>	Actividades de mantenimiento.	>>	•PROCEDIMIENTOS
PROCEDIMIENTOS	>>	_Preventivo	>>	•LISTA DE REPUESTOS
•OTRA INFORMACIÓN ESPECÍFICA DE PLANTA	>>	Repuestos, estimación de recursos,...	>>	•RECURSOS REQUERIDOS
•	>>	_Correctivo	>>	
•PETICIONES DE INTERVENCIÓN OT	>>	PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO		• HOJA DE PLANIFICACIÓN
•PLANES DE PRODUCCIÓN	>>	Lista ordenada de trabajos según	>>	
•PROCEDIMIENTOS	>>	prioridad para un período dado	>>	
•REALIMENTACIÓN DE INFORMACIÓN	>>	PROGRAMACIÓN DEL TRABAJO	>>	
• HOJA DE PLANIFICACIÓN	>>	Fecha de comienzo y fin de cada trabajo de mantenimiento.	>>	• PROGRAMA DE MANTENIMIENTO
• REPUESTOS DE ALMACÉN	>>	Asignación de recursos	>>	
• HERRAMIENTAS DISPONIBLES	>>		>>	
• RRHH DISPONIBLES	>>		>>	
•PROCEDIMIENTOS	>>		>>	
• PROGRAMA DE MANTENIMIENTO	>>		>>	• ORDEN DE TRABAJO
• REPUESTOS DE ALMACÉN	>>		>>	
• HERRAMIENTAS DISPONIBLES	>>		>>	
• RRHH DISPONIBLES	>>		>>	
•PROCEDIMIENTOS	>>		>>	
• INFO. PROCEDENTE DE LA FASE PREPARATORIA	>>	EJECUCIÓN DEL TRABAJO intervención física en las instalaciones	>>	• INFORMACIÓN PARA COMPLETAR LA O.T.
• ORDEN DE TRABAJO	>>	intervención física en las instalaciones	>>	• OTRA DOC. PARA DOCS. ANEXOS DE LA O.T.
• RELACIÓN DE REPUESTOS	>>		>>	
• HERRAMIENTAS	>>		>>	
•REALIMENTACIÓN DE INFORMACIÓN	>>		>>	
•PROCEDIMIENTOS	>>		>>	
• REGISTROS HISTÓRICOS	>>		>>	
•PROCEDIMIENTOS	>>		>>	
• ORDEN DE TRABAJO	>>	CIERRE DE LA O.T.	>>	• REGISTROS HISTÓRICOS
• INFO. COMPLEMENTARIA OTRAS ÁREAS	>>	Incorporación de datos técnicos	>>	
•PROCEDIMIENTOS	>>	económicos y administrativos	>>	
	>>	Conformidad del cliente	>>	
• REGISTROS HISTÓRICOS	>>	GENERACIÓN DE INFORMES	>>	• REGISTROS INFORMES
•PROCEDIMIENTOS	>>	Cálculo de indicadores, tablas,	>>	
	>>	estadísticas, etc,...	>>	
• REGISTROS INFORMES	>>	ANÁLISIS DE INFORMES	>>	• INFORMACIÓN PARA LA REALIMENTACIÓN
	>>		>>	• PROPUESTAS DE MEJORA

Tabla 5.1: Flujo de información para las actividades de mantenimiento

De donde se deduce claramente una relación de información que se genera y la que se ha de archivar.

- Disponibilidad de medios humanos y materiales (herramientas)
- Disponibilidad de repuestos
- Plan de mantenimiento
- Procedimientos de trabajo
- Procedimientos técnicos
- Órdenes de trabajo
- Registros históricos
- Informes periódicos con propuestas de mejora

En referencia con anterioridad a la documentación procedente de la fase preparatoria de la instalación (NORMA UNE-EN 13460 – DOCUMENTOS PARA EL MANTENIMIENTO), tendrá que estar archivada de forma diferenciada y disponible para su consulta, pero que es independiente, por su propia naturaleza, de la documentación generada por la actividad de mantenimiento. Constituye, en definitiva, el denominado “Archivo Técnico”.

5.2.2 Estructura documental

De acuerdo con la información obtenida en el punto previo, se propone la siguiente estructura de archivo general:

Archivo 1: Personal

- 1.1 Currículum**
- 1.2 Fichas de personal**
- 1.3 Retribuciones**
- 1.4 Plan de Formación**
- 1.5 Convenio**

Archivo 2: Herramientas y medios

- 2.1 Inventario de herramientas**
- 2.2 Lista de útiles calibrados**
- 2.3 Plan de Calibración**

Archivo 3: Plan de calidad del servicio de mantenimiento

- 3.1 Objeto**
- 3.2 Alcance**
- 3.3 Definiciones y documentos de referencia**
- 3.4 Organización, funciones y responsabilidades**
- 3.5 Planificación**
- 3.6 Documentación**
- 3.7 Compras y contratos**
- 3.8 Control, inspección y ensayo**
- 3.9 Control de los equipos de control medición y ensayo**
- 3.10 Plan de auditorías**
- 3.11 Formación**
- 3.12 Anexos**

Archivo 4: Procedimientos de trabajo

4.1 Procedimientos de Organización

4.2 Procedimientos Técnicos

Archivo 5: Información económica del departamento

5.1 Coste previsto

5.2 Pedidos de compra

5.3 Control de costes

5.4 Control de Facturación

Archivo 6: INFORMES PERIÓDICOS DE MANTENIMIENTO

6.1 Indicadores. Evolución.

6.2 Informes periódicos

Archivo 7: Plan de mantenimiento

7.1 Tareas de mantenimiento

7.2 Planificación del mantenimiento

7.3 Gamas de mantenimiento

Archivo 8: Seguridad y Salud

8.1 Plan de Seguridad

8.2 Documentación a entregar al cliente

Archivo 9: Vigilancia medioambiental

Archivo 10: Establecimiento

10.1 Mantenimiento programado

Gamas de mantenimiento realizadas

10.2 Mantenimiento correctivo

Órdenes de Trabajo

10.3 Valores de referencia

10.4 Lista de averías usuales y su solución

10.4 Informes de intervención (histórico de averías)

10.5 Comunicaciones con el cliente

Con la ayuda de la norma, se deduce los requerimientos documentales y la propuesta de la estructura de archivo para los mismos. Lo que continúa es, la cuestión de los formatos con que trabajar.

5.2.3 Personal

Un departamento de mantenimiento tiene la mano de obra que se requiere, ni más ni menos. La posibilidad en esta fase temprana de simultanear las actividades de mantenimiento, con la ejecución de nuevas instalaciones, facilitaría la situación en este sentido. Este razonamiento sería válido igualmente para el “personal indirecto” (responsable, técnicos, administrativos,), cuya dedicación se puede ajustar con más facilidad si se simultanea con otras actividades en la empresa.

No obstante, los mandos intermedios de mantenimiento, además de su labor indirecta, deberían ser capaces de intervenir en las tareas, y de actuar y resolver cualquier problema que tenga la mano de obra directa. Así, deberán estar

incluidos todos los trabajadores en un Plan de Formación Continuo, para potenciar en la medida de lo posible la polivalencia del personal. Una parte de los operarios debería poder actuar en cualquier intervención, sea del tipo que sea y que afecte a cualquier equipo, y todos los operarios habrían de tener una formación al menos básica en otras especialidades.

EJEMPLO DE LISTADO DE							
CÓDIGO	NOMBRE DEL CURSO	MONITOR	HORAS	FECHA	LUGAR	EMPLEADOS	TOT. HORAS
G1	Electricidad básica para mecánicos	Interno	24	Octubre	Sala de formación	2	48
G2	Curso de frío industrial	Externo	24	Enero	Delegación del fabricante	2	48
G3	Mecánica básica para electricistas	Interno	16	Noviembre	Sala de formación	2	32
E1	Mantenimiento preventivo de SAI	Externo	8	Diciembre	Delegación del fabricante	2	16

EJEMPLO DE LISTADO DE FORMACIÓN					
PERSONAL	CÓDIGO DE CURSO				HORAS
	G1	G2	G3	E1	
DURACIÓN	24	24	16	8	
TRABAJADOR 1	x	x			
TRABAJADOR 2	x	x			
TRABAJADOR 3			x	x	
TRABAJADOR 4			x	x	
TOTAL	48	48	32	16	144

Tabla 5.2: Listado de formación

Un plan de formación deberá constar, en su documentación, de las fichas de cursos a impartir, destacando contenidos y objetivos, un listado de cursos, un listado de personal y las fichas de personal (ver siguiente tabla). En los informes periódicos de mantenimiento, se debe indicar las horas destinadas a formación en un período dado.

En el ámbito de la empresa, el personal trabaja habitualmente con procedimientos de trabajo, esquemas, y con todo tipo de documentación técnica, en el ámbito de la actividad de mantenimiento, se trabaja con Órdenes de Trabajo o sistemas similares: la tarea de mantenimiento no es una pequeña obra o trabajo que ejecutemos sin más, se trata de conceptos completamente distintos, es , asimilando la escala, y sin la intención de entrar en profundidad en los conceptos, la misma diferencia que hay entre operaciones y proyectos.

