



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

**LA CALIDAD EN EL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL
Y SU IMPACTO EN LA PRODUCTIVIDAD
DE UNA EMPRESA**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
ÁREA INDUSTRIAL**

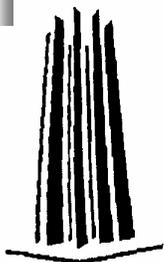
P R E S E N T A

PATRICIA FERNÁNDEZ SALDÍVAR

ASESOR: ING. CASSIODORO DOMÍNGUEZ CRISANTO

San Juan de Aragón, Edo. De México

2008





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A **Dios:**

Por la vida y por todas las bendiciones y Protección que me ha dado.

A **mis padres**, Salvador y Patricia :
Por sus consejos, apoyo, sacrificios y ejemplo a seguir, ya que sin ellos no hubiera logrado esto.

A **mi esposo**, Omar:

Por la comprensión, apoyo y cariño incondicional que me fortalece, me impulsa y me ayuda a tratar de ser cada día mejor persona.

A **mi hijo**, Omar Yahir:

Por ser la motivación de todos mis días y mi fortaleza y consuelo con tan solo sonreír.

A **mi hermano**, Fabian:

Por su apoyo incondicional durante toda mi carrera.

A **mi asesor**, Cassiodoro Domínguez Crisanto:
Por su apoyo, comprensión y paciencia.

A **mis profesores:**

Por haber compartido sus Conocimientos conmigo

A mi **Universidad:**

Por su abrigo y por darme la oportunidad de ver cristalizada una de mis metas en la vida.

“Dame, Señor, Agudeza para Entender
Capacidad para Retener,
Método y Facultad para Aprender,
Sutileza para Interpretar,
Gracia y Abundancia para hablar.

Dame acierto al Empezar,
Dirección al Progresar y
Perfección al Acabar”.

Santo Tomás de Aquino

CONTENIDO

	Pagina
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO 1	
La Calidad en las Empresas Industriales	3
1.1 La Evolución de la Calidad	4
1.1.1 La Inspección de la Calidad Hecha por los Trabajadores	4
1.1.2 Los Supervisores y la Calidad	4
1.1.3 Los inspectores de Calidad	5
1.1.4 Control Estadístico del proceso	5
1.2 Sistemas de Aseguramiento de Calidad	7
1.2.1 Generalidades	8
1.2.2 Origen y Evolución del Sistema TQM	9
1.2.3 Origen y Evolución del Sistema de Calidad ISO-9000	11
1.2.4 Origen y Evolución del Sistema QSR	13
1.2.5 ISO-14000 Hacia el Futuro Próximo	14
1.2.6 Reingeniería	15
CAPITULO 2	
El Mantenimiento Industrial	20
2.1 El Concepto de Mantenimiento, Objetivos y Funciones	20
2.2 Principios para el Diseño del Sistema de Mantenimiento	22
2.3 Evolución de los sistemas de mantenimiento	23
2.4 Tipos de Mantenimiento	25
2.4.1 Mantenimiento Contingente	25
2.4.2 Mantenimiento Correctivo	25
2.4.3 Mantenimiento Correctivo Programable	26
2.4.4 Mantenimiento Preventivo	26
2.4.5 Mantenimiento Predictivo	29
2.4.6 Mantenimiento Periódico	29
2.4.7 Mantenimiento Progresivo	30
2.4.8 Mantenimiento Analítico	31
2.4.9 Mantenimiento Técnico	31
2.4.10 Mantenimiento Sintomático	31
2.4.11 Mantenimiento Continuo	31
2.4.12 Mantenimiento Mixto	32
2.4.13 Mantenimiento Dirigido	32
2.4.14 Sistema TPM (Mantenimiento Productivo Total)	32
2.5 Costos del Mantenimiento	37

CAPITULO 3	
La Administración del Mantenimiento	45
3.1 Términos y Conceptos Utilizados en el Mantenimiento	46
3.2 El Proceso Administrativo	48
3.2.1 Planeación	49
3.2.2 Organización	49
3.2.3 Ejecución	50
3.2.4 Control	50
3.3 La Inspección del Mantenimiento	51
3.3.1 Inspección Preventiva	52
3.3.2 Programas de Visitas e Inspecciones	54
3.3.3 Informes de Calidad del Servicio	58
3.3.4 Inspección Correctiva	60
3.4 Administración de la Maquinaria de Mantenimiento	60
CAPITULO 4	
Análisis del Trabajo de Mantenimiento	65
4.1 Mejora a los Métodos de Trabajo	66
4.1.1 Introducción al Estudio de Métodos	66
4.1.2 Métodos y Procesos en Tareas Especializadas de Mantenimiento	70
4.1.3 Métodos y Procesos en Trabajo Rutinario de Mantenimiento	74
4.1.4 Métodos y Procesos para el Mantenimiento Preventivo	79
4.1.5 Métodos y Procedimientos para la Selección y Capacitación de los Recursos Humanos	80
4.1.6 Métodos y Procedimientos para la Selección de Herramientas y Maquinaria	81
4.1.7 Métodos y Procedimientos para la Adquisición y el Control de los Materiales y Suministros	82
4.2 Fijación de Tiempos Tipo a los Métodos de Trabajo	83
4.2.1 Introducción a las Técnicas de Medición del Trabajo	84
4.2.2 Estudio de Tiempos Cronometrados	84
4.2.3 Muestreo del Trabajo	85
4.2.4 Control Estadístico de los Métodos de Mantenimiento	89
CAPITULO 5	
La Calidad en el Mantenimiento Industrial	98
5.1 Calidad en la Planeación y Programación del Mantenimiento	99
5.1.1 Aplicación de los Principios Básicos de la Programación del Mantenimiento	101
5.1.2 Métodos de Programación	104
5.1.2.1 Gestión Automática de los Depósitos	107
5.1.3 Aplicación del PERT-CPM en Mantenimiento	109
5.1.3.1 Plan de Mantenimiento	112
5.2 Calidad en el Control del Mantenimiento	113
5.2.1 Programas de Inspección y Verificación	114

5.3 Control de Calidad en los Trabajos de Mantenimiento	115
5.3.1 Factores Relacionados con los Procedimientos y Normas	116
5.3.2 Factores Relacionados con el Personal	116
5.3.3 Factores Relacionados con los Materiales	116
5.3.4 Factores Relacionados con Herramientas y Equipos	116
5.4 Círculos de Calidad	117
5.4.1 Relación del mantenimiento y la Calidad	117
5.5 Auditoria y Mejora Continua de los Sistemas de Mantenimiento	120
5.5.1 Factores en el Esquema de Calificaciones de Auditoria	122
CAPITULO 6	
Productividad	125
6.1 Introducción	126
6.2 Factores de la Productividad	127
6.2.1 Factores Internos	127
6.2.1.1 Factores Duros	128
6.2.1.2 Factores Blandos	129
6.2.2 Factores Externos	129
6.3 La Productividad en las Operaciones de Manufactura	130
6.3.1 Reducción de desperdicios	130
6.3.2 Esquemas con Calidad Humana	131
6.4 Manufactura Esbelta	132
6.5 La Productividad en el Mantenimiento	135
6.5.1 El TPM	136
6.5.2 La Implementación del TPM	138
6.5.3 Procesos Fundamentales del TPM	140
6.6 Dirección por Políticas (Hoshin Kanri)	141
6.6.1 Mejoras Enfocadas (Kobetsu Kaizen)	141
6.7 Visión Tradicional de la División del Trabajo en Plantas Industriales	144
6.7.1 Desarrollo de Trabajadores Competentes en el Manejo de los Equipos	145
6.7.2 Creación de un Lugar de Trabajo Grato y Estimulante	146
6.7.3 Limpieza como Medio de Verificación del Funcionamiento del Equipo	146
6.7.4 Empleo de Controles Visuales	147
6.8 Aportes del TPM a la Mejora de Mantenimiento Preventivo	147
6.8.1 Etapas del Mantenimiento Progresivo	148
6.8.2 Mantenimiento de Calidad	150
6.8.2.1 Etapas del MC	151
6.9 Estrategias para la productividad	151
6.9.1 Estrategia de las 5 "S" - Conceptos Fundamentales	151
6.9.2 Necesidad de la Estrategia de las 5 "S"	152
6.9.3 Paradigmas que Imposibilitan la Implantación de las 5"s"	152
6.10 Paradigmas de la Dirección	152
6.10.1 Es Necesario Mantener los Equipos Sin Parar	152
6.10.2 Los Trabajadores no Cuidan el Sitio ... Para que perder Tiempo	153

6.10.3 Hay Numerosos Pedidos Urgentes para Perder el Tiempo Limpiando	153
6.10.4 Creo que el Orden es el Adecuado no Tardaremos Tanto Tiempo	153
6.10.5 ¿Contrate un Trabajador Inexperto para que Realice la limpieza ... Sale más Barato	153
6.10.6 Paradigma de los Operarios	153
6.10.7 Me Pagan para Trabajar no para Limpiar	153
6.10.8 ¿Levo 10 años ... Por que debo Limpiar?	153
6.10.9 Necesitamos más espacio para guardar todo lo que tenemos	154
6.11 Definiciones	154
6.11.1 ¿Que es Seiri? (Seiri - Clasificar)	154
6.11.2 ¿Que es Seiton? (Seiton - Ordenar)	154
6.11.3 ¿Que es Seiso? (Seiso - Limpiar)	155
6.11.4 ¿Que es Seiketsu? (Seiketsu - Estandarizar)	155
6.11.5 ¿Que es Shitsuke? (Shitsuke - Disciplina)	156
6.12 Implantación de las 5 "S"	157
6.12.1 Como Implantar Seiri - Clasificación	157
6.12.1.1 Procedimiento	158
6.12.2 Como Implantar Seiton - Orden	159
6.12.2.1 Implantación	160
6.12.3 Como Implantar Seiso - Limpieza	162
6.12.4 Como Implantar Seiketsu - La Limpieza Estandarizada	164
6.12.5 Como Implantar Shitsuke - Disciplina, Propósito	164
6.13 5 "S" para Mejora de la Seguridad	166
6.13.1 Restos en la Transformación de la Función de Mantenimiento	167
6.13.2 Crear una Cultura de Trabajo en Equipo e Involucrar a Todo el Personal	167
6.13.3 Desarrollo de Nuevos Modelos de Mantenimiento Fundamentados en el Conocimiento	167
6.13.4 Crear Depósitos de Conocimiento y Facilitar su Acceso	168
6.13.5 Fomentar el Ambiente Propicio para los Conocimientos	168
6.13.6 Aprender mediante el Análisis y Solución de Problemas	168
6.14 Implantación del TPM	169
6.14.1 Resistencia al Cambio en las Empresas	170
6.14.2 Descripción	171
6.14.3 Formulación	171
6.14.4 Teorías del Problema	171
6.14.5 Encuesta	172
6.15 Benchmarking y Mantenimiento de Clase Mundial	173
CONCLUSIONES	174
BIBLIOGRAFÍA	177
MESOGRAFÍA	178
GLOSARIO DE TÉRMINOS	179
APENDICE	182

INTRODUCCIÓN

La situación actual en México y los constantes cambios que ha sufrido durante toda su evolución la industria manufacturera, han hecho que los ejecutivos y estudiosos necesiten cada vez y mejores herramientas que les permitan adquirir conocimientos y actualizarse dentro de las innovaciones tecnológicas y sistemas para mejorar la productividad; como puede ser el mantenimiento industrial, el cual surge a raíz de las necesidades de preservar los recursos por medio de los cuales se produce algún bien o servicio.

Sin embargo todos los métodos, maquinarias, herramientas y procesos han evolucionado y por lo tanto el mantenimiento también ha tenido que hacerlo, dividiéndose en diferentes tipos que se adaptan a las condiciones y etapas específicas de las empresas; no obstante sigue siendo un punto que no ha sido explotado en toda su capacidad.

La mayoría de los administradores y empresarios tienen la idea de que el mantenimiento es una "acción que se lleva a cabo para evitar o arreglar cualquier falla o desperfecto en las máquinas y/o equipos"; y no es que esté del todo mal su concepto, sino que ahora resulta obsoleto, de tal manera que se necesita ir más allá y descubrir todos sus alcances.

La decisión de realizar el presente trabajo nace después de observar la falta de conocimiento y de interés en el mantenimiento, principalmente en México por parte de los empresarios y que causa día con día una serie de errores que se ven reflejados en las utilidades de las empresas en general.

El objetivo principal es proporcionar los medios para poder implementar un sistema de calidad en el mantenimiento y elevar así la productividad de una empresa.

A lo largo de 6 capítulos que conforman esta tesis se mostrarán formas de análisis, técnicas y métodos mejorados para sistemas determinados que además puedan adaptarse a cambios futuros, tratando de dar un nuevo enfoque de lo que es el mantenimiento, sus alcances y beneficios.

Aplicando calidad al mantenimiento tal y como se hace en las áreas productivas en cualquier empresa de tipo industrial, podemos mejorar muchas cosas de las áreas que las conforman, pero en especial obtendremos un incremento en su nivel de productividad.

En el capítulo 1 se mostrara un marco teórico acerca de los que es la calidad y sus orígenes desde que solo era concebida como una mera característica de "estética" la cual solo podría ser evaluada conforme el criterio de la persona que requería el artículo, así como la evolución de este concepto y su transición a "funcionalidad de los artículos" que aunado a las exigencias de los clientes que cada vez son mayores debido a la competencia, han originado la creación de herramientas como el control estadístico e incluso el desarrollo de sistemas muy extensos y universales que permitan el aseguramiento de los productos conforme a las necesidades de los clientes como es el caso de la serie ISO-9000 e incluso la misma reingeniería.

Así como la calidad el concepto de mantenimiento surgió por la necesidad de asegurar o reestablecer la funcionalidad de los bienes y /o servicios, y esta evolución se muestra en el capítulo 2 que además narra los diferentes conceptos, sistemas y estilos de mantenimiento que han surgido en forma general pues cada empresa desarrolla sus sistemas conforme a sus necesidades, dependiendo de los productos que fabrique, las máquinas o equipos con los que cuenta y hasta el estilo de administración y dirección que la rigen.

En el capítulo 3 se habla acerca de los conceptos de la administración (planeación, organización, ejecución y control) aplicados al mantenimiento que se quiera utilizar la cual es la inspección, sus tipos y como aplicarla, dando así una propuesta que sean más eficaces y adecuados a nuestro tiempo.

En el capítulo 4. se realiza un análisis de los métodos de trabajo de mantenimiento que se llevan a cabo actualmente para después realizar una propuesta de métodos mejorados así como la aplicación de algunas herramientas estadísticas y de estudio de métodos y muestreo de trabajo como es el caso del estudio de tiempos cronometrados.

El capítulo 5 propone una forma de aplicar un control de calidad dentro de los procesos y tareas de mantenimiento así como algunas técnicas de control como es el caso de gráficos de Gannt y el método de la ruta crítica, además se muestran las auditorias como herramientas de control y evaluación de los trabajos de mantenimiento.

Y por último el capítulo 6. Muestra el impacto que tiene en la productividad de una empresa el aplicar calidad al mantenimiento, se detalla lo que es la metodología TPM y se muestran algunos conceptos modernos como es la manufactura esbelta y los nuevos estilos de dirección.

Así que después de analizar dichas secciones el lector podrá conocer los diferentes tipos de mantenimiento para poder aplicar el que más le convenga, además de las tendencias hacia el futuro.

Pero sobre todo, la intención de este trabajo es crear la conciencia de la importancia, magnitud e impacto del mantenimiento industrial en las empresas.

CAPÍTULO 1



La Calidad en las Empresas Industriales

1.1 La Evolución de la Calidad

Se puede considerar que la calidad se conocía desde la antigüedad cuando se observa hoy en día la gran cantidad de obras maestras y monumentos que reflejan el sentido estético y armonioso que plasmaban los artistas en estas. Para entonces Calidad era igual a excelencia, y el concepto era tal que se consideraba como obra perfecta solo aquella que no tenía ningún defecto. La presencia de uno de éstos, por pequeño que fuera, era suficiente para calificar a la obra como anómala.

La perfección se relacionaba directamente con las mejores expresiones culturales, como las obras maestras de arte en cualquiera de sus manifestaciones; sin embargo, debido a la importancia que comenzó a tener la actividad de manufactura a partir de la transformación industrial, los términos de Perfección y Calidad se fueron orientando cada vez más a los productos que son el resultado esta actividad.

1.1.1 La Inspección de la Calidad hecha por los Trabajadores

Los trabajos de manufactura en la época preindustrial eran prácticamente labores de artesanía y tenían mucho que ver con la obra de arte. El artesano ponía todo su empeño en hacer lo mejor posible cada una de sus obras cuidando incluso que la presentación del trabajo satisficiera los gustos estéticos de la época, dado que de la perfección de su obra dependía su prestigio. El juicio acerca de la calidad del producto tenía entonces su base en la relación personal que se establecía entre el artesano y el usuario. Cuando alguien necesitaba un producto, como podía ser una herramienta, o un traje, exponía sus necesidades al fabricante, quien lo elaboraba de acuerdo con los requerimientos establecidos por el cliente.

Como eran trabajos “hechos a la medida”, el fabricante sabía de inmediato si su trabajo había dejado satisfecho al cliente o no con solo ver su reacción al momento de entregarle el producto terminado. Esto era posible por que la demanda de bienes en general no era tan elevada y permitía que se elaborara un artículo para cada persona siendo el artesano o especialista el único responsable de la “Calidad del producto” puesto que él desarrollaba el trabajo desde el inicio y hasta el final. Este concepto de armonía y estética conferida de manera individual, continuó posiblemente hasta finales del siglo XIX.

1.1.2 Los Supervisores y la Calidad

En la década de los 20's durante la Primera Guerra Mundial la producción de armamento fue bastante lenta debido a que los artesanos agrupados en naves industriales, efectuaban su trabajo a la “antigua”, provocando con esto serios retrasos y fue entonces cuando se hizo necesario desarrollar métodos avanzados de manufactura para aumentar la producción, cumplir con el suministro y unificar criterios entre los artesanos para que el producto funcionara y se elaborará más rápido. Para controlar esta gran actividad, fue necesario contar con supervisores de producción cuya responsabilidad era que el personal a su cargo cumpliera con estos aspectos. En esta etapa se considera que el concepto de Calidad estuvo asociado a la “funcionalidad” del producto manufacturado.

1.1.3 Los Inspectores de Calidad

Hacia los años cuarenta se inicio la Segunda Guerra Mundial y con ella la necesidad de elevar la producción para satisfacer la demanda de armamento, se incrementa el personal en las fábricas, se crean nuevos procesos y los supervisores son insuficientes para asegurar el cumplimiento de la producción y su buen funcionamiento, además de que era necesario ver si el artículo al final de la línea de producción era apto o no, para el uso que estaba destinado.

Por eso, en las fábricas se vio la conveniencia de introducir departamentos especiales, a cuyo cargo estuviera la tarea de inspección, independientes de los de producción, y que fueran responsables de verificar y probar la funcionalidad del producto. A este nuevo organismo se le denominó Departamento de Control de Calidad.

Dentro de este departamento los inspectores tiene como propósito examinar de cerca y en forma crítica el trabajo para comprobar su calidad y detectar los errores.

La inspección debe llevarse a cabo no solo en forma visual, sino además con ayuda de instrumentos de medición, posteriormente se deben hacer estudios de tiempos y movimientos. Sin embargo un gran problema que originó la sustitución de los inspectores de Calidad, fue que las fallas eran detectadas una vez que habían ocurrido y no se llevaban a cabo en ningún momento acciones que pudieran prevenirlas, esta cuestión elevaba enormemente los costos de los productos por los desperdicios y bajas de producción que esto provocaba.

1.1.4 Control Estadístico del Proceso

En la antigüedad los departamentos de control de calidad se encargaban de inspeccionar al 100% todos los productos causando así retrasos en las entregas. En consecuencia se buscaron métodos y técnicas que facilitarían la inspección, creándose conceptos y principios formales de la estadística y el muestreo.

Las técnicas del muestreo parten del hecho de que en una producción masiva es imposible inspeccionar todos los productos, para diferenciar los buenos de los malos. De ahí la necesidad de verificar un cierto número de artículos entresacados de un mismo lote de producción, para decidir sobre esta base si el lote entero es aceptable o no. Sin embargo esta forma de proceder incluye riesgos: debido a los defectos de unas cuantas muestras se puede rechazar todo un lote de producción aceptable, como también puede pasar como bueno un lote que en realidad debería ser rechazado, lo que demuestra que en toda producción industrial se da variación en el proceso y que ésta debe ser estudiada con los principios de la probabilidad y estadística.

Se observó que no pueden producirse dos partes con las mismas especificaciones, lo cual se debe entre otras cosas a las diferencias que se dan en la materia prima, a las diferentes habilidades de los operarios y a las condiciones en que se encuentre el equipo. Más aún, se da variación en las piezas producidas por un mismo operador y con la misma maquinaria.

Ahora no se trata de suprimir la variación, sino de ver “que rango es aceptable sin que de origen a problemas”. Por tal motivo, se desarrollaron técnicas sencillas para determinar dichos límites y gráficas de control en las que se pueden representar los resultados. Se crearon tablas de muestreo basadas en el concepto de niveles aceptables de calidad en las que se determinaba el máximo por ciento de defectos que se podía tolerar para que la producción pudiera ser considerada como satisfactoria ejemplo de esto son las tablas MIL-STD -105D (muestreo por atributos) y MIL-STD-414 (muestreo por variables).