	FICHAS DE PERSONAL		VERSION V.1		
			FECHA		
DATOS PERSONALES					
Apellidos					
Nombre					
Fecha de Nacimiento					
Dirección					
Teléfono		Móvil			
Persona de contacto		Teléfono			
Tallas	Mono		Botas		
DATOS SEGURIDAD SOCIAL					
Categoría	Número de matrícula				
No. de afiliación S.S.	Tarifa				
Base de cotización	Base de cotización AT y EP				
Otros (bajas por enfermedad, accidentes, absentismo,...)					
EXPERIENCIA PROFESIONAL PREVIA					
Inicio	Fin	Empresa	Puesto	Salario	Causa de la baja
FORMACIÓN ACADÉMICA					
Inicio	Fin	Centro	Título	Especialidad	
OTRA FORMACIÓN (relacionada con el puesto, idiomas, la recibida en la empresa)					
Inicio	Fin	Centro	Título	Observaciones	
CARGOS OCUPADOS EN LA EMPRESA					
Inicio	Fin	Puesto	Salario	promoción traslado	
OBSERVACIONES (desde la polivalencia, valorable, hasta las actitudes más destacadas)					

Tabla 5.3: Ficha de personal

Por otra parte, y como sucede en cualquier ámbito, lo deseable es que el rendimiento de la mano de obra directa sea lo más próximo al 100%, es decir, que se dedique el mayor porcentaje de tiempo posible, a trabajos productivos (intervenciones programadas o no programadas en equipos), y que cuando se actúe, se cumpla una tabla de tiempos previamente establecida para cada tipo de intervención. Ese rendimiento disminuye cuando se precisan de muchos o largos desplazamientos entre centros de trabajo, o no se ha previsto el material preciso para las rutas programadas, o no hay rigor con los horarios de entrada, salida y descanso. Eventualmente, se controlan los rendimientos de forma periódica. Ver formato en la tabla 5.4:

MEDICIÓN DE RENDIMIENTOS										
Fecha:										
Nombre del operario:										
Cargo y Especialidad:										
Hora de inicio	Tiempo invertido	Descripción de la actividad	Tipo de Actividad							
			Desp.	Prep.	Esp.	Inf.	I-F	Desc.	Otros	Prod.

Leyenda:

<p>Desp. : Desplazamientos. Prep. : Preparación de materiales y herramientas. Esp. : Esperas Inf. : Redacción de informes. I-F : Tiempos muertos de inicio y fin de jornada. Desc.: Tiempo extra en el descanso. Otros.: Cualquier otro tiempo improductivo no introducido en las categorías anteriores. Prod. : Tiempo dedicado a tareas productivas.</p>

Tabla 5.4: Formato de medición

La prestación del servicio de mantenimiento, implica que el cliente traspasa la responsabilidad de los resultados de éste, de forma que se debe realizar el servicio con nuestra plantilla, aplicando nuestra organización y medios empresariales, con riesgo para nosotros en caso de que no prestemos el servicio en las condiciones pactadas contractualmente. Además del resultado cierto, identificable y medible, del servicio encomendado, podemos anticipar que nos encontramos en un caso de cesión ilegal cuando:

- El precio a satisfacer al contratista está fijado exclusivamente en función del tiempo prestado, de la mano de obra utilizada (horas hombre), y no del valor del servicio llevado a cabo.
- Los trabajos se llevan a cabo dentro de la organización de la empresa contratante, y se trata a los trabajadores del contratista o del subcontratista, como si fueran sus propios trabajadores.
- La falta de aportación de equipos de trabajo, equipos productivos materiales, y el hecho de que los medios humanos y técnicos de prevención de riesgos laborales sean aportados por el contratante y no por el contratista.
- No hay plazos de entrega, ejecución o recepción, y tampoco penalizaciones.

De forma complementaria a estas posibilidades, se adjunta un cuadro de situaciones prácticas a evitar.

- “El personal del contratista utiliza nuestro vestuario, comedor, etc.”
- “Nuestros mandos se dirigen directamente al personal del contratista”
- “Las órdenes de trabajos, son las mismas para ellos que para nosotros”
- “El contratista utiliza nuestro sistema informático”
- “El contratista utiliza nuestros sistemas de control de presencia”
- “El contratista no tiene organización propia: hace lo que le digamos”
- “El personal del contratista asiste a nuestros cursos”
- “El contratista no tiene política específica de seguridad laboral”
- “No hay penalizaciones aunque las tareas no se hagan bien”
- “Los avisos se entregan indistintamente a ambos”
- “Las facturaciones se hacen en base a horas de presencia”
- “Utiliza nuestra maquinaria productiva y medios sin documentos”

5.2.4 Herramientas y medios

En el punto 2.3 Requerimientos de medios humanos y materiales. Normativa del presente documento, ya se relacionó para las distintas instalaciones para las que se efectuarían los trámites pertinentes, los medios técnicos mínimos que exige la normativa.

Toda la herramienta estará inventariada, y los operarios dispondrán de la herramienta que necesiten y que haya de ser adecuada a las tareas que realizan.

La experiencia y los nuevos trabajos llevarán a la ampliación de estos medios, pero para la previsión de carga que se prevé inicialmente, no resultará complejo el seguimiento físico de determinados medios técnicos.

Eventualmente, se dispondrá de un plan de calibración. Recoge todos los útiles de medida que se utilizan en la actividad y cuyo empleo condiciona decisiones posteriores. Ver el formato de la tabla 5.5.

		PLAN DE CALIBRACIÓN		VERSION V.1	
				FECHA	
EQUIPOS E INSTRUMENTOS SUJETOS A CALIBRACIÓN					
Año:			Departamento:		
Código Equipo	Rangos de medida		Fecha de calibración		Validez

Tabla 5.5: Formato Plan de calibración

5.2.5 Plan de calidad del servicio de mantenimiento

Eventualmente se puede desarrollar un plan de calidad, que describa los procesos significativos de la actividad de mantenimiento y la forma de asegurar la calidad del servicio. Un índice de este plan, contempla:

1. **Objeto:** Detalla el objetivo del Plan de Calidad (optimizar recursos, asegurar resultados).
2. **Alcance:** Detalla a qué y a quién afecta el plan (puede desarrollarse, para un cliente en concreto con varios establecimientos)
3. **Definiciones y documentos de referencia:** Detalla a qué nos referimos utilizando ciertos términos, o referenciando otros documentos
4. **Organización, funciones y responsabilidades:** Organigrama del departamento con detalle de responsabilidades y funciones.
5. **Planificación:** Se puede ampliar con los siguientes puntos:
 - 5.1 **Planificación del mantenimiento programado**
 - 5.2 **Realización del mantenimiento no programado**
 - 5.3 **Solicitud de permisos de trabajo**
 - 5.4 **Reuniones de coordinación con el personal de producción**
 - 5.5 **Otros.**

6. **Documentación:** Apartado dedicado a la aprobación, suspensión y distribución de documentos. Hay que hacer referencia al archivo de mantenimiento
7. **Compras y contratos:** Se indica cómo se hace la propuesta, ejecución, validación y realización de pedidos, así como recepción de los mismos.
8. **Control, inspección y ensayo:** Se detalla el modo en el que se verifica la corrección de los trabajos de mantenimiento.
9. **Control de los equipos de control medición y ensayo:** Se trata el Plan de calibración y las medidas para cuidar los equipos de medida.
10. **Plan de auditorías:** Se detalla cómo y quién efectúa las auditorías de calidad de mantenimiento.
11. **Formación:** Se trata el Plan de Formación.
12. **Anexos:** Lista de procedimientos y registro de sistema.

5.2.6 Procedimientos de trabajo

Los procedimientos de trabajo, aseguran que las tareas se realizan siempre de la misma forma, que la información puede transmitirse de forma inequívoca. En general, los procedimientos serán de dos tipos: técnicos y de gestión.

Los procedimientos técnicos, detallan cómo realizar determinadas actuaciones técnicas, cómo puedan ser las revisiones, la calibración de útiles y

herramientas, la sustitución de elementos en las instalaciones. Contemplan, en general, los siguientes apartados:

- 1. Objeto**
- 2. Alcance**
- 3. Responsabilidades**
- 4. Definiciones**
- 5. Requisitos de seguridad**
- 6. Detalle de herramientas, materiales y repuestos necesarios**
- 7. Desarrollo: descripción de tareas**
- 8. Inspecciones y pruebas**
- 9. Impacto medioambiental**
- 10. Registros**

Su elaboración estará muy ligada a la complejidad de las actividades a desarrollar. En el caso de los establecimientos e instalaciones a los que hacemos referencia, es posible arrancar con la actividad e ir redactándolos poco a poco.

Por otra parte, los procedimientos de gestión, son los relativos a la organización del departamento. Aquí se incluyen algunos que se consideran interesantes, por lo que aportan al objetivo del documento, esto es, proporcionar una visión de conjunto completa para la implantación de la actividad, desarrollando todos los que estimemos precisos:

- El flujo de una orden de trabajo
- La planificación del mantenimiento programado
- La gestión de compras
- La asignación de prioridades en el mantenimiento correctivo
- La gestión de repuestos
- Las comunicaciones con el cliente

El flujo de una orden de trabajo

Este procedimiento se fundamentará en el esquema del **Flujo De Trabajo para el Mantenimiento**, de acuerdo con la **NORMA UNE-EN 13460, Documentos para el Mantenimiento** (anexo C de la Norma), que habíamos presentado en el punto introductorio 4.1, asignando responsables a cada una de las etapas:

Generación de la O.T.: Personal de mantenimiento o personal de producción

Aprobación de la O.T.: Jefe de Mantenimiento

Planificación de la O.T.: Encargado de Mantenimiento

Preparación de la Ejecución: Encargado de Mantenimiento

Obtención de Permisos de Trabajo: Jefe de Mantenimiento

Ejecución de la O.T.: Operarios

Entrega: Operarios

Supervisión e informe: Encargado / Supervisor

Se podrá contemplar la distinción de si se trata de una orden de trabajo correctiva o preventiva y la asignación de niveles de prioridad (que desarrollamos más adelante).