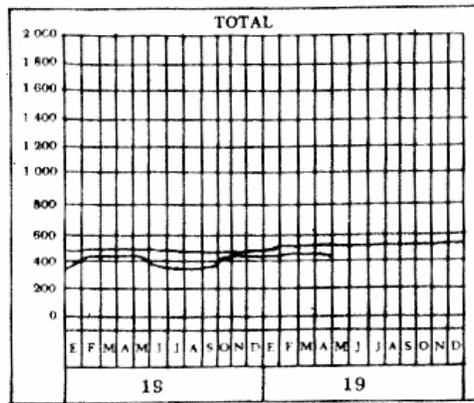


Figura 1.1 grafica de control

Tabla M Tabla maestra para inspección rigurosa (muestreo simple) MIL-STD-105D (Norma ABC).

Letra clave del tamaño de la muestra	Tamaño de la muestra	Niveles de calidad aceptable (inspección rigurosa)																											
		0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1 000		
		Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	
A	2																												
B	3																												
C	5																												
D	8																												
E	13																												
F	20																												
G	32																												
H	50																												
J	80																												
K	125																												
L	200																												
M	315																												
N	500																												
P	800																												
Q	1,250																												
R	2,000																												
S	3,150																												

↓ = emplear el plan de muestreo inmediato inferior a la flecha. Si el tamaño de la muestra es igual o superior al del lote, hacer inspección al 100%.
 ↑ = emplear el plan de muestreo inmediato superior a la flecha.
 Ac = número de aceptación.
 Re = número de rechazo.

Figura 1.2 tabla MIL-STD-105D

Tabla

1.2 Sistemas de Aseguramiento de Calidad

A partir de 1950 y hasta finales del siglo XX, se inician a nivel mundial trabajos y experiencias formales en el campo de la garantía de calidad de la energía atómica y espacial, y un ejemplo muy claro fue EE.UU. cuando su departamento de defensa trato de normalizar el concepto de calidad creando la norma MIL-Q-9858, al mismo tiempo que se construyeron los primeros reactores experimentales y cohetes a reacción.

El ANSI (American National Standards, Institute) y el CEA (Comité de Energía Atómica) se reúnen para desarrollar una norma de garantía de calidad para la industria atómica, con el fin de regular que la construcción de todos los reactores estuviese controlada y al mismo tiempo asegurar la prevención de accidentes que afectaran la seguridad pública y ambiental, dando como resultado la norma 10CFR50. La NASA por su parte crea la norma NPC200-2 para proveedores de partes de sistemas espaciales.

El concepto de calidad definido como garantía de calidad tenía como premisa la eliminación total de la improvisación en cada etapa o fase de producción de un sistema, parte o componente. En este tiempo surge un concepto más profundo del que promovían las nuevas filosofías y la misma garantía de calidad, que es el aseguramiento de la calidad, con el enfoque de “planear acciones encaminadas a asegurar que los productos o partes suministradas cumplieran con las especificaciones y además funcionaran cuando estuvieran en servicio”.

En los setentas, se forma un comité con el ANSI, el ASME, la CEA y personas relacionadas con la construcción de reactores que trabajan sobre el proyecto de desarrollar una norma más estricta que la 10CFR50 para la industria nuclear, dando a conocer la Norma ANSI N45.2 de Aseguramiento de calidad para plantas nucleares. La industria convencional aún no tenía una norma de aseguramiento de calidad, en algunos casos esta adoptó la N45.2 sin buenos resultados, sin embargo durante esta década, organismos e instituciones de algunos países desarrollaron sus normas de Aseguramiento de Calidad para esta industria, siendo las más conocidas API Q1, CAN 3 Z 2.99, BSI 5179, ANSI/ASQC Z1.15. Lo peculiar de estas normas fue que a pesar de coincidir en algunas de sus secciones, no podían ser comparables o siquiera equivalentes, cuestión que dio durante varios años muchos dolores de cabeza a los proveedores, provocados por los clientes que solicitaban el empleo de tal o cual norma, siendo esta etapa crucial para el aseguramiento de calidad.

En la década de los 80's, el Reino Unido desarrolla la norma BS5750 de Sistemas de Aseguramiento de Calidad, que empleaba para las relaciones cliente proveedor cuyo enfoque facilitaba su implantación.

Posteriormente a mediados de los 90's, la IOS (Internacional Organización for Standarization) forma el comité ISO TC176 para estudiar la BSI5750 y desarrollar una similar aplicable a sus países miembros dando como resultado final la norma serie ISO 9000.

Actualmente en este siglo (XXI) que apenas comienza, se desencadena un movimiento de libre intercambio tomando a la calidad como una prioridad, y la tendencia es que también las empresas de servicio estén bajo esta normatividad.

1.2.1 Generalidades

El suministro de productos y servicios de alta calidad, se ha convertido en la clave del éxito para competir en los mercados internacionales, el nivel de calidad que esperan los consumidores sigue aumentando a medida que los competidores principales elevan sus normas de calidad.

En respuesta a la demanda por productos y servicios de mejor calidad, varias empresas del mundo están adoptando nuevas prácticas que la frase “Sistema de Aseguramiento de Calidad”, puede describir muy bien.

Existen diversos sistemas de aseguramiento de calidad “estándar”, entre los cuales se puede considerar que los dos más importantes que existen en la actualidad son ISO y TQM ; sin embargo para comprender mejor su influencia resulta conveniente definir los términos que conforman la frase “Sistema de Aseguramiento de Calidad”, desde los puntos de vista de ambos.

Desde la perspectiva de ISO, las definiciones de estos términos son:

- ⇒ *Calidad*: conjunto de propiedades y características de un producto o servicio, que le confieren la aptitud para satisfacer necesidades explícitas (se establecen o solicitan por el cliente), o implícitas (cualquier cliente tiene acceso a ellas).
- ⇒ *Sistema de calidad*: estructura organizacional, conjunto de recursos, responsabilidades y procedimientos (documentos) necesarios para proporcionar confianza en que se cumplirán los requisitos de calidad; o también, es un conjunto de documentos que especifican la forma de realizar las tareas en cada una de las etapas de la actividad de la empresa, haciendo énfasis en las responsabilidades afectadas por las tareas o en los recursos a utilizar.
- ⇒ *Aseguramiento de Calidad*: conjunto de actividades planeadas y sistemáticas, que lleva a cabo una empresa con el objeto de brindar la confianza apropiada, de que un producto o servicio cumple con los requisitos de calidad especificados.

Y ahora desde el punto de vista del TQM, estas frases adquieren el siguiente significado:

- ⇒ *Calidad*: conjunto de atributos de un producto o servicio que el cliente aprecia. Dependiendo del enfoque del cliente “Calidad”, puede incluir el acabado de una superficie, un tiempo de entrega, dimensiones, costo, confiabilidad u otros factores.
- ⇒ *Sistema de Calidad*: es aquel en que todas las actividades y obligaciones relacionadas con la calidad están claramente definidas y documentadas, o en el que las actividades asociadas a la calidad se han integrado a las políticas y procedimientos de la empresa.
- ⇒ *Aseguramiento de Calidad*: estructura de trabajo operativa acordada en toda compañía y en toda planta, documentada con procedimientos integrados, técnicos y administrativos efectivos, para guiar las acciones coordinadas de la fuerza laboral, las máquinas, y la información de la compañía de las formas mejores y más prácticas para asegurar la satisfacción del cliente sobre la calidad y sus costos económicos.

Como se puede observar, las diferencias entre estas dos corrientes son solamente de apreciación, puesto que en esencia buscan lo mismo y sin importar a que principios se refiera, todo sistema de aseguramiento de calidad debe contar con las siguientes características:

- ⇒ Describir un punto de vista para la consideración sobre la forma en que la calidad trabaja en realidad en una empresa, y como pueden tomarse decisiones.
- ⇒ Representar la base para la documentación profunda y totalmente pensada.
- ⇒ Ser fundamento para crear el panorama más amplio de las actividades de calidad de la empresa.
- ⇒ Esbozar una base para la ingeniería de mejoras de magnitud sistemática a través de las principales actividades de calidad de la compañía.

Además cuando una empresa se certifica dentro de un sistema de Aseguramiento de Calidad cualquiera que este sea, quiere decir que está en condiciones de ofrecer a sus clientes un buen nivel de calidad del producto que ofrece, y a un precio justo. Cabe señalar que para efectos de este trabajo se tomará preferentemente el enfoque de ISO por considerarse más apropiado para los fines que este persigue.

1.2.2 Origen y Evolución del Sistema TQM

El Total Quality Management (TQM) ha sido un sistema con mucho éxito, debido a su fundamento de que abarca todos los aspectos de la organización, y es de ahí que toma el nombre de Total. La calidad (quality) es un concepto tan trivial hoy en día, que su significado difiere de autor a autor. Sin embargo, todos la entendemos a esta como un enfoque hacia el cliente, lo cual es la parte fundamental de este sistema. Como Management (administración) puede entenderse el llevar el rumbo de la organización por parte de un grupo definido de personas, las cuales se encargan de tomar las decisiones en cuanto al quehacer de la organización.

Es así como se concibe el TQM como una forma cooperativa de operar las empresas, que se basa en los talentos y capacidades tanto del obrero como de la dirección, para mejorar continuamente la calidad y la productividad utilizando equipos de trabajo y buscando principalmente la satisfacción total del cliente. Se atribuye su fundación a los esfuerzos del Dr. W. Edwards Deming¹ y el Dr. Joseph Juran² para revitalizar la economía del Japón después de la Segunda Guerra Mundial, por solicitud del General MacArthur³.

Derrotados militar y económicamente, las técnicas de fabricación y calidad en Japón alcanzaban muy bajos niveles en la competencia mundial. Sin embargo los japoneses poseían una increíble habilidad para copiar.

La transformación de Japón, que paso de “copiador” a “líder” empezó cuando Deming y Juran introdujeron el concepto de administración con SQC (Statistical Quality Control ☞Control Estadístico de la Calidad☜).

¹ Edwards Deming: Nació en 1900 en EE.UU. Creador de los círculos de Calidad y pionero del sistema de Calidad Total.

² Dr. Joseph M. Juran: Nació en 1904 en EE.UU. Precursor del control estadístico de la Calidad conocido como “quien enseñó Calidad a los japoneses”

³ MacArthur: (1880 - 1964) Militar estadounidense comandante de las fuerzas de las Naciones Unidas después de la Primera Guerra Mundial.

Aunque sus primeras señales se remontan a 1913 cuando surgen los siete principios de J.C. Penney que son:

1. Servir al público a su completa satisfacción en el mayor grado posible.
2. Esperar por los servicios brindados una remuneración justa y no el máximo de utilidades.
3. Hacer todo lo que este al alcance para proporcionar al cliente lo máximo en valor, calidad y satisfacción por su dinero.
4. Continuar capacitando al personal y a los asociados, de modo que los servicios prestados cada vez sean ejecutados con más y más inteligencia.
5. Mejorar constantemente el factor humano en el negocio.
6. Recompensar a los empleados de la organización a través de la participación en lo que el negocio produce.
7. Someter todas las políticas, métodos y acciones a la siguiente prueba ¿ Se apega a lo que es justo y correcto?.

Estos principios aunados al control estadístico dan como resultado lo que conocemos ahora como TQM (Total Quality Management ↪ Administración Total y Estratégica de la Calidad) que “es un sistema donde los supervisores invitan al personal de oficina, administrativo y de apoyo, que vayan a quedar a cargo de la implantación de nuevos métodos a que los lean, los interpreten y desarrollen los procedimientos necesarios para llevarlos a cabo”.

Es un sistema que comienza a demoler las barreras tradicionales que separan a la dirección de la mano de obra, armando a la gente con habilidades y apoyo que le permite comprender mejor la forma de operar, identificar oportunidades de mejorar y hacer que los cambios se produzcan, siendo la base el reconocer las capacidades de los empleados y sus contribuciones para mejoras sin menospreciar a nadie por el rango o por el puesto que desempeñe dentro de la organización.

En conjunto todo esto se concentra en lo que se conoce como los 6 principios de TQM. que son:

1. Punto de vista del usuario
2. Atención en el proceso, así como en los resultados
3. Prevención versus inspección
4. Movilizar los conocimientos de la fuerza de trabajo
5. Toma de decisiones basadas en hechos
6. Retroalimentación.

Conformándose con este conjunto la columna vertebral del sistema y la única forma de lograr su implantación con éxito dentro de cualquier empresa.

Es importante señalar que TQM ha dado frutos muy favorables en muchas empresas, pero debe tenerse en cuenta que es un proceso a largo plazo y no desesperarse durante su desarrollo.

DESARROLLO DE LOS SISTEMAS DE CALIDAD

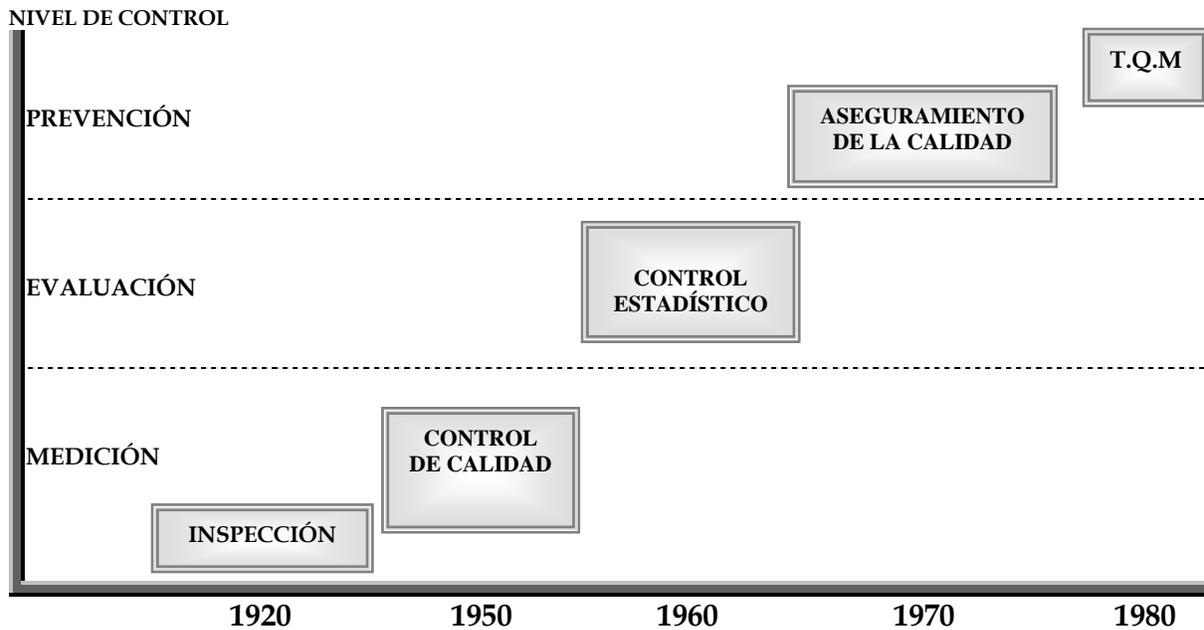


Figura 1.3 evolución de la calidad

1.2.3 Origen y Evolución del Sistema de Calidad ISO-9000

De 1977 en adelante países de Europa idearon una estrategia comercial basada en el uso de normas para operar y certificar sistemas de control de calidad en la industria manufacturera.

El British Estándar Institute desarrolló un sistema de evaluación de proveedores y dio a conocer la norma BS5750 la cual es la base de la ISO serie 9000. En este tiempo la ISO (Organización Internacional de Normalización) integra un comité técnico con el objetivo de desarrollar una norma única para la operación y administración del aseguramiento de calidad.

El trabajo de este comité tenía como fin reunir delegados de los organismos responsables de normas de otros países que estuvieran en proceso de desarrollar un trabajo similar a nivel nacional.

Por 1978, la ISO publicó la norma ISO-9000 y por entonces varios países tuvieron la oportunidad de alinear sus normas nacionales con la norma ISO final.

En 1987, ISO publica las primeras cinco normas internacionales sobre aseguramiento de calidad serie 9000, convirtiéndose en una de las estrategias comerciales más socorridas en la actualidad, ya que se adapta a las necesidades del comercio internacional (la globalización).

Estas normas tienen como fin especificar los requisitos del sistema de calidad que deben utilizarse cuando se necesite demostrar la capacidad de un proveedor para diseñar y suministrar productos conformes. Además, los requisitos especificados en la norma están orientados principalmente para lograr la satisfacción del cliente, previniendo la no-conformidad en todas las etapas desde el diseño hasta el servicio.

Tanto grandes como pequeñas empresas con negocios internacionales consideran a las series ISO 9000 como una ruta para abrir mercados y mejorar su competitividad.

La certificación ISO 9000 puede servir como una forma de diferenciación (clase) de proveedores, particularmente en áreas de alta tecnología, donde la alta seguridad de los productos es crucial.

Es una norma voluntaria de carácter internacional que se está volviendo obligatoria para las empresas intencionales y sus proveedores; ha sido aceptada en muchos países desarrollados como la norma de calidad superior sustituyendo sus propias normas ya que pone un énfasis particular en las relaciones cliente-proveedor.

Dichas normas son:

- ISO 9000 – Guías de selección y uso de normas de Aseguramiento de Calidad
- ISO 9001 – Modelo para el Aseguramiento de la Calidad en el diseño/desarrollo, producción, instalación y servicio.
- ISO 9002 – Modelo para el Aseguramiento de Calidad en producción e instalación.
- ISO 9003 – Modelo para el Aseguramiento de Calidad en inspección y pruebas finales.
- ISO 9004 – Guías para la gestión de la Calidad y elementos de sistemas de calidad.

Las Normas Oficiales Mexicanas equivalentes a las normas ISO son, respectivamente:

- NOM CC-2 – Guías de selección y uso de normas de Aseguramiento de Calidad.
- NOM CC-3 – Modelo para el aseguramiento de Calidad en el diseño/desarrollo, producción, instalación y servicio.
- NOM CC-4 – Modelo para el aseguramiento de la Calidad en producción e instalación.
- NOM CC-5 – Modelo para el Aseguramiento de Calidad en inspección y pruebas finales.
- NOM CC-6 – Guías para la gestión de la Calidad y elementos de sistemas de calidad.

(Estas Normas Oficiales Mexicanas son una traducción directa de las Normas ISO).

Finalmente la serie de Normas ISO de sistemas de Calidad pueden ser divididas en dos tipos:

1. ISO 9000 e ISO 9004 que dan las guías a las organizaciones para propósitos administrativos.
2. ISO 9001, ISO 9002 e ISO 9003 son usadas para propósitos externos del Sistema de Calidad en situaciones contractuales.

Todos estos patrones están diseñados para ser utilizados sencillamente. Son de naturaleza genérica y siguen una lógica, en un formato fácil de entender. Sin embargo, cada compañía es única y puede haber una amplia variedad de diferencias en empresas preparadas para implantar estos estándares.

1.2.4 Origen y Evolución del Sistema QSR

Consecuentemente con sus peculiares condiciones de operación y el carácter crítico que tiene para ella el sistema de aprovisionamiento de partes y componentes, la industria automotriz estableció en los últimos años una normativa propia aplicable a proveedores. Se trata de las normas conocidas como Quality System Requirements (QSR) o QS-9000 que estuvieron redactadas por un grupo de trabajo integrado por expertos de Chrysler, Ford y General Motors de EE.UU. y algunas de sus filiales en Europa.

El sistema QS-9000 utiliza como soporte la norma ISO-9001 misma que contribuye con casi todos los lineamientos básicos, y a la cual se han agregado condiciones y requerimientos propios de la industria automotriz.

Como se señala en el prefacio del manual de la norma, el sistema QSR, QS-9000 nació en 1988 a partir de un comité Interempresarial de ejecutivos de compras y proveeduría, quienes buscaron estandarizar los manuales de referencia, los formatos de reporte y la nomenclatura técnica de partes y componentes automotrices. El éxito de esta tarea dio pie a la instalación de un nuevo comité (diciembre de 1992), destinado a armonizar los manuales e instrumentos de aseguramiento de calidad de esos mismos proveedores. El documento de 100 páginas incluyó los requerimientos basados en las normas ISO, algunos ampliados o adicionados con exigencias particulares.

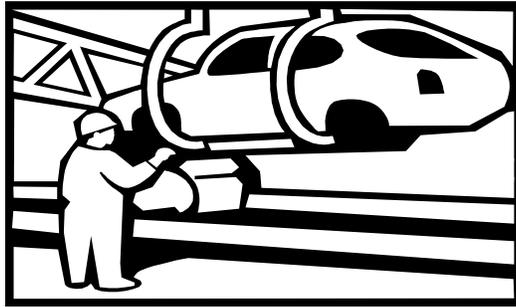
En seguida se incluyeron 3 capítulos de requerimientos específicos del sector automotriz, no incluidos en las normas ISO -9000, y al final los requisitos que aplicarían a los proveedores de Chrysler, Ford y General Motors. Estos se relacionan sobre todo con el registro y certificación de proveedores, los símbolos de identificación de partes, los empaques y formas de envío y otras cuestiones prácticas.

En el apéndice B de la norma QS-9000 dedicado a detallar el código de prácticas, se especifica que los cuerpos o agencias que certifiquen a proveedores deberán ser a su vez reconocidos por organismos especializados, como el RVC (Consejo Holandés de Certificación), el NACCB (Consejo Británico de Acreditación de Agencias de Certificación) y el RAB (Consejo de Acreditación de Agencias de Certificación de EE.UU.). De esta manera las “tres grandes” declinan esta responsabilidad y la delegan en organismos de reconocido prestigio.