La planificación del mantenimiento programado

Planificar el mantenimiento, significa determinar cuándo y quién realizará cada una de las gamas y rutas que pueden componer un plan de mantenimiento. Se deberá tener en cuenta que:

- En la planificación, se asigna un **responsable** a cada tarea.
- En el momento en que haya que realizar una tarea, no hay otra asignada en el mismo momento al mismo responsable (esto no es una obviedad, un error en este sentido, puede dejar a un cliente esperándonos y puede trastocar la planificación sucesiva inmediata).
- Determinar de forma unívoca día y horario para la realización de las tareas diarias y semanales; aunque deberíamos ser igual de exhaustivos para las mensuales y anuales, aproximaremos al menos semana y mes, respectivamente, porque siempre se precisará de un margen de maniobra por cuestiones de producción.

La gestión de compras

La estructura para el Departamento de Mantenimiento, se presenta en la figura 5.2.

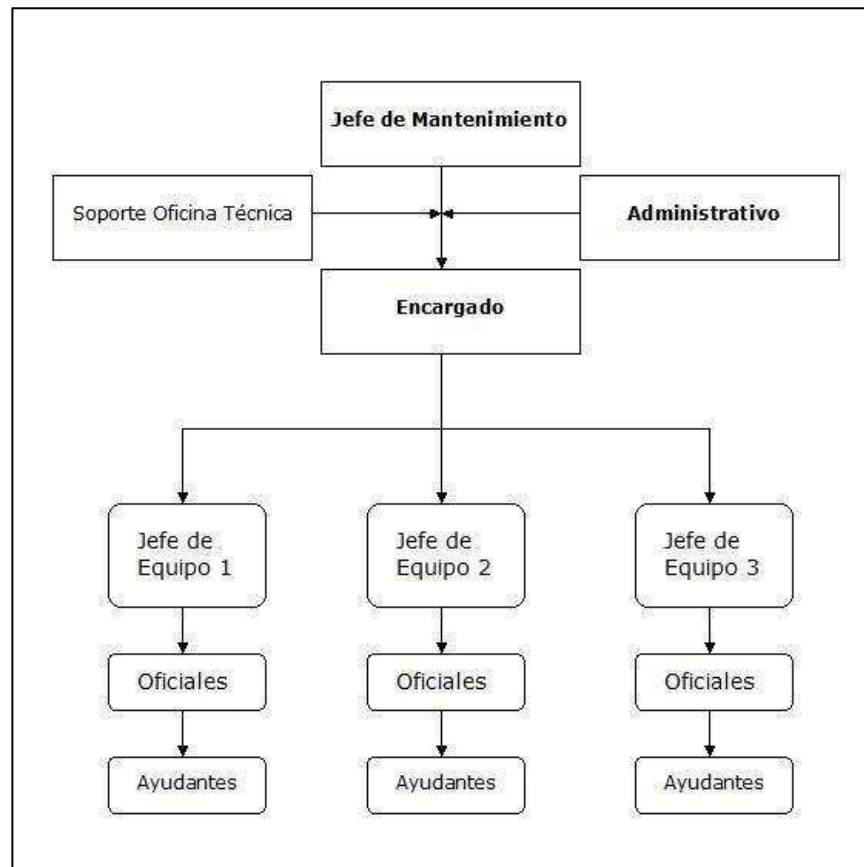


Figura 5.2: Organigrama del Dpto. de Mantenimiento

En general, todas las compras pasarán por el Jefe de Mantenimiento y es que, para empezar, todos los materiales asociados a las actuaciones preventivas, deberán estar previstas con antelación a las mismas. Aunque en última instancia

todas las compras habrían de estar autorizadas por el Jefe de Mantenimiento, los Jefes de Equipo podrán efectuar directamente las compras de consumibles, en actuaciones correctivas de cierto nivel de urgencia, con la autorización del Encargado, quien a su vez gestionará otras compras de mayor importe y de mayor relevancia técnica, como instrumentación, elementos de regulación y otros elementos no categorizados como consumibles. Las compras de grandes elementos, o las precisas para sustituciones, serán gestionadas directamente por el Jefe de Mantenimiento.

La asignación de prioridades en el mantenimiento correctivo

La gestión del correctivo en sí misma, el modo en el que se distribuye el tiempo necesario para la puesta a punto de un equipo tras una avería, consiste:

1. Tiempo de la detección
2. Tiempo de la comunicación
3. Tiempo de espera
4. Diagnóstico de la avería
5. Acopio de herramientas y medios técnicos necesarios
6. Acopio de repuestos y materiales
7. Reparación de la avería
8. Pruebas funcionales
9. Puesta en servicio
10. Redacción de informes

Resulta evidente al observar esta lista, que una vez ejecutado el punto 4 de diagnóstico de la avería, el tiempo que sigue después (a falta de dar unas pinceladas en el siguiente punto a la gestión de repuestos) es invariable.

Es por ello que la asignación de prioridades cobra una importancia fundamental, y es preciso establecer un criterio para el mismo, para evitar algo predecible: que todas las averías se comuniquen con prioridad máxima.

Para ello se deberá tener en cuenta que:

- Es urgente la avería que afecta la seguridad de personas y/o medioambiente o supone la parada de equipos críticos de producción.
- No se parará un equipo crítico de producción que, sin ser de reserva, pueda seguir funcionando.
- En el caso de equipos redundantes, en caso de sufrir una avería el equipo duplicado, se pasa a una situación de crisis temporal del equipo que presta servicio

La gestión de repuestos

En lo relativo a la gestión de repuestos nos vamos a centrar a pesar de lo amplio del asunto, en dos únicos aspectos: la localizabilidad de los repuestos y los parámetros a través de los cuales los vamos a identificar. La razón de esto es bien

sencilla, pues en esta primera fase, en la que estamos dimensionando los requerimientos de la actividad, estamos aprendiendo a entenderla en su conjunto:

- El poder localizar los repuestos, es una cuestión en apariencia puramente operativa, que hay que tener en cuenta, en la elaboración de nuestra propuesta técnico-económica, para no cometer la temeridad de dar un tiempo de respuesta de solución al problema cuando este es imposible de satisfacer.
- El formato mediante el que identifiquemos los repuestos nos permitirá, entre otras cosas, cruzar información con las órdenes de trabajo y las hojas de control de costes.

De hecho, los repuestos que se gestionen, bien a un almacén propio o directamente al establecimiento (caso más probable), deberán ir completamente identificados, constandingo:

- Código del repuesto
- Tipo de repuesto (consumible, genérico, específico)
- Modelo de reposición (qué hace cuando se consume)
- Descripción
- Referencia comercial
- Fabricante y/o proveedor
- Empaquetamiento en que se suministra

- Hoja de características técnicas
- Inspecciones o ensayos requeridos a la recepción
- Sistema de almacenamiento si requiere observaciones especiales
- Ubicación en almacén o establecimiento
- Y, no olvidar, el coste.

Las comunicaciones con el cliente

Otro factor de particular importancia es el de documentar debidamente las comunicaciones con el cliente. Se van a dar infinidad de circunstancias, en las que nos tendremos que dirigir a éste, nos debemos exigir tres objetivos en este sentido: corrección, concisión y claridad en las comunicaciones. Para que la comunicación sea efectiva debe ser bidireccional: debemos asegurarnos de que todo lo que comunicamos al cliente es recibido y entendido.

Las comunicaciones con el cliente deben tener su espacio bien diferenciado en las carpetas de mantenimiento. Preferiblemente habrán de ubicarse en las carpetas específicas del servicio o establecimiento, según el volumen generado.

5.2.7 Información económica del departamento

En lo relativo al control de costes, cualquier técnico que haya sido responsable de una unidad de costos, dispone de experiencia suficiente para llevar a cabo esta tarea con suficiente rigor, y todo queda reducido a una mera cuestión de formatos.

Tal y como se propone en el índice sugerido, podríamos recopilar en esta carpeta:

- Las ofertas (y eventualmente los contratos), como pedidos para la prestación del servicio y como referencias del coste previsto (¡y previsible!), para el mismo por nosotros.
- Todos los pedidos de compra generados (todo material empleado debe llevar un pedido de compra asociado) y los resúmenes de mano de obra obtenidos de las órdenes de trabajo
- Todos los pedidos realizados por subcontrataciones.

Las representaciones de coste suelen ser muy variadas y dependen del usuario de la información. Siempre resultará de interés el resumen económico de la actividad en los distintos establecimientos de un cliente para las distintas instalaciones, y para las distintas contribuciones a los costes:

5.2.8 Informes de mantenimiento

Esta carpeta está claramente orientada al archivo de resultados. Es por ello que además de incluir los informes generados periódicamente, sería lógico incluir los indicadores seleccionados para evaluar los resultados de mantenimiento, así como las herramientas que nos permitan componerlos.

Estos indicadores deben resultar adecuados, es decir, haciendo un seguimiento de los mismos, debe ser posible detectar si están surgiendo problemas para poder actuar en consecuencia. Vamos a hacer un repaso de los que pueden ser más apropiados para nosotros:

1. Índices de disponibilidad

- **Disponibilidad total:** es la relación entre el número de horas que un equipo ha estado disponible para producir y el número de horas totales en un período determinado. Dadas las características de los establecimientos y las instalaciones en los que se van a llevar a cabo las operaciones, **este índice es más interesante para una instalación que para todo el establecimiento**; esto es, a la hora de informar sobre la actividad de mantenimiento en un supermercado, puede tener sentido hablar de este índice para la instalación de frío industrial, o para la de climatización, en un período de un año. Sí podría acercarse al concepto de planta, en este sentido, un Centro de Proceso de Datos, cuyos sistemas de climatización y de alimentación interrumpida se diseñan con disponibilidades superiores a 0,99, siempre según las configuraciones de redundancia instaladas.
- **Disponibilidad por averías:** se trata del mismo índice anterior, pero teniendo en cuenta tan sólo las paradas por averías.
- **MTBF:** se trata del tiempo medio entre fallos, la relación entre el n° de horas totales del período de tiempo analizada y el n° de averías

- **MTTR:** se trata del tiempo medio de reparación, la relación entre el n° de horas de paro por averías y el n° de averías. Igual que el anterior, los orientaríamos a instalaciones.