También se declara en forma explícita que las grandes agencias de certificación deben apearse a la norma EN45012 (Norma Europea) y que las organizaciones que proporcionan servicios de consultoría en sistemas de calidad no podrán actuar como organismos de certificación del mismo cliente. La restricción incluye a las subsidiarias oficiales de la compañía involucrada.

QS-9000 es un requisito de tipo contractual y debe ser cumplido en forma obligatoria por todo proveedor de materiales de producción, partes originales o refacciones y equipos para tratamientos de calor, pintura, plateado y acabados.

Cabe mencionar que desde su fundación, las normas QSR han venido actualizándose año con año a la par de los métodos y procesos de trabajo, para poder así seguir garantizando que los productos certificados cumplen con los más altos niveles de calidad.



1.2.5 ISO-14000 Hacia el Futuro Próximo

Pronto ocurrirá que la mayoría de las empresas líderes estén certificadas para las normas ISO 9000, y entonces es posible que este desafío pierda algo de su glamour actual. Sin embargo un nuevo reto viene en camino para que los expertos no pierdan el entrenamiento; se llama ISO-14000, la contribución de la organización internacional de normalización para preservar el medio ambiente.

El 6 de abril de 1992, BSI reveló su segunda norma revolucionaria de administración BS 7750, *sistemas de administración ecológica*, la primera norma del mundo en ese terreno.

Un importante elemento de este desarrollo fue el interés del gobierno británico y su departamento de comercio, distinto del departamento de medio ambiente.

Poco después se declaró que la norma sería compatible con las actividades europeas internacionales y que se modelaría con base y en relación con ISO 9000 razón por la cual este modelo se perfecciona y en 1996 nace ISO 14000 *“la norma de la administración ecológica”*.

Esta norma contiene 5 puntos principales, que son:

Sistemas de Gerencia Ambiental (ISO-14001). Incluye un manual escrito y estrategias de educación y entrenamiento del personal. Involucra el conocimiento a fondo de las legislaciones locales y estatales en materia ambiental. El reto para la empresa es producir artículos de la más alta calidad y con el menor impacto en el entorno.

Evaluaciones de Comportamiento Ambiental (ISO-14031). Pretende medir y cuantificar el impacto ambiental de la producción (básicamente en el área fabril), como emisiones de gases, desechos sólidos, contaminación de aguas residuales, etc.

Auditorias Ambientales (ISO-14010). Las empresas deberán familiarizarse con estas auditorias, que se consideran la mejor manera de identificar y reducir daños ambientales.

Ciclo de Vida del Producto (ISO-14040). Involucra el impacto ambiental de un producto a lo largo de todo su ciclo incluyendo su disposición final y la de sus materias primas, componentes, empaques, etc. La norma deberá establecer el modo de definir y delimitar la responsabilidad del fabricante, el distribuidor y el usuario.

Información Ambiental (etiquetado, ISO-14020). La norma deberá establecer los criterios de información ambiental incluidos en cada producto, como su contenido de materias primas recicladas y no recicladas, materiales tóxicos, destino que deben darse a partes o componentes agotados, y así sucesivamente. Se procura informar al consumidor sobre el comportamiento ambiental del producto. La ventaja competitiva la llevará el producto que pueda ofrecer un valor más satisfactorio en estos términos.

1.2.6 Reingeniería

El acelerado flujo de innovaciones tecnológicas, altera significativamente el entorno dinámico de las organizaciones que en respuesta adquieren un carácter nuevo y totalmente distinto en función de la globalización y las características de los mercados como nunca antes había ocurrido, tomando de la figura del cliente, o usuario como parámetro de formación de estrategias.

Hacer frente a estos nuevos requerimientos en un ambiente cambiante, altamente competitivo, y en gran medida imprescindible, marca la obsolescencia de antiguos principios y da paso a una emergente filosofía que descarta integralmente lo que durante dos siglos fue considerado como normal, para indicar nuevos enfoques que drásticamente proponen a las empresas un nuevo juego de valores, traducido en un quehacer que además de centrar la atención en “hacer las cosas bien” (eficiencia) dirige sus esfuerzos a “hacer las cosas buenas” (efectividad), analizando las tareas desarrolladas, tanto industriales como administrativas de todos los sectores y sugiriendo el rediseño de los procesos involucrados con los principios, metodologías y criterios realmente novedosos, que apuntan en conjunto a eliminar lo innecesario, agrupar tareas, asignar responsabilidades a niveles operativos y prestar así el mejor servicio técnicamente factible a clientes.

De esta manera nace la reingeniería que en primera instancia podríamos definir como empezar de nuevo. Esto implica no mejorar superficialmente el sistema actual dejando intactas sus estructuras básicas, sino apartarse drásticamente de antiguos procedimientos que solo hallan su justificación en que “siempre se han hecho así”, y encarar con renovadora energía un proceso de cambio.

La reingeniería es un proceso total de readecuación de las organizaciones a las nuevas y exigentes condiciones en su entorno cada vez más difícil de controlar; es decir, es una de las formas con que se puede operacionalizar el cambio actuando en cinco campos sustanciales que son:

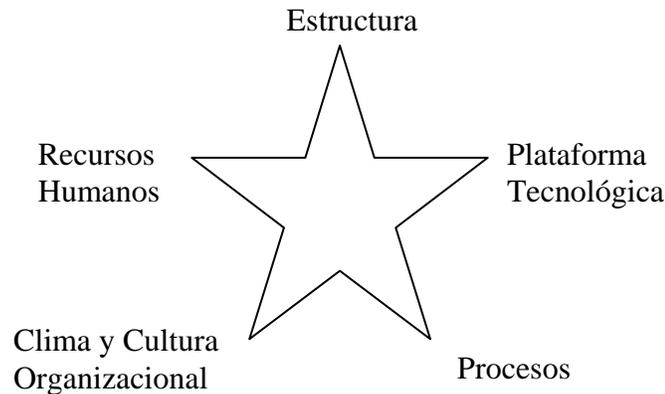


Figura 1.4 campos de la reingeniería

Esta operacionalización es fundamentada en las tres "C", que son:

Cliente: el cliente es la razón de ser del servicio, es a quien buscamos satisfacer y por lo tanto hay que pensar como él.

Competencia: las organizaciones deben ser cada vez más competitivas, para así poder sobrevivir en un entorno cambiante y exigente en aras de tener y preservar su segmento de mercado.

Cambio: busca que las empresas sean más efectivas: eficiencia + eficacia = efectividad

Con lo anterior y englobando los conceptos se ha definido formalmente a la reingeniería como "la revisión fundamental y el rediseño radical de procesos de negocios para alcanzar mejoras espectaculares en medidas críticas y contemporáneas en rendimiento tales como costos, calidad, servicio y rapidez"; si se observa esta definición se encuentran cuatro palabras clave que es importante analizar:

Fundamental: la reingeniería debe comenzar sin ningún concepto preconcebido. Determina primero "que" debe hacerse y luego "como". Nada se da por sentado y el esfuerzo se centra en "lo que debe ser".

Radical: rediseñar de acuerdo con la metodología propuesta por la reingeniería es "reinventar" el negocio, no mejorarlo o modificarlo con cambios superficiales. Se trata de ir a la raíz de los procesos.

Espectacular: la reingeniería se encuentra muy lejos del conocido “síndrome del diez por ciento”. Si cualesquiera de las mejoras que se consideran importantes por la situación actual no superan beneficios previsibles del diez por ciento, no es caso para reingeniería. No se trata de obtener economías marginales, sino de “dinamizar” lo existente y cambiarlo enteramente por algo nuevo y mejor.

Procesos: se define un proceso de negocios como un conjunto de actividades que recibe uno o más insumos y crea un producto o servicio de valor para el cliente.

Además de estos puntos la reingeniería se basa en siete principios básicos que son:

1. *Organizar por objetivos, no por tareas.* Este principio sugiere que una persona sea responsable de todos los pasos de un proceso y en consecuencia diseñe su trabajo en relación con el objetivo en lugar de considerar una tarea aislada.
2. *Los usuarios de los resultados de un proceso serán quienes ejecuten dicho proceso.* Se deben eliminar los procesos que históricamente se realizaron para organizar el trabajo sobre la base de la división y especialización, y que crearon cierta dependencia de supuestos “clientes” entre diversos departamentos.
3. *Unificar las tareas de procesamiento de información con el trabajo que realmente produce la información.* Deben omitirse los sectores que solo se dedican a recoger y procesar información generada en otros departamentos, puesto que parece suponer la incapacidad de los niveles inferiores para actuar de acuerdo con la información que producen.
4. *Tratar recursos geográficamente dispersos como si fueran centralizados.* Actualmente gracias a los avances tecnológicos la situación cambia sustancialmente al contarse con bases de datos, redes de telecomunicaciones, y sistemas de procesamiento, mediante los cuales se obtienen ventajas de coordinación y control sin perjuicio del servicio y la flexibilidad operativa.
5. *Vincular actividades paralelas en lugar de integrarlas en sus resultados.* Este principio propone establecer vínculos entre funciones paralelas, y coordinarlas mientras sus actividades están en curso y no al terminar el proceso.
6. *Asignar poder de decisión donde se ejecute el trabajo y establecer controles en el proceso.* Aquí se sugiere que quienes ejecutan un trabajo deben también tomar decisiones sobre el mismo, y que en el curso del proceso pueden incorporar sus propios controles. En consecuencia las escalas jerárquicas pueden comprimirse y el organigrama aplanarse.
7. *Capturar información solo una vez y en su fuente original.* En la actualidad a través del desarrollo de la informática es posible ingresar un dato, almacenarlo, procesarlo y transmitirlo al instante, contando para ello con códigos de barras, bases de datos relacionales, e