2. Índices de gestión de O.T.

- **N° de O.T. generadas.**
- **N° de O.T. generadas por secciones.**
- **N° de O.T. acabadas.**
- **N° de O.T. pendientes.**
 - ✓ Pendientes de repuesto.
 - ✓ Pendientes en espera de parada de un equipo.
 - ✓ Pendientes por otras causas.
- **N° de O.T. de emergencia.**
- Los indicadores señalados arriba, se podrían gestionar con facilidad, desde el momento de que dispongamos de un medio de vinculación sencillo con el contenido las Órdenes de Trabajo, bien sea a través de un GMAO, bien a través de sencillas hojas de cálculo. Además, el análisis debe estar distinguiendo trabajo correctivo y preventivo.
- **Horas estimadas de trabajo pendiente.** Este indicador será más importante que el de No. de O.T. pendientes, ya que nos va a dar una información más real de la carga de trabajo pendiente

- **Índices de cumplimiento de la planificación.** Es la relación entre el número de órdenes acabadas en la fecha planificada y el número de órdenes totales.
- **Desviación media del tiempo planificado.** Es la relación entre las horas de desviación sobre el tiempo planificado y el número total de órdenes de trabajo. Se puede estimar de dos formas: la desviación media sobre el momento de finalización o la desviación media sobre la dedicación prevista.
- **Tiempo medio de resolución de una O.T.** Es la relación entre el nº de O.T. resueltas y el nº de horas dedicadas a mantenimiento. En nuestro caso, es un dato meramente estadístico no muy significativo, desde el momento en que, eventualmente, se pueden agrupar los contenidos de las O.T. Esta observación es aplicable al indicador N° de O.T. generadas.

3. Índices de coste

- **Proporción de coste de la mano de obra de mantenimiento:** se trata de la relación entre el nº total de horas empleadas en mantenimiento y el coste total de la mano de obra. **Este indicador es importante para una reflexión acerca de la propia competitividad, a comparar con una eventual Subcontratación para un servicio determinado.**
- **Coste de materiales (o medios auxiliares,...):** el indicador se podría establecer por establecimiento, por instalación, etc. Hay que ser muy riguroso en este sentido, si lo que pretendemos es establecer

conclusiones sobre si “compra bien o compramos mal”. Sin embargo, creo que en este sentido, es más interesante la comparación entre los costes reales y costes previstos, que dicen mucho más de la rentabilidad de la actividad.

- **Coste de subcontratos:** las distinciones más habituales pueden ser inspecciones de carácter legal, empresas de mantenimiento genéricas, especialistas, etc.

4. Índices de proporción de mantenimiento

- **Índice de Mantenimiento Programado (IMP):** se trata de la relación entre las horas dedicadas a mantenimiento programado y las horas totales dedicadas a mantenimiento.
- **Índice de Mantenimiento Correctivo (IMC):** se trata de la relación entre las horas dedicadas a mantenimiento correctivo y las horas totales dedicadas a mantenimiento.
- **Índice de Emergencias (IME):** se trata de la relación entre las horas dedicadas a la realización de O.T. de emergencia y las horas totales dedicadas a mantenimiento.

5. Índices de gestión de almacenes y compras

- Para el tipo de cliente y establecimientos en el que se prevé trabajar, no se prevé en una primera fase la necesidad de un almacén, de modo que no entraremos a contemplar indicadores de este tipo. Por otra parte, existen

indicadores acerca de las compras atendidas, o la demora en la recepción de pedidos, pero de nuevo no es este el caso, manejándose volúmenes pequeños y bien definidos. No obstante, si quisiéramos evaluar a nuestros propios proveedores, este sí podría ser un criterio de valoración, pero no profundizamos aquí.

6. Índices de seguridad y medioambiente

- Índice de frecuencia de accidentes (IFA): se trata de la relación entre el número de accidentes con baja y el total de horas trabajadas. Deberá existir una ficha de información de accidente de trabajo (a la que ya se hicimos referencia pero que no desarrollamos por entender demasiado específica), que describa y analice con rigor, a vincular con la ficha del trabajador y, eventualmente, otra de resumen que recoja los datos para la totalidad de la plantilla, de donde se obtendrá dicho índice.
- Índice de jornadas perdidas (IJP): se trata de la relación entre las horas perdidas por bajas laborales y el total de horas trabajadas. Para el seguimiento de estos índices se creará un ficha destinada a tal efecto, a la que podría estar vinculada las fichas de personal y que recogerán la situación del trabajador, el motivo de la baja (enfermedad, accidente, otros), y la duración del período.
- En esta primera fase no se consideran precisos indicadores en materia de medioambiente

7. Índices de formación

- Proporción de horas dedicadas a la formación (PHF): se trata de la relación entre las horas anuales dedicadas a la formación y el número de horas de trabajo total. Este dato se tiene de la tabla “Ejemplo de listado de cursos” que hemos visto en el apartado destinado a personal.
- Proporción de desarrollo del programa de formación (PDP): se trata de la relación entre el nº de horas de formación realizadas y el total de horas de formación programadas. Este dato se tiene de la tabla “Ejemplo de listado de formación”, que hemos visto en el apartado destinado a personal, a la fecha a la que se realiza el informe periódico de mantenimiento.

5.2.9 Plan de mantenimiento

El Plan de mantenimiento, es el documento que contiene el conjunto de tareas de mantenimiento programado, que debemos realizar en un establecimiento para asegurar los niveles de disponibilidad requeridos. Se trata de un documento vivo en continuo cambio, fruto del análisis de las incidencias que se van produciendo, así como del análisis de los indicadores de gestión.

La clave en este punto es cómo seleccionar las tareas más adecuadas para lograr nuestro objetivo. Hay varias posibilidades para proceder en este sentido, siendo acaso las metodologías basadas en RCM (Reliability Centred Maintenance, Mantenimiento Basado en la Fiabilidad) las más populares en el

ámbito industrial. Sin embargo no vamos a perder de vista nuestras instalaciones objetivo:

- Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión
- Instalaciones de Fontanería
- Instalaciones Térmicas en Edificios
- Instalaciones de Protección contra Incendios
- Instalaciones Frigoríficas

En establecimientos tales como los hospitales, clínicas privadas, supermercados, centros comerciales, establecimientos hoteleros, edificios públicos, etc. Son bien conocidas las operaciones de mantenimiento preventivo mínimo, que cita el RITE para el caso de las instalaciones térmicas o las que cita el Reglamento de Instalación de Protección Contra Incendios, para las que les corresponden, en general las gamas de mantenimiento que se utilizan para este tipo de instalaciones son desarrollos de las propuestas de la normativa y particularizaciones al sistema diseñado.

Sin embargo, debemos aclarar una serie de conceptos:

- Las tareas de mantenimiento se realizan con el objetivo de evitar los fallos de los sistemas o minimizar sus efectos

- Los fallos son funcionales (el fallo impide al equipo cumplir su función) o técnicos (el equipo funciona anormalmente), pero sean del tipo que sea, pueden presentar, varios modos de fallo (p.e. un sistema puede no lubricar por: no tener aceite en el depósito, por la obstrucción de algún conducto, porque no funciona la bomba o los filtros están taponados,...)
- Las tareas se deberán centrar en aquellos elementos involucrados en los modos de fallo.

Estos conceptos nos permiten ganar en visión de conjunto y, por supuesto, en compromiso para adquirir un profundo conocimiento de los sistemas que están a nuestro cargo.

Vamos a ver las cosas desde otro punto de vista: ¿qué tipo de tareas de mantenimiento puedo llevar a cabo?. Se propone la siguiente clasificación

1. Inspecciones visuales
2. Lubricación
3. Verificaciones del correcto funcionamiento realizados con instrumentos del propio equipo (verificaciones en línea)
4. Verificaciones del correcto funcionamiento de los equipos, realizados con instrumentos externos del equipo (verificaciones fuera de línea) (Nota: este caso y el anterior justifica porque tendremos que tener a mano los valores de referencia de los equipos):

4.1 Verificaciones Sencillas

- Medición de temperatura
- Medición de vibración
- Medición de consumos
- Otros

4.2 Verificaciones Complejas

- Análisis de vibración
- Termografías
- Detección de fugas por ultrasonidos
- Análisis de la curva de arranque de los motores
- Comprobaciones de alineación por láser
- Etc, ..

5. Limpiezas técnicas condicionadas al estado del equipo

6. Ajustes condicionados a los síntomas del equipo

7. Limpiezas técnicas sistemáticas

8. Ajustes sistemáticos independientes de los síntomas del equipo

9. Sustituciones sistemática de piezas

10. Grandes revisiones

Los modos de fallo nos llevan a pensar en tareas, y de entre ellas, elegimos las adecuadas determinando al modelo de mantenimiento seleccionado. Efectivamente, parece que reducimos nuestros modelos a dos, correctivo y preventivo, pero deberíamos plantear una versión ampliada del preventivo, que

introduzca un control de variables seleccionadas (propio del mantenimiento predictivo).

5.2.10 Seguridad y salud

En el ámbito de la seguridad y la salud, las cuestiones operativas más destacadas a considerar, serán: la gestión documental de toda la información que se nos va a solicitar como contratistas de mantenimiento, la evaluación de riesgos y los indicadores en esta materia (de los que ya hemos hablado en el punto 4.8).

En cuanto a la gestión documental, y sin entrar en la posibilidad de subcontratar parte el servicio, podemos precisar de una estructura con el siguiente alcance:

1 DOCUMENTACIÓN DE SEGURIDAD DEL CENTRO DE TRABAJO

- 1.1 Datos generales del centro de trabajo
- 1.2 Evaluación de riesgos de los trabajos a efectuar y medidas de protección adoptadas o Plan de Seguridad y Salud, según proceda.
- 1.3 En el caso de que se precise PSS, se habrá de incluir: Aviso Previo, Libro de Subcontratación y Libro de Incidencias.
- 1.4 Ficha de control de documentación de seguridad de la empresa subcontratista y sus trabajadores si procediera. Incluso control de accesos.

- 1.5 Accidentes: procedimientos de actuación, investigación en caso de accidente y registro histórico.

2 DOCUMENTACIÓN DE SEGURIDAD QUE NOS PUEDEN SOLICITAR COMO EMPRESA CONTRATISTA

- 2.1 IPER de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales.
- 2.2 Apertura del Centro de Trabajo y Libro de Visitas si procede.
- 2.3 Nombramiento Recurso Preventivo.
- 2.4 Autorizaciones para el uso de instalaciones, máquinas y equipos.
- 2.5 Documentación del personal y equipos de la empresa:
 - 2.5.1 Relación nominal.
 - 2.5.2 Listado de equipos de trabajo, maquinaria, vehículos.
 - 2.5.3 Certificados de información de los riesgos del puesto de trabajo.
 - 2.5.4 Certificados de formación en prevención de riesgos laborales.
 - 2.5.5 Certificados de entrega de equipos de protección individual
EPI'S
 - 2.5.6 Aptitud reconocimiento médico.

Por otra parte, debe existir un Plan de Seguridad para los trabajos de mantenimiento, que recogerá la planificación de la actividad preventiva. El Plan de Seguridad habrá de reflejar:

- Los objetivos y metas a alcanzar con la aplicación del plan.
- Las actuaciones en materia de seguridad y prevención derivadas de la evaluación de riesgos.
- Las funciones y responsabilidades de los miembros de la estructura de trabajo.
- Cómo se realiza la formación e información de los trabajadores en materia preventiva.
- Cómo se llevará a cabo la vigilancia de la salud de los trabajadores.

Como se puede ver en el estudio que se hace de las Órdenes de Trabajo, estas son una herramienta fundamental para informar a los trabajadores en materia preventiva, al tiempo que proporciona directivas operativas. Es particularmente interesante elaborar una tabla que nos permita vincular riesgos, medidas preventivas y EPI's, que eventualmente se puede "cruzar" con las Órdenes de Trabajo.

5.2.11 Vigilancia medioambiental

No vamos a profundizar en este punto, que puede ser extenso y complejo con tan sólo perfilar las pautas para realizar un plan de vigilancia medioambiental. A título ilustrativo, nos limitaremos a considerar que en situaciones ideales.

- Se habrá analizado el impacto de mantenimiento en el entorno.
- Se habrán tomado las medidas oportunas para minimizar este impacto.
- Se habrá fijado una serie de objetivos de mejora para un período determinado, y estos objetivos se están cumpliendo
- Todas las informaciones se recogerán en un Plan Medioambiental.
- Existe formación periódica medioambiental.

5.2.12 Carpetas para servicios o zonas

Parece lógico pensar en disponer de carpetas individuales para los distintos establecimientos en los que prestamos la actividad, aunque formen parte del mismo cliente, dado que es en los siguientes aspectos en los que más documentación se va a generar. Aquí clasificaremos:

- Las gamas de mantenimiento realizadas (Órdenes de Trabajo Preventivas)
- Las Órdenes de Trabajo Correctivas
- Los valores de referencia para las mediciones
- Lista de averías usuales y su solución
- Informes de intervención (histórico de averías)
- Comunicaciones con el cliente

Ya hemos explicado en los puntos previos, la necesidad de archivar elementos como los valores de referencia o los históricos de averías. La consideración de la lista de averías usuales y su solución, complementa a las órdenes de trabajo e insiste en la visión centrada en modos de fallo. Por otra parte, es conveniente clasificar las comunicaciones al cliente en las carpetas propias del establecimiento, objeto de las mismas.

Capítulo VI

Conclusiones y Recomendaciones

La Implementación de un sistema de gestión en mantenimiento, es un proceso al que cualquier empresa en el rubro, se puede someter si quiere identificar oportunidades de mejora en sus procesos. No solamente cubriendo el tema de Calidad, sino también el medio ambiental y la seguridad y salud en el trabajo.

6.1 Conclusiones

1. La gerencia general deberá dotar de recursos adicionales; como implementos de seguridad, protección para maquinaria, nueva indumentaria para operarios, realización de talleres, charlas de sensibilización; a fin de consolidar el seguimiento e implementación del sistema de seguridad y salud ocupacional dentro del cuadro de Sistema de Gestión del Mantenimiento Industrial.
2. La empresa realizará la verificación de aquellas no conformidades detectadas en la última auditoría interna. Lo cual permitirá al personal detectar oportunidades de mejora y nuevas acciones.

3. Cada integrante de la empresa debe conocer la política y los objetivos integrados de gestión. Esto se respalda sobre la base de auditorías y las verificaciones de las muestras en las áreas de trabajo.
4. Los responsables de cada área se asegurarán, sobre la base de las actividades diarias de su personal, el cumplimiento de la política y objetivos.
5. El Coordinador del SIG es el responsable de la actualización y mejora de la documentación de la empresa.
6. Tanto los procedimientos de identificación de aspectos e impactos ambientales, Identificación de peligros y evaluación de riesgo; que por ejemplo sirven para integrar y demostrar cumplimiento y mejoramiento del SIG.
7. A inicio de la implementación de dichos procedimientos, el personal no presentará logros en el entendimiento. La realización de charlas, talleres y seguimiento de los jefes de área permitirán la permanente adecuación e interés del personal.
8. La empresa ha elaborado e implementará el plan de capacitación para mejorar la competencia.
9. Durante el proceso implementación, las capacitaciones darán como consecuencia, que el personal se preste a mejorar continuamente sus actividades en beneficio propio y el de la empresa.

6.2 Recomendaciones

1. Describir de manera sencilla y de fácil entendimiento la política y objetivos integrados, ya que es el norte por el cual todo el sistema de gestión encaminará su mejora continua y deberá ser entendido por toda la organización.
2. Cuando se genera una acción correctiva no sólo se está cumpliendo con uno de los requisitos de las normas de gestión, sino que se genera una trazabilidad de información importante. Por un lado, se tiene que analizar las causas (lo cual implica reuniones de coordinación), implementar acciones (lo cual genera también reuniones de coordinaciones) y finalmente verificar que la acción ha sido eficaz. Se recomienda generar acciones que realmente satisfagan el cierre de las no conformidades detectadas, lo cual puede solucionarse con la implementación de acciones preventivas.
3. Durante los procesos de auditoría externa, en la reunión de apertura, es necesario dejar todas las dudas subsanadas. Principalmente tener en claro la metodología durante todo el proceso de auditorías.
4. Es absolutamente necesario que se entienda que una empresa es un caso extremadamente particular, podemos decir entonces que un plan de mantenimiento debe estar basado en varias facetas diferentes, por tal motivo se recomienda no buscar la solución en uno de los métodos

indicados en la tesis, si no por el contrario ser concientes de la total y absoluta necesidad de entremezclar, interrelacionar e integrar las técnicas expuestas en la tesis. Siendo concientes de que la integración no es fácil, pues se tienen que conocer todas las técnicas que se desean tomar, así como poder identificar que parte de las mismas es la mas adecuada para nuestro plan de mantenimiento.

GLOSARIO

Inclusiones y exclusiones

Este glosario incluye términos que:

- Son propios, o prácticamente propios, de la actividad de mantenimiento (por ejemplo, mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo, conservación industrial)
- No son propios de la Gestión del Mantenimiento, pero se usan de forma diferente o con un significado más concreto en este ámbito que el uso cotidiano y general (por ejemplo, fecha de inicio temprana, actividad del cronograma)

En general, este glosario no incluye:

- Términos específicos de un área en aplicación (por ejemplo, prospecto del proyecto como documento legal, propio del ámbito del desarrollo inmobiliario).
- Términos cuyo uso en el Sistema de Gestión del Mantenimiento no difiere en forma sustancial del uso diario (por ejemplo, día calendario, retraso).
- Términos compuestos cuyo significado se deduce claramente de la combinación de sus componentes.
- Variantes, cuando el significado de la variante se deduce claramente del término básico (por ejemplo, se incluye informe por excepción, pero no presentación de informe por excepción).

Como consecuencia de las inclusiones y exclusiones anteriores, este glosario contiene:

- Una cantidad preponderante de términos relativos a la Gestión del Mantenimiento, dado que muchos de estos términos usados en esta área son propios, de la Gestión del Mantenimiento.