Generaciones de la Calidad

	PRIMERA GENERACIÓN Calidad por inspección	SEGUNDA GENERACIÓN Aseguramiento de la Calidad	TERCERA GENERACIÓN Proceso de Calidad Total	CUARTA GENERACIÓN Proceso de Mejora Continua de la Calidad.	QUINTA GENERACIÓN Reingeniería y Calidad total.	SEXTA GENERACIÓN Rearquitectura de la organización.
Enfoque de la Calidad	La Calidad es una herramienta	La Calidad es una herramienta	La Calidad es la estrategia de la organización.	Mejora continua de los productos y servicios que ofrece la organización.	⇒ Rediseño de los procesos de la organización. ⇒ De áreas o departamentos a procesos completos.	⇒ Rediseño completo de la empresa. ⇒ Rompimiento de las estructuras de mercado.
Orientación de la Calidad	Orientación al producto o servicio	Orientación al proceso.	Orientación al cliente.	Orientación a mejorar todas las actividades de la organización.	Orientación hacia procesos completos hacia el cliente.	Orientación directa total al cliente.
Proceso	⇒ Proceso fuera de control. ⇒ Nulo conocimiento del proceso. ⇒ Procesos rígidos y fragmentados.	⇒ Se establecen los puntos críticos del control del proceso. ⇒ Se establecen sistemas de medición del proceso.	⇒ Los procesos se modifican y orientan al cliente. ⇒ Se utilizan técnicas avanzadas como el justo a tiempo.	⇒ Todos los procesos de la organización se mejoran continuamente ⇒ Procesos fragmentados.	⇒ Procesos completos (Reingeniería). ⇒ La organización se desarrolla alrededor de los procesos clave.	⇒ Las áreas de staff en su mayoría son excluidas de la empresa y se subcontratan. ⇒ Los procesos de la organización se desarrollan alrededor de los clientes.
Desarrollo Humano y Trabajo en Equipo			⇒ Se inicia el desarrollo de multihabilidades. ⇒ Se implanta el buzón de sugerencias del personal. ⇒ Se establecen los estándares de desempeño para los colaboradores.	⇒ El desarrollo de multihabilidades y la madurez del liderazgo permite que se construyan equipos de mejora continua. ⇒ La comunicación y la información se incrementan. ⇒ Los empleados participan en las decisiones de sus áreas de trabajo. ⇒ Los jefes delegan el poder a sus subalternos.	⇒ Se incrementa la motivación al aumentar la capacitación y el sentido de pertenencia de cada colaborador. ⇒ La visión y los valores compartidos son el marco de referencia para la actuación de los colaboradores de la organización.	⇒ Los equipos autodirigidos pasan a formar equipos de alto rendimiento al realizar las operaciones de staff y subcontratar servicios especiales. ⇒ La motivación es elevada y la responsabilidad y el sentido de pertenencia se mantienen elevados. ⇒ La visión y los valores compartidos son el marco de referencia para la actuación del personal.

CAPÍTULO 2



El Mantenimiento Industrial

2.1 El Concepto de Mantenimiento, Objetivos y Funciones

El mantenimiento es la actividad humana que garantiza la existencia de un servicio dentro de la calidad esperada. Cualquier clase de trabajo hecho en sistemas, subsistemas, máquinas, equipos o instalaciones, para que estos continúen o regresen a proporcionar el servicio con la calidad esperada, es labor de mantenimiento, pues está desarrollada con ese fin.

El trabajo típico del mantenimiento es la búsqueda y reforzamiento de los eslabones más débiles de la cadena de servicio que forma una empresa, sus objetivos generales son:

- ⇒ Maximizar la disponibilidad de maquinaria y equipo para la producción.
- ⇒ Preservar el valor de las instalaciones, minimizando el deterioro.
- ⇒ Conseguir las metas anteriores en la forma más económica posible y a largo plazo.

Aunque también habrá otra clase de finalidades adicionales. Como los objetivos nunca son estáticos, pueden ocurrir cambios en algunos de ellos según las circunstancias y tomando en cuenta que para el departamento de mantenimiento el propósito principal es impulsar y cooperar en la generación de utilidades de la empresa.

Si el objetivo final es la utilidad, entonces resulta indispensable conservar las instalaciones que contribuyen a la producción en un estado de eficiencia máxima, aumentando su vida útil y a un costo mínimo dentro de un marco de seguridad y respeto al medio ambiente, sabiendo que esto exige por lo menos lo siguiente:

- ⇒ Dar mantenimiento preventivo con operaciones menores (lavar, engrasar, ajustar, etc.) hacia economizar en la producción, debido a que cuando el equipo esta en malas condiciones tienen lugar pérdidas cuantitativas y cualitativas.
- ⇒ El aseo personal, puesto que la salud y la seguridad de los trabajadores mejoran la calidad del trabajo y el aprovechamiento.
- ⇒ La planeación debe hacerse en conformidad con los objetivos de tiempo establecidos, puesto que la imprecisión en la estimación del tiempo repercute en los plazos, causa trastornos en los asuntos prioritarios, crea efectos negativos en los costos, perturba la coordinación y la sincronización con otros departamentos.
- ⇒ La planeación, deberá basarse en el costo real de la mano de obra de reparación, de lo contrario esto tendrá efectos en los cálculos y hará que exceda el presupuesto.
- ⇒ La planeación tendrá que ser de acuerdo con la disponibilidad de los materiales actuales y los costos. Toda desviación de los materiales disponibles implica demoras, con el consiguiente desorden del programa de programas y prioridades.
- ⇒ Verificar que se este cumpliendo adecuadamente con los planes y corroborar que se este avanzando hacia la realización de los objetivos, tomando en cuenta que posiblemente tendrán que hacerse algunos ajustes en el desempeño antes de que las imprecisiones perjudiquen producción, mantenimiento y otras metas y de que llegue a ser imposible evaluar la calidad de la operación de mantenimiento.

Para poder entender las funciones del mantenimiento se debe tomar en cuenta que las metas de la empresa son también las metas de mantenimiento, por lo que las distintas actividades y funciones de las unidades de mantenimiento deberán ser delineadas por la misma empresa, de modo que se puedan alcanzar sus objetivos.

Algunos ejemplos de funciones básicas de mantenimiento son:

- ⇒ Seleccionar y adiestrar a personal calificado, y adiestrar al que se tenga para que lleve al cabo satisfactoriamente los distintos deberes y responsabilidades de su función.
- ⇒ Planear y programar en forma conveniente la labor de mantenimiento.
- ⇒ Programar el paro de máquinas y equipo en general, para realizar las labores de mantenimiento planeadas.
- ⇒ Conservar, reparar y revisar maquinaria, equipo y herramientas de producción para manejo de materiales, manteniendo todas las unidades respectivas en buen estado y funcionamiento.
- ⇒ Conservar y reparar locales, instalaciones, mobiliarios y equipos de oficina.
- ⇒ Instalar, redistribuir o retirar maquinaria y equipo con miras a facilitar la producción.
- ⇒ Revisar las especificaciones estipuladas en la compra de nueva maquinaria y equipo de proceso, para asegurarse que estén de acuerdo con los requisitos de mantenimiento.
- ⇒ Escoger y proveer en los plazos requeridos, los insumos necesarios para limpieza y lubricación de la maquinaria y equipo.
- ⇒ Iniciar y sostener con los operarios, los programas de conservación y de utilización adecuada de lubricantes y otras sustancias, que la maquinaria y el equipo requieran para su buen funcionamiento y menor desgaste.
- ⇒ Proporcionar servicio de limpieza, en relación a maquinaria, equipo y sistemas de producción de la planta.
- ⇒ Proporcionar servicio de aseo a pisos y sanitarios, de toda la fábrica.
- ⇒ Juntar y seleccionar y deshacerse de materiales o desperdicios que no serán reutilizados.
- ⇒ Solicitar herramientas, accesorios, y refacciones para máquinas y todo el equipo necesario, para desarrollar las funciones del mantenimiento.
- ⇒ Verificar que los inventarios de piezas de reserva, accesorios de mantenimiento y partes de repuesto, estén en un nivel óptimo.
- ⇒ Conservar en buen estado los dispositivos de seguridad, y cuidar que se observen las normas de seguridad para equipos de alto riesgo (calderas, hornos, etc).



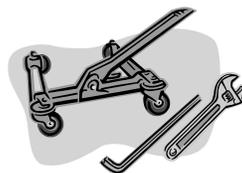
2.2 Principios para el Diseño del Sistemas de Mantenimiento

Debe diseñarse un sistema de mantenimiento que sea capaz de definir y estructurar las funciones necesarias para lograr los objetivos establecidos en el área de mantenimiento, y para esto es necesario seguir ciertos principios que nos darán la pauta para realizar un plan correcto, los cuales son:

- ⇒ El mantenimiento debe darse en el momento oportuno (ni antes, ni después) y en el lugar adecuado.
- ⇒ Se debe tener personal de calidad y en la cantidad adecuada para dar el mantenimiento.
- ⇒ Deben tenerse las herramientas, refacciones y equipos en la cantidad y de la calidad correcta, en el momento y lugar adecuado.
- ⇒ Se debe propiciar la máxima seguridad a los trabajadores, las máquinas, equipos, e instalaciones en general.
- ⇒ El mantenimiento deberá realizarse preferentemente en horas en que la máquina esta parada por el horario de trabajo, o por falta de insumos.

Existe un segundo grupo de principios básicos del mantenimiento que ayudan a elaborar un correcto sistema, que además son los mismos que nos permiten planear la producción. Estos principios son:

- ⇒ Los programas deben basarse en lo que es más probable que ocurra, no en lo que se quiere que ocurra. Si se pretende usar el programa como meta o “para ver si se puede cumplir”, es casi seguro que no se cumplan las fechas programadas para el trabajo, y debido a ello se pierda la confianza en el método.
- ⇒ Hay que tener presente que puede presentarse la necesidad de hacer cambios al programa. Toda desviación apreciable de los planes tendrá que hacerse constar en el proyecto original.
- ⇒ El programa es un medio para conseguir un fin, y no un fin en sí mismo. El verdadero objetivo es servir al cliente a un costo razonable.
- ⇒ Los plazos para la realización del trabajo deben incluir un margen de tiempo para planear, conseguir material, máquinas, mano de obra y efectuar tramites.
- ⇒ Los registros de cargas de trabajo o acumulación de ordenes pendientes correspondientes a máquinas, equipos o departamentos, tienen que tomar en cuenta el mínimo de detalles necesarios para predecir entregas y suministrar un plan de acción.
- ⇒ Todo programa tiene que fundarse en un estudio del costo menor posible, sin ir en detrimento de la calidad (costo óptimo), y de la fecha de entrega.



2.3 Evolución de los Sistemas de Mantenimiento

El mantenimiento industrial es de primordial importancia en el ámbito de la ejecución de las operaciones de las empresas manufactureras así como los sistemas productivos también ha tenido que desarrollarse para poder satisfacer las demandas de calidad y servicio, y contribuir a elevar el nivel de competitividad.

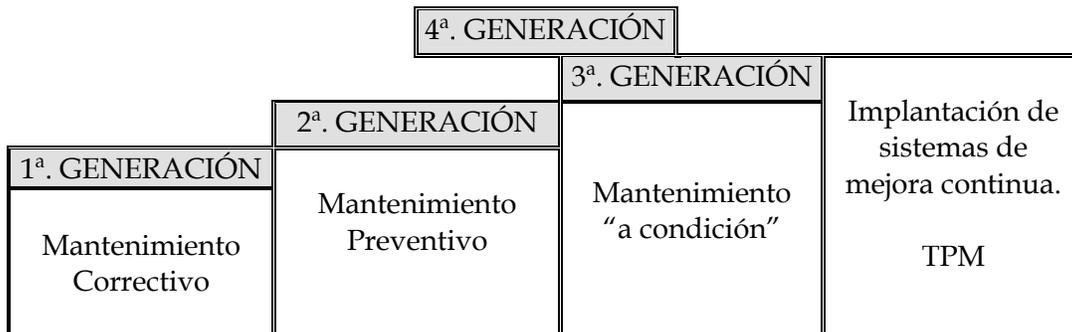
Se podría mencionar que el mantenimiento ha evolucionado básicamente en cuatro generaciones, que son las siguientes:

1ª generación: Mantenimiento correctivo total. Se espera a que se produzca la avería para reparar.