Siglas comunes

1. CM: Corrective Maintenance / Mantenimiento Correctivo
2. MP: Mantenimiento Preventivo / Preventive Maintenance
3. SQC: Statistical Quality Control / Control Estadístico de Calidad
4. PM: Productive Maintenance / Mantenimiento Productivo
5. RCM: Reliability Centered Maintenance / Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad
6. Poka-Yoke: dispositivo a prueba de error
7. QC: Quality Circles / Círculos de Calidad
8. RCA: Root-Cause Analysis / análisis- Causa- Raíz
9. CSMM: computerized system for maintenance management / sistema computarizado para la administración del mantenimiento.
10. TPM: Total Productive Maintenance / Mantenimiento Productivo Total
11. PMO: Planned Maintenance Optimization / Optimización del Mantenimiento Planificado
12. IC: Industrial Conservation / Conservación Industrial

13. LCC: Life Cycle Cost / Costo del Ciclo de Vida
14. COPIMAN: Comité Panamericano de Ingeniería de Mantenimiento.
15. RIME: Ranking Index For Maintenance Expenditure / Índice de clasificación para los gastos de mantenimiento.
16. ICGM: Índice de Clasificación para los Gastos de Mantenimiento.
17. Código máquina: Es aquel que identifica los ítems por atender.
18. INDICE ICGM = código máquina x código trabajo.
19. IATA: International Air Transport Association.
20. OT: Orden de Trabajo.
21. AMFE: Failure Modes and Effects Analysis
22. ISO: International Organization for Standardization / Organización Internacional para la Estandarización
23. EQQC: European Organization for Quality Control
24. AFCIQ: Association Francaise pour le Controle Industriel et la Qualite / Asociación Francesa para el Control de la Calidad industrial
25. AECC: Asociación Española para el Control de la Calidad
26. CSGI: Comité del Sistema de Gestión Integrado
27. SGI: Sistema de Gestión Integrado
28. RCM : Reliability Centred Maintenance / Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad
29. TPM: Reliability Based Maintenance / Mantenimiento Basado en la Fiabilidad
30. BSC: Balance Score Card

Definiciones

1. Ratios: Es la razón o cociente de dos magnitudes relacionadas. Los ratios financieros o contables son los coeficientes que aportan unidades financieras de medida y comparación. A través de ellos, se establece la relación entre sí de dos datos financieros y es posible analizar el estado de una organización en base de sus niveles óptimos.
2. Código trabajo. Es aquel que identifica cada tipo de trabajo al que se sujetarán dichos recursos, de acuerdo con sus costos.
3. Prorrates: Repartición proporcional de una cantidad entre varios
4. Costo Fijo: Los costes fijos o costos fijos son aquellos costos que no son sensibles a pequeños cambios en los niveles de actividad de una empresa, sino que permanecen invariables ante esos cambios. La antítesis de los costos fijos son los costos variables
5. Costo Variable: Un costo variable o coste variable es aquel que se modifica de acuerdo a variaciones del volumen de producción (o nivel de actividad), se trate tanto de bienes como de servicios.
6. Gastos Indirectos: Está constituido por los gastos que no son identificables con una producción o servicio dado, relacionándose con éstos en forma indirecta.
7. No Conformidad: Incumplimiento de un requisito
8. Trazabilidad: conjunto de aquellos procedimientos preestablecidos y autosuficientes que permiten conocer el histórico, la ubicación y la trayectoria de un producto o lote de productos a lo largo de la cadena de

suministros en un momento dado, a través de unas herramientas determinadas.

9. TIR: Sigla de tasa interna de rentabilidad, también denominado rendimiento interno de un activo. Se utiliza generalmente para definir la rentabilidad de un activo de renta fija en función de comparar su cupón con su precio de mercado. Si el precio del activo sube, baja su TIR. Por el contrario, si baja su precio, se eleva su TIR.
10. VAN: Valor actual neto procede de la expresión inglesa Net present value. El acrónimo es NPV en inglés y VAN en español. Es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. La metodología consiste en descontar al momento actual (es decir, actualizar mediante una tasa) todos los flujos de caja futuros del proyecto. A este valor se le resta la inversión inicial, de tal modo que el valor obtenido es el valor actual neto del proyecto
11. Rentabilidad Técnica: Capacidad que posee un activo para generar renta, es decir, para producir rendimientos económicos en contra de su eficiencia técnica o de funcionamiento.
12. FIFO: First In, First Out / Primero en entrar, Primero en salir; es un concepto utilizado en estructuras de datos, contabilidad de costes y teoría de colas.
13. LIFO: Last In First Out / último en entrar, primero en salir; es un método para registrar el valor de un inventario. Su uso es apropiado cuando se cuenta con varios lotes de un mismo producto.

Bibliografía

1. Norma UNE-EN 13306: 2002 Terminología del mantenimiento.
2. Norma UNE-EN 13460: 2003 Documentos para el Mantenimiento.
3. Norma UNE-EN 13460: 2009 Documentos para el Mantenimiento.
4. Norma UNE-EN 13306: 2003 Contratos de mantenimiento.
5. “Contratación Avanzada del Mantenimiento”, Francisco Javier González Fernández.
6. “Mantenimiento de Instalaciones Eléctricas”, José Roldán Vilorio
7. Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), (Real Decreto 1027/2007, del 20 de julio)
8. Montaña Larios J. (2003), ISO 9001:2000-Guía práctica de normas para implantarlas en la empresa, 1ra Ed., Editorial Trillas S.A., México DF.
9. Norma Internacional ISO 9001:2000 “Sistemas de Gestión de la Calidad-Requisitos.
10. Tabla Guevara G. (1998), Guía para implantar la norma ISO 9000 para empresas de todo tipo y tamaño, 1ra Ed., Editorial MC Graw-Hill Interamericana editores S.A., México DF.
11. Sendle A., Stoll G. (1995), Calidad total y normalización–ISO 9000 las normas para la calidad en la práctica, 2da Ed., Ediciones gestión 2000 S.A. Madrid, España.

DOCUMENTOS DE LA FASE OPERATIVA

	Nombre del documento	Descripción del documento	Elementos de información
A.1	Índice del documento	Aspectos relevantes concernientes a la emisión de cada documento de mantenimiento	Numero del documento. Título del documento. Origen del documento (diseño, fabricante, línea de montaje, operación, mantenimiento, etc.). Forma del documento (papel, magnético, electrónico, etc.). Datos de revisión (fecha y nivel). Código de Situación del artículo (remisión).
A.2	Registro de activos. También conocidos como " Datos básicos del equipo".	Información básica de los artículos procedentes de las fases preparatoria u operativa. Esta información se refiere a los aspectos técnicos, contractuales, administrativos, de ubicación y de operación de un artículo, con el fin de definirlo dentro de la empresa.	Código de ubicación (algunos veces se requiere también por separado el código de ubicación orientada a producción). Nombre del artículo. Fabricante. Modelo / Tipo / Numero de serie. Fecha de fabricación. Fecha de Instalación. Plazo de garantía. Numero contable para cargar el coste. Departamento responsable del mantenimiento. Tiempo estándar estimado de mantenimiento (preventivo y correctivo). Familia (en caso de comparaciones con artículos similares). Coste de ocasión / coste de pérdida de producción. Datos básicos de mantenimiento del artículo: • Coste directo de mantenimiento. • Coste de pérdida de producción. • MTBF, MTR.... • Disponibilidad y uso. • Carácter y crítico. Otros: Remisiones a documentación técnica, listas de piezas de repuesto.
A.3	registro histórico de operaciones de mantenimiento del artículo	Lista de ordenes de trabajo de un artículo determinado. La lista será para un periodo de tiempo definido.	Código y nombre del artículo. Fecha (de emisión). Periodo de tiempo analizado (desde/hasta). Lista de ordenes de trabajo ordenada cronológicamente, que incluya: • Numero. • Fecha. • Queja / causa. • Pieza que ha fallado. • Horas de trabajo del artículo. • Fecha de registro / apertura / cierre. • Coste del trabajo cubierto por la OT.
A.4	Orden del trabajo	Documento principal a establecer para seguir y dirigir cada operación de mantenimiento	Ver anexo B (informativo)

DOCUMENTOS DE LA FASE OPERATIVA

	Nombre del documento	Descripción del documento	Elementos de información
A.5	Lista de remisiones de piezas de repuesto	Catalogo de piezas de repuesto y artículos almacenados y/o necesarios	Código del artículo. Nombre. Descripción. Ubicación de las existencias. Principal proveedor. Tiempo de antelación requerido. Precio. Unidad de medida. Unidad de Compra. Nivel mínimo. Cantidad del periodo. Código del artículo del proveedor.
A.6	Diagrama de causa efecto	Diagrama que muestra por orden de importancia, las diferentes causas que producen un efecto (fallo).	Descripción del artículo y código. Código del artículo o artículos analizados: modelo / tipo / número de serie / número / códigos de ubicación. Fecha del diagrama (fecha de creación). Periodo de tiempo analizado (desde/hasta). Lista de causas en orden descendente, incluyendo para cada causa: <ul style="list-style-type: none"> • Código de causa. • Descripción de la causa. • Importancia relativa de la causa % (en coste, tiempo perdido, números de fallos). • Importancia total (coste o tiempo perdido o numero de fallos producidos, o...).
A.7	Registro histórico de parámetros	Serie de valores dados por cualquier parámetro inspeccionado / vigilado durante un periodo de tiempo determinado	Código y nombre del artículo. Descripción del parámetro y unidades de medida. Identificaron del punto de medición. Fecha (de emisión). Periodo de tiempo analizado (desde/hasta). Para cada registro: <ul style="list-style-type: none"> • Tiempo. • Valor del parámetro. • Punto de medición (identificación). • Remisión del procedimiento técnico (cuando se requiera).
A.8	Grafico de control MTBF - MTTR	Documento informativo estadístico con valores de referencia del equipo que se consideran de mayor interés.	Código del artículo e identificación. Fecha (de emisión). Causa del fallo analizado y código. MTTR-MTBF.
A.9	Hoja de planificación	Lista de ordenes de trabajo de acuerdo con una prioridad dada.	Fecha (de emisión). Código del artículo e identificación. Periodo de planificación (desde/hasta). Lista de ordenes de trabajo clasificadas, incluyendo: <ul style="list-style-type: none"> • Numero. • Fecha esperada. • Queja/causa. • Artículo (nivel inferior).