2ª generación: Se empiezan a realizar tareas de mantenimiento para prevenir averías. Trabajos cíclicos y repetitivos con una frecuencia determinada. Las estrategias convencionales de “reparar cuando se produzca la avería” ya no sirven.

3ª generación: Se implanta el mantenimiento a condición. Es decir, se realizan monitorizaciones de parámetros en función de los cuales se efectuarán los propios de sustitución, o reacondicionamiento de los elementos.

4ª generación: Se implantan sistemas de mejora continua de los planes de mantenimiento preventivo y predictivo, de la organización y ejecución del mantenimiento. Se establecen los grupos de mejora y seguimiento de las acciones, que son sistemas del tipo TPM (Mantenimiento Productivo Total).



Esta evolución no fue solo de métodos o de técnicas, sino que fue un cambio gradual de mentalidad y una revaloración de las prioridades de las empresas, generando así el desarrollo de sistemas e ideologías que basados en técnicas fueran creando condiciones de acuerdo con los requerimientos actuales de los mercados, y las exigencias de los clientes.

TÉCNICAS ORIENTADAS AL:			
CUIDADO FÍSICO DE MÁQUINAS, EQUIPOS E INSTALACIONES		CUIDADO DEL SERVICIO QUE SE PROPORCIONA	
??? - 1914	1914 - 1950	1950 - 1970	1970 - ???
CORRECTIVO (MC)	PREVENTIVO (MP)	PRODUCTIVO (PM)	PRODUCTIVO TOTAL (TPM)
ENFOQUE MÁQUINA	ENFOQUE MÁQUINA	ENFOQUE AL SERVICIO QUE PRESTAN LAS MÁQUINAS	ENFOQUE AL SERVICIO QUE PRESTAN LAS MÁQUINAS
Solo se interviene en caso de paro o falla importante.	Con establecimiento de algunas labores preventivas.	Importancia de la fiabilidad para la entrega del servicio al cliente. Se busca la eficiencia económica en el diseño de la planta.	Lograr eficiencia del PM a través de un sistema comprensivo y participativo total de los empleados, producción y mantenimiento.

Hoy en día la gestión del mantenimiento supone no solo una parte importante del presupuesto de las compañías, sino que además se hace fundamental para conseguir la eficiencia tanto de los equipos, como del proceso productivo.

Además la competitividad hace que las empresas necesitan disponer de una gran flexibilidad y cortos tiempos de respuesta, y para ello el mantenimiento juega un papel aún más importante.

En cuanto a mantenimiento se refiere en estos tiempos, las únicas estrategias válidas para tratar de distanciarse de los competidores son las encaminadas tanto a aumentar la disponibilidad y eficacia de los equipos productivos, como a reducir los costos de su mantenimiento, siempre dentro del marco de la seguridad y el medio ambiente.

2.4 Tipos de Mantenimiento

Como se mencionó anteriormente a la par de los procesos productivos se fueron desarrollando diversos sistemas de mantenimiento para lograr la preservación de máquinas, equipos e instalaciones, algunos de los cuales son muy poco conocidos o incluso se encuentran en desuso, pero que en su momento fueron una opción más para lograr el objetivo de conservación.

Sus diferencias esenciales no radican en las técnicas, métodos o herramientas que utilizan para llevarse a cabo, sino en la mentalidad con la que fueron concebidos, desarrollados e implementados dentro de la industria.

Una de las ventajas de que existan diferentes tipos de sistemas de mantenimiento, es que todos constituyen opciones y no ordenanzas; entendiéndose así, que son muy flexibles para adaptarse a las necesidades particulares de cada empresa, y que pueden incluso combinarse entre sí para ofrecer mejores resultados.

2.4.1 Mantenimiento Contingente

Se refiere a las actividades que se realizan en forma inmediata, debido a que algún equipo que proporciona servicio vital ha dejado de hacerlo, por cualquier causa, y se tiene que actuar en forma emergente y, en el mejor de los casos, bajo un plan contingente.

2.4.2 Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento correctivo es la actividad humana desarrollada en máquinas, instalaciones o edificios, cuando a consecuencia de una falla, han dejado de prestar la calidad de servicio para la que fueron diseñadas.

Por lo tanto las labores que en este caso deben llevarse a cabo, tienen por objeto la recuperación inmediata de la calidad de servicio.

Este mantenimiento se controla por medio de reportes de "maquina fuera de servicio", los cuales deben ser atendidos de inmediato.

Por su falta de planeamiento y programación, este tipo de mantenimiento es el más caro; por lo tanto, debe tenerse cuidado de que al atacar un mantenimiento correctivo no se traspasen los linderos del mantenimiento preventivo, es decir debe procurarse que el personal encargado efectúe solamente los trabajos absolutamente indispensables, evitando arreglar otros elementos de la máquina.

REPORTE DE MAQUINA FUERA DE SERVICIO		
EMPRESA	DEPTO. DE MANTENIMIENTO	
CIUDAD	FECHA _____	HORA _____
LUGAR DEL DAÑO		
CAUSA DEL DAÑO		
SUGERENCIAS PARA SU AREGLO		
REPORTO	RECIBIÓ REPORTE	

Figura 2.1 Formato para reporte de máquina fuera de servicio

2.4.3 Mantenimiento Correctivo Programable

Se relaciona con las actividades que se desarrollan en los equipos o máquinas que están proporcionando un servicio trivial y que, aunque necesario, no es indispensable para dar buena calidad de servicio, por lo que es mejor programar su atención, por cuestiones económicas.

2.4.4 Mantenimiento Preventivo

Se aplica en máquinas, instalaciones o edificios, con el fin de asegurar que la calidad del servicio que estos proporcionan, permanezca dentro de los límites establecidos. Por lo tanto toda labor de conservación que se realice con los recursos, sin que dejen de ofrecer la calidad del servicio esperada, debe catalogarse como de mantenimiento preventivo.

Este tipo de mantenimiento siempre es programable y existen muchos procedimientos para llevarlo a cabo; además es el más barato para preservar calidad de servicio así como la vida útil de los equipos.

Algunas de sus herramientas más eficientes son ciertos formatos que permitan documentar, analizar y programar correctamente todos sus trabajos, y ejemplo de ellos son los siguientes:

- ⇒ Para que un programa de Mantenimiento Preventivo (MP) pueda funcionar, necesita prepararse una solicitud de mantenimiento o una orden de trabajo, que abarque toda la tarea.

SOLICITUD DE MANTENIMIENTO NO.							
FECHA DE SOLICITUD		HORA DE SOLICITUD		DEPARTAMENTO NO.		LUGAR	
PRIORIDAD DEL TRABAJO				DISPONIBILIDAD DE MAQUINA			
REGULAR <input type="checkbox"/> IMPORTANTE <input type="checkbox"/> RUTINA		EMERGENCIA <input type="checkbox"/> DESCOMPOSTURA <input type="checkbox"/> SEGURIDAD		TIEMPO		TURNO	FECHA
TIPO: MAQUINA O EQUIPO							
NATURALEZA DEL PROBLEMA							
OFICIO REQUERIDO							
OPERARIOS ASIGNADOS				SOLICITADO POR			
NO.							
	OFICIO	HORAS	MARBETE	NO.	OFICIO	HORAS	MARBETE
TRABAJO EFECTUADO Y OBSERVACIONES							
MATERIAL							
REQUISICIÓN NO. (ADJUNTAR COPIAS DE LA REQUISICIÓN)							
FIRMA DEL RESPONSABLE DE PRODUCCIÓN							
FIRMA DEL RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO						HORAS DE PRODUCCIÓN PERDIDAS	

Figura 2.2 Solicitud de mantenimiento.

ORDEN DE TRABAJO							
ORDEN DE TRABAJO NUM.				TURNO		DEPTO. SOLICITANTE	
FECHA				A <input type="checkbox"/>		COSTO NUM.	
UBICACIÓN				B <input type="checkbox"/>		DEPARTAMENTO	
EQUIPO NUM.				C <input type="checkbox"/>		UNIDAD	
PRIORIDAD	EMERGENCIA <input type="checkbox"/>	URGENTE <input type="checkbox"/>	NORMAL <input type="checkbox"/>	PROGRAMADA <input type="checkbox"/>			
EL TRABAJO DEBE COMPLETARSE SIN INTERRUPCIÓN SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>							
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO							
MANO DE OBRA				MATERIALES			
HABILIDADES (OFICIO O ESPECIALIDAD)	TIEMPO		DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL TRABAJO	PARTES		PRECIO	
	EST	REAL		DESC.	PARTE NUM.	UNIDAD	TOTAL
APROBACIÓN DEL TRABAJO				FECHA DE TERMINACIÓN			

Figura 2.3 Orden de trabajo

⇒ Otro de los medios de los que se vale el MP es la hoja de comprobación o cotejo, la cual contiene todas las características de mayor importancia de la maquinaria, equipos e instalaciones que requieren revisión, por ejemplo, motores, controles, etc, especificando lo que se inspeccionará la falla, o defecto que se debe corregir.

HOJA DE VERIFICACIÓN					
ÁREA _____			HOJA DE VERIFICACIÓN NO. _____		
TIEMPO PROGRAMADO _____		DEPARTAMENTO _____		EQUIPO NO. _____	
INSPECCIÓN SEMANAL NO. _____			INSPECCIONADO POR _____		
INICIO _____		FIN _____		FECHA _____	
EQUIPO NO. Y DESCRIPCIÓN	ESTADO Y OBSERVACIONES	TIEMPO FIJADO PARA REPARACIÓN		ORDEN DE TALLER NO.	FECHA PROGRAMADA
		NUM. HOMBRES	NUM. HORAS		

Figura 2.4 Hoja de verificación o cotejo

⇒ Se puede utilizar una tarjeta de programación para cada inspección que se elabore en forma manual, o utilizando un software a fin de llevar un control para un mejor análisis de los trabajos realizados; esta tarjeta contendrá datos como:

1. Denominación del equipo,
2. Renglón programado (si se trata de toda una máquina o de alguna de sus partes o componentes)
3. Ciclo de inspección
4. Otras instrucciones que se consideren convenientes o necesarias.