DOCUMENTOS DE LA FASE OPERATIVA

	Nombre del documento	Descripción del documento	Elementos de información
A.10	Hoja de programación	Programación de las ordenes de trabajo y asignación de fechas para un periodo dado. Se obtiene asignando los recursos disponibles a las ordenes de trabajo acumuladas.	Fecha (de emisión). Código del artículo e identificación. Periodo de programación (desde/hasta). Lista de ordenes de trabajo clasificadas, incluyendo: • Numero. • Fecha de comienzo. • Fecha prevista de conclusión. • Queja/causa. • Artículo (nivel inferior). • Recursos requeridos por la OT.
A.11	Plan de producción	Plan de utilización de los recursos de producción (instalación, personal), definiendo la ventana de disponibilidad para operaciones de mantenimiento incluido en el cierre total o parcial.	Programa anual de producción. Programa mensual de producción. Programa semanal/diario de producción.
A.12	Hoja de disponibilidad y uso del artículo	Documento que muestra como se usa la disponibilidad del artículo	Código del artículo e identificación. Fecha (de emisión). Periodo (desde/hasta). Tiempo programado baja, alta de disponibilidad. Tiempo de uso del artículo.
A.13	Registro histórico personal	Lista de todas las actividades (ordenes de trabajo) desarrolladas por un técnico durante un periodo de tiempo dado.	Nombre y código del técnico. Fecha (de emisión). Periodo de tiempo analizado (desde/hasta). Lista de ordenes de trabajo clasificadas cronológicamente, incluyendo: • Numero. • Fecha. • Queja/causa. • Horas de trabajo del técnico.
A.14	Registro histórico de otros recursos	Lista de todas las actividades (ordenes de trabajo) en las que se ha usado un recurso. Lista cubrirá un periodo de tiempo determinado.	Nombre y código del recurso. Fecha (de emisión). Periodo de tiempo analizado (desde/hasta). Lista de ordenes de trabajo clasificadas cronológicamente, incluyendo: • Numero. • Fecha. • Queja/causa. • Cantidad de recurso empleada.
A.15	Registro histórico de coste del mantenimiento	Gastos de mantenimiento clasificados según la estructura de costes y de mantenimiento de la empresa durante un periodo de tiempo dado.	Fecha (de emisión/revisión). Periodo de tiempo analizado (desde/hasta). Elemento de estructura de costes.
A.16	Organigrama de la compañía	Ilustración grafica de las unidades de la compañía (funcionales y/o divisionales) mostrando la cadena de autoridad formal.	Fecha (de emisión/revisión). Nombre de la unidad dentro de la organización de la compañía. Principal interdependencia entre las unidades. Persona responsable (dato opcional).

DOCUMENTOS DE LA FASE OPERATIVA

	Nombre del documento	Descripción del documento	Elementos de información
A.17	Revisiones de los objetivos de calidad y políticas de mantenimiento por la dirección	Manual de sistema y política de la compañía en materia de calidad del mantenimiento	Política general. Principios que la gobiernan. Organización y responsabilidad. Elementos del sistema de calidad del mantenimiento. Lista de documentos relevantes para la calidad.
A.18	Procedimiento de contratación del mantenimiento y sus enmiendas	Lista de comprobación de los puntos a verificar a revisar un contrato	Política de contratación de la compañía. Lista de puntos concretos a comprobar para todos los capítulos del contrato indicados en A.19 (ver ENV 13269)
A.19	Contratos de Mantenimiento y sus enmiendas	Conjunto de contratos de mantenimiento puestos al día y en vigor, incluidas sus enmiendas.	De acuerdo con ENV 13269
A.20	Procedimiento para revisar las causas de fallos críticos	Instrucciones relativas a la revisión periódica de las causas de fallos de carácter crítico.	Registro histórico de fallos críticos por máquina/elemento (artículo). Coste de los fallos. Causas del fallo (ver IEC 60050 191). Trabajo realizado. Lista de distribución de resultados.
A.21	Procedimiento para evaluar el tiempo de operaciones de mantenimiento por fallos críticos (MTTR, MTM)	Descripción de las técnicas a utilizar para la medición del trabajo.	Registro histórico de fallos críticos por máquina/elemento (artículo). Tiempo entre fallos. Tiempo empleado para reparar cada uno de los fallos.
A.22	Procedimiento para controlar los documentos y datos de mantenimiento	Lista de comprobación de los puntos a verificar al revisar o actualizar los documentos y datos de mantenimiento	Lista de documentos de mantenimiento disponibles. Heroicidad de revisión/actualización. Lista de los puntos a verificar.
A.23	Privilegios de usuario del sistema de información del mantenimiento	Lista de usuarios del sistema de información del mantenimiento; sus funciones y sus niveles de acceso	Nombre del usuario. Función del usuario. Número de código y nivel de la autorización de acceso.
A.24	Manual del sistema de información del mantenimiento	Guía e instrucciones para utilizar de manera apropiada el sistema de información del mantenimiento, y niveles de acceso autorizados al sistema de información del mantenimiento	Funciones, operaciones y procedimientos a seguir. Lista de error del sistema. Código de nivel de acceso. Lista de operaciones autorizadas.
A.25	Proveedores de mantenimiento aceptables	Lista de proveedores cualificados de servicios de mantenimiento	Dirección. Propietario. Tamaño. Ocupación. Situación financiera. Referencias. Proximidad. Evaluación.

DOCUMENTOS DE LA FASE OPERATIVA

	Nombre del documento	Descripción del documento	Elementos de información
A.26	Procedimiento para la evaluación de los proveedores de mantenimiento	Lista de comprobación para investigar/evaluar proveedores de servicios de mantenimiento.	Propiedad. Años de antigüedad en el negocio. Tamaño. Facturación. Plantilla. Equipo e instalaciones. Grado de ocupación. Situación financiera. Formas de contratación. Referencias. Experiencia. Evaluación. Proximidad.
A.27	Procedimiento	Instrucciones para la adquisición técnica	Definiciones. Demandas de compra. Petición de ofertas. Selección de ofertas. Ordenes de compra. Especificaciones técnicas y generales. Condiciones comerciales y legales. Condiciones de pago. Control de costes. Estándares aplicados.
A.28	Ordenes de compra de elementos de mantenimiento	Petición escrita para la confección o suministro de elementos de mantenimiento.	Numero de pedido. Fecha. Para cada elemento de mantenimiento: • Código de artículo. • Descripción/especificaciones del artículo. • Cantidad. • Precio. Destino (almacén o empleo directo). Tiempo de antelación. Condiciones comerciales.
A.29	Procedimiento de verificación de los artículos comprados	Lista de los aspectos a comprobar y especificaciones del procedimiento de verificación.	Ordenes de compra. Catálogo del proveedor. Tarjeta de maquina. Instrucciones de mantenimiento. Catálogo de artículos almacenados.
A.30	Verificaciones de los artículos adquiridos	Informe de recepción (p. ej.: copia orden de compra).	Código del artículo. Fecha de entrada y cantidad recibida. Condición de artículos.
A.31	Procedimiento para controlar los artículos suministrados	Lista de aspectos a comprobar y especificaciones del procedimiento de verificación	Ordenes de compra. Catálogo del proveedor. Tarjeta de maquina. Instrucciones de mantenimiento. Catálogo de artículos almacenados.

DOCUMENTOS DE LA FASE OPERATIVA

	Nombre del documento	Descripción del documento	Elementos de información
A.32	Situación de los productos suministrados	Petición interna por escrito para controlar los elementos de mantenimiento suministrado por el cliente.	Numero del pedido y fecha. Para cada elemento: • Código del artículo. • Descripción. • Especificaciones • Cantidad • Coste estimado Destino de los elementos. Plazo de entrega.
A.33	Procedimiento para la identificación de los artículos	Normas para la codificación de los artículos: codificación de la ubicación de la planta y como enlazan uno y otro código	Código de formato de artículo. Código de formato ubicación. Código de formato artículo - ubicación. Formato de referencia del catalogo del proveedor
A.34	Procedimiento para la localización	Normas para registrar las diferentes ubicaciones de un artículo en la planta a lo largo del tiempo.	Formato de registro de código de ubicación del artículo en el tiempo, y gestión de estos registros.
A.35	Procedimiento para controlar las actividades de mantenimiento	Lista y forma de los informes de mantenimiento.	Elementos para planificar, entre otras, las actividades de mantenimiento. Atribución de prioridades. Cumplimiento del calendario previsto. Eficiencia del trabajo. Coste de material. Coste del porcentaje de tiempo fuera de servicio por mantenimiento. Recomendaciones y plan de acción.
A.36	Procedimiento para una actividad de mantenimiento genérica.	Normas para desarrollar una actividad de mantenimiento genérica.	Naturaleza y secuencia de su actividades. Precauciones a adoptar. Medios. Herramientas y recursos necesarios. Objetivo a alcanzar.
A.37	Procedimientos para desarrollar las actividades de mantenimiento crítico.	Normas para desarrollar actividades de mantenimiento específicas con impacto directo sobre los medios de producción	Naturaleza y secuencia de su actividades. Precauciones a adoptar. Medios. Herramientas y recursos necesarios. Objetivo a alcanzar.
A.38	Procedimiento para observación y pruebas de los artículos (durante parada y en operación)	Normas para llevar a cabo la observación y las pruebas.	Naturaleza y secuencia de subactividades. Precauciones a adoptar. Medios. Herramientas y recursos necesarios. Objetivo a alcanzar.
A.39	Artículos de entrada para mantenimiento urgente, sin verificación.	Registro de artículos de entrada para uso directo.	Numero de pedido / Orden de trabajo. Fecha de llegada. Proveedor. Departamento solicitante. Fecha de emisión. Para cada artículo: • código de artículo. • Designación.
A.40	Procedimiento para calibrar equipos de ensayo de carácter crítico.	Pautas para la calibración de los instrumentos.	Naturaleza y secuencia de subactividades. Precauciones a adoptar. Medios. Herramientas y recursos necesarios. Objetivo a alcanzar.

DOCUMENTOS DE LA FASE OPERATIVA

	Nombre del documento	Descripción del documento	Elementos de información
A.41	Procedimiento para identificar los equipos de ensayo que afectan a la eficiencia media de la producción (equipos de ensayo críticos)	Pautas para analizar las causas raíces de la baja de eficiencia de los equipos de ensayo de carácter crítico.	Naturaleza y secuencia de subactividades. Precauciones a adoptar. Medios. Herramientas y recursos necesarios. Objetivo a alcanzar.
A.42	Registro de calibración de los equipos de ensayo de carácter crítico.	Registro de calibración de instrumentos que muestra el estado de un medio de producción, especialmente de los de carácter crítico.	Numero de código del equipo de ensayo. Fecha y hora. Datos de calibración. Numero de registro de calibración.
A.43	Procedimiento para identificar, documentar, etc. condiciones defectuosas de algún producto debidas a mantenimiento	Documento de la línea de producción dando cuenta de condiciones defectuosas debidas a mantenimiento	Informe a la función, mantenimiento que contiene: <ul style="list-style-type: none"> • Semana numero. • Día. • Ritmo (de producción nominal). • Ritmo real. • Evolución de la producción diaria. • Tiempos de parada no previstos. • Costes de parada. • Acciones adoptadas. • Parada prevista. • Reanudación. • Volumen de refección. • Volumen de producto bien hecho a la primera.
A.44	Procedimiento para acciones preventivas y correctivas	Instrucciones de mantenimiento describiendo las acciones preventivas y correctivas a adoptar.	Numero y nombre del documento. Ubicación. Descripción del trabajo de mantenimiento. Responsabilidad/oficio. Horas-hombre estándar requeridos.
A.45	Procedimientos de manejo, almacenaje, embalaje, protección y entrega.	Instrucción para la organización del almacén técnico.	Organización material y administrativa del almacén. Entradas. Retiradas y reordenación del material. Condiciones de almacenaje para los materiales delicados, perecederos, inflamables y contaminantes.
A.46	Control de los registros de mantenimiento	Libro-diario de todos los registros.	Mantenimiento de los registros. Historial (fecha y descripción del suceso) de todas las observaciones importantes y labores de mantenimiento llevadas a cabo.
A.47	Procedimientos para planear y realizar inspecciones internas del mantenimiento	Instrucción para la realización de inspecciones del mantenimiento.	Ámbito de validez. Objetivos. Fases de planificación y ejecución. Inspectores. Analistas. Informe y plan de acción. Seguimiento.
A.48	Inspecciones internas de mantenimiento	Lista de aspectos a comprobar, indicando el nivel mínimo de rendimiento requerido y resultados obtenidos.	Atraso de evaluaciones prioritarias. Cumplimiento del programa. Eficacia de la labor. Coste de material. Coste porcentual de la parada para mantenimiento. Recomendaciones y plan de acción.

DOCUMENTOS DE LA FASE OPERATIVA

	Nombre del documento	Descripción del documento	Elementos de información
A.49	Procedimiento de seguimiento de las acciones correctivas derivadas de las inspecciones internas.	Planes de actuación con revisiones periódicas de progresos realizados.	Acciones a adoptar sobre la base de las observaciones o inspecciones en el campo del equipo, edificios, herramental y vehículos. Organización (estrategia, métodos, sistemas, estándares). Pautas de actuación (tipo de mantenimiento / categoría de responsabilidad del producto / calidad, protección de la salud y del trabajo, salvaguardia del elemento, protección del medio ambiente).
A.50	Procedimiento para identificar las necesidades de formación	Plan de actuación con revisión periódica de progresos realizados.	Acciones a adoptar sobre la base de las observaciones o inspecciones en el terreno de la formación del personal.
A.51	Expediente personal de conocimientos y formación.	Hoja de datos del personal.	Educación básica. Historial profesional. Programa de formación. Conocimientos específicos. Pruebas oficiales de los mismos.
A.52	Procedimiento para controlar verificar y dar cuenta de servicios suministrados que afectan a las actividades de mantenimiento	Lista de cotejo (checklist) para evaluación.	Contrato de servicio. Lista de aspectos a examinar. Rendimiento esperado en condiciones de producción.
A.53	Servicio suministrado para mantenimiento	Informe final o intermedio sobre los servicios suministrados.	Coste. Progreso del trabajo. Ordenes de cambio. Aceptación del trabajo. Sugerencias de mejoras.
A.54	Procedimiento para controlar la aplicación de técnicas estadísticas	Pautas para el control estadístico.	Naturaleza y secuencia de subactividades. Precauciones a adoptar. Medios. Herramientas y recursos necesarios. Objetivo a alcanzar.
A.55	Procedimiento para obedecer las leyes y reglamentos	Pautas para los procedimientos para obedecer las leyes y reglamentos	Referencia de las leyes y reglamentos. Cuestiones Relevantes. Responsabilidad. Que hacer, cuando, donde.

PUNTOS DE INFORMACION EN LA ORDEN DE TRABAJO

	Punto de información en la orden del trabajo	Descripción del punto de Información
B.1	Numero	Código asignado a una OT. Este código es único para cada orden de trabajo
B.2	Peticionario	Nombre de la persona autorizada que solicita el servicio de mantenimiento
B.3	Fecha de registro	Fecha de emisión de la orden de trabajo.
B.4	Fecha de apertura	Fecha de comienzo del cumplimiento de la OT.
B.5	Fecha de Cierre	Fecha en que queda completada la OT. El trabajo correspondiente ha concluido
B.6	Código del articulo	Código asignado al equipo dentro de la estructura física de la planta. Este código es único para cada elemento.
B.7	Ubicación del articulo	Código correspondiente a la ubicación geográfica del equipo dentro de la planta. Normalmente se agrega o se incluye en el código del equipo.
B.8	Horas de funcionamiento del equipo	Parámetro que permite registrar la utilización del equipo. Puede ser diferente carácter: numero de operaciones. Piezas, calendario natural...
B.9	Tipo de mantenimiento	Código relativo a la naturaleza de la actividad de mantenimiento (por ejemplo: preventivo eléctrico, nueva instalación...); por lo general esta relacionado con la estructura de costes.
B.10	Prioridad	Código para proporcionar información sobre la procedencia necesaria entre las OT para su activación. En algunos casos la prioridad tiene que ver con el carácter crítico.
B.11	Normas de seguridad y medioambiente	Relación con posibles exigencias de seguridad y de protección del medio ambiente en la ejecución del trabajo de mantenimiento, tanto obligatorias como recomendadas.
B.12	Justificación de retención	Razón por que una OT ya empezada a ejecutar no se esta realizando en el momento. También debe incluirse el tiempo de parada por cada retención.
B.13	Frecuencia	Tiempo entre intervenciones de mantenimiento dentro de las operaciones cíclicas.
B.14	Fecha de la ultima intervención	Fecha más reciente en la que fue realizada una operación determinada de mantenimiento cíclico.
B.15	Estimación de recursos	Volumen de diferentes recursos que se piensa utilizar para cumplimentar la OT en una intervención cíclica.
B.16	Lista de cotejo (cheklist)	Relación de puntos a inspeccionar dentro de una operación de mantenimiento cíclico. Normalmente debe tratarse de actividades de mantenimiento de primera fila.
B.17	Queja	Razón por la que se emite una OT. Síntoma del fallo, normalmente detectado por el usuario del equipo.
B.18	Pieza que falla	Componente que funciona mal en el equipo. Reparación o sustitución de esta pieza y descripción de la puesta en practica de estas medidas.
B.19	Causa de fallo	Razón determinante del fallo de la pieza, según el criterio del técnico del mantenimiento

PUNTOS DE INFORMACION EN LA ORDEN DE TRABAJO

	Punto de información en la orden del trabajo	Descripción del punto de Información
B.20	Código del procedimiento técnico	Enlace con la documentación técnica que contiene la información relativa a la forma correcta de actuar. Dicha documentación debe incluir también las herramientas adecuadas que se requieren.
B.21	Descripción de la actuación	Explicación de las operaciones que se han desarrollado.
B.22	Volumen d trabajo	Horas de trabajo empleadas para la ejecución de la OT. Deberá especificarse la clase de horas: jornada, normal, nocturnas, extraordinarias, etc.
B.23	Tipo de trabajo	Categoría profesional o conocimientos de aquellos que hayan cumplimentado la OT.
B.24	Personal	Lista de todos los operarios de mantenimiento que participaron en la ejecución de la OT.
B.25	Referencia de repuestos	Lista de códigos de todas las piezas de repuesto utilizadas en la ejecución de la OT.
B.26	Cantidad de repuestos	Numero de piezas de repuesto de cada tipo utilizadas en a ejecución de la OT.
B.27	Mano de obra ajena	En el caso de que para cumplimentar la OT se emplease un proveedor exterior de servicio bajo contrato, relacionar todos los operarios ajenos que participaron.
B.28	Piezas de repuesto del exterior	En el caso de que para cumplimentar la OT se emplease un proveedor exterior de servicio bajo contrato, relacionar el código de todas las piezas de repuesto utilizadas.
B.29	Otros servicios del exterior	En el caso de que para cumplimentar la OT se emplease un proveedor exterior de servicio bajo contrato, describir los servicios realizados.
B.30	Aceptación	Recepción del trabajo del mantenimiento