<u>TARJETA DE PROGRAMACIÓN DE INSPECCIÓN</u>	
NOMBRE DEL EQUIPO _____	
NUMERO DEL EQUIPO _____	DEPARTAMENTO _____
UBICACIÓN DEL EQUIPO _____	
CLASE DE INSPECCIÓN _____	
FRECUENCIA DE LA INSPECCIÓN: CADA _____	
HOJA DE COTEJO DE LA INSPECCIÓN NO. _____	
OBSERVACIONES (INSTRUCCIONES ESPECIALES DE PROGRAMACIÓN)	

Figura 2.5 Tarjeta de programación de inspección

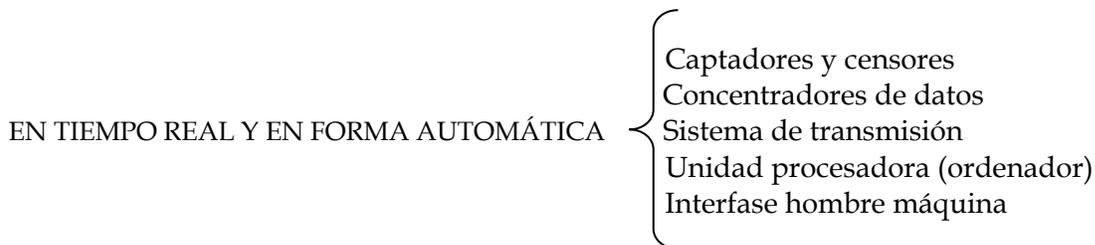
2.4.5 Mantenimiento Predictivo

Es un sistema permanente de diagnóstico que permite detectar con anticipación la posible pérdida de calidad del servicio que esté entregando un equipo, se basa principalmente en las estadísticas de las fallas presentadas anteriormente, con lo cual se puede suponer su comportamiento futuro.

Tiene como objetivos:

- ⇒ Protección preventiva de las personas y recursos materiales
- ⇒ Maximización de la efectividad de las máquinas
- ⇒ Reducción del costo combinado (Conservación + paros)
- ⇒ Obtención de información estadística

Este sistema se ha desarrollado en forma eficaz, y hace uso de lo más avanzado en la tecnología, conformándose por un sistema totalmente automático con cinco módulos que son:



Su implantación en una fabrica es costosa, pero su operación es económica y se obtiene el más alto grado de fiabilidad; Por lo que su uso es ideal para partes, máquinas y sistemas vitales.

2.4.6 Mantenimiento Periódico

Es un procedimiento de mantenimiento preventivo que, como su nombre lo indica, es de atención periódica o rutinaria, con el fin de aplicar los trabajos después de determinadas horas de funcionamiento del equipo, en que se le hacen pruebas y se cambian algunas partes por término de vida útil o fuera de especificación.

Para que este sistema resulte eficiente es necesario hacer una planeación detallada, auxiliándose no solo con la información proporcionada por el fabricante, sino también con la estadística de fallas, los trabajos que anteriormente se le han realizado, el punto de vista del personal de mantenimiento y de operación que conocen el recurso, sino también en sus partes o subsistemas, con la finalidad de determinar su importancia y probabilidad de falla, obteniéndose así una "rutina" como la que se muestra en la figura 2.6.

2.4.8 Mantenimiento Analítico

Se basa en el análisis profundo de la estadística de fallas, de las recomendaciones del fabricante del equipo, de las condiciones del lugar donde está instalado y, de la calidad de la instalación y de la mano de obra de operación, etc.

El análisis se realiza con captadores y sensores dispuestos en los sitios más convenientes de los recursos vitales e importantes de la empresa, que por medio de un programa de visitas, pueden ser inspeccionados con la frecuencia necesaria para anotar los datos y las lecturas resultantes, las cuales revisa un analista combinándolas con la información que, para tal efecto se tiene en un banco de datos relativos al recurso como es el caso del tiempo que ha estado trabajando sin que se produzca una falla, la carga de trabajo a que está sujeto, etc; y entonces con los datos recopilados se puede determinar la clase de trabajos y el tiempo en que deben realizarse. No se interviene el equipo periódicamente sino hasta el momento en que el análisis indique la necesidad de efectuar labores de mantenimiento para prevenir fallas que reduzcan la calidad del servicio.

2.4.9 Mantenimiento Técnico

Es una combinación de los criterios establecidos para el mantenimiento periódico y para el progresivo; con el se efectúan algunos trabajos periódicos al equipo bajo calendario después de ciertas horas de funcionamiento, pero en forma progresiva, ya que se aprovechan tiempos ociosos para que de acuerdo con la prioridad establecida, se realicen las labores correspondientes. Se atiende al recurso por partes, progresando en él en cada fecha programada, la cual está calculada por un analista auxiliándose de la información necesaria para conocer el grado de fiabilidad del equipo y poder así, deducir su “tiempo para fallar”. Este mantenimiento reúne el concepto de “Labores de mantenimiento después de ciertas horas de trabajo” que es la base del periódico y la utilización de los tiempos en que “el equipo no está prestando el servicio” del progresivo.

2.4.10 Mantenimiento Sintomático

Se refiere a las labores enfocadas al arreglo de fallas detectadas por medio del estudio de los síntomas observados en el funcionamiento de un equipo (ruidos, temperaturas anormales, lecturas de medidores fuera de estándares, resquebrajaduras, escape de fluidos, consumo anormal de insumos, etc).

2.4.11 Mantenimiento Continuo

Se lleva a cabo en forma muy frecuente y estable al equipo siendo este o no necesario. Se basa en el concepto de que mientras más y mejor atendido sea un equipo su funcionamiento será óptimo. Es un mantenimiento sumamente caro pues aunque es “programado” no se basa en ningún estudio preliminar que lo justifique y generalmente conduce a realizar labores de más que obviamente implican costos no necesarios.

2.4.12 Mantenimiento Mixto

Es la aplicación de labores correctivas y preventivas de cualquier índole, pero al mismo tiempo. Este tipo de mantenimiento es el menos común y puede darse en el caso de que se presente alguna falla al tiempo en que se tenía programado el mantenimiento en algún equipo.

2.4.13 Mantenimiento Dirigido

Se diseña, después de realizar estudios (históricos y actuales) minuciosos y exhaustivos para cada equipo, instalación o máquina y una orden de trabajo específica en la cual se establecen las labores de mantenimiento que deben realizarse tomado en consideración un principio básico que es el de “tocar con la mente antes que con las manos”.

Su nombre de dirigido se debe a que todos los trabajos de mantenimiento preventivo que se ejecutan a un equipo están comprobados de antemano que son necesarios y por lo tanto son “dirigidos” exclusivamente a donde serán de utilidad, es decir han sido pensados y analizados previamente de tal manera que cuando se van a realizar ya se tienen las respuestas a las siguientes preguntas:

- ¿Qué parte del equipo debe ser intervenida?
- ¿Qué tipo de trabajos deben realizarse?
- ¿Cuándo deben llevarse a cabo las labores?
- ¿Qué personal va a desarrollarlo?
- ¿Qué tipo de refacciones y herramientas serán necesarias?
- ¿Qué secuencia de trabajos debe seguirse?

De acuerdo con la magnitud e importancia técnica de los trabajos a desarrollar, este mantenimiento al igual que el preventivo se divide en dos grandes grupos, donde el primero de ellos estará integrado por los trabajos que no necesiten de conocimientos profundos o herramientas especiales para llevarse a cabo (mantenimiento dirigido ligero) y el segundo lo conformarán los trabajos que demanden del empleo de personal y herramientas especializadas para su atención así como los que requieran de refacciones difíciles de conseguir o de costo muy elevado (mantenimiento dirigido a fondo).

2.4.14 Sistema TPM (Mantenimiento Productivo Total)

El TPM (Total Productive Maintenance) se originó en Japón, por la necesidad de mejorar la gestión de mantenimiento para alcanzar la velocidad con la que se automatizaron y sofisticaron los procesos productivos.

Inicialmente el TPM se limitó a los departamentos relacionados con los equipos, pero más tarde los departamentos de administración y apoyo se involucraron también.

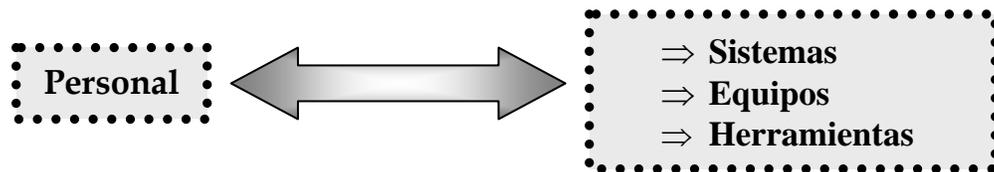
Es un sistema que considera que en el mundo de hoy para que una empresa pueda sobrevivir debe ser competitiva y que para lograrlo sigue cumpliendo con estas tres condiciones.

1. Brindar un producto de óptima conformidad.
2. Tener costos competitivos.
3. Realizar las entregas a tiempo.

Cuando nacieron los diferentes sistemas de calidad de una o de otra manera todos enfocan su atención en una o más de las llamadas "5M"

1. Mano de obra.
2. Medio ambiente.
3. Materia prima.
4. Métodos.
5. Máquinas.

Sin embargo el occidente nunca se concentró en la última de las cinco "M", las máquinas; sino que por el contrario se olvidaron de este aspecto y se concentraron en los otros cuatro, lo que nunca permitió que sus sistemas alcancen el máximo de su potencial y es aquí donde entra en escena un nuevo método que toma en cuenta las "5M" y ofrece maximizar la efectividad de los sistemas, eliminando las pérdidas naciendo así el TPM cuyas siglas en español significan Mantenimiento Productivo Total y tiene la misión de lograr que toda empresa obtenga un rendimiento económico creciente en un ambiente agradable como producto de la integración del personal con los sistemas, equipos y herramientas.



Su objetivo principal es el de "Maximizar la efectividad total de los sistemas productivos eliminando pérdidas y desperdicios con la participación efectiva de todos los empleados en pequeños grupos de actividades voluntarias".

PEQUEÑOS GRUPOS

En este proceso la empresa se organiza en grupos de 5 a 6 personas máximo donde un líder es la cabeza del grupo y miembro del siguiente grupo de nivel superior pudiendo llegar hasta los niveles gerenciales como se muestra en las siguientes figuras:

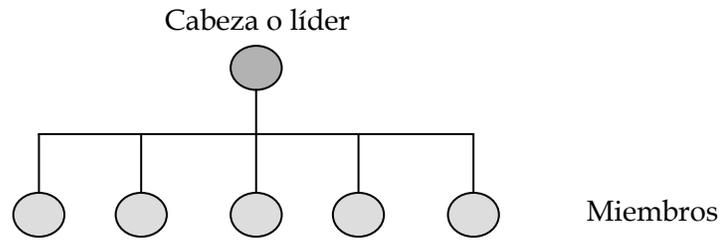


Figura 2.7 Estructura de un grupo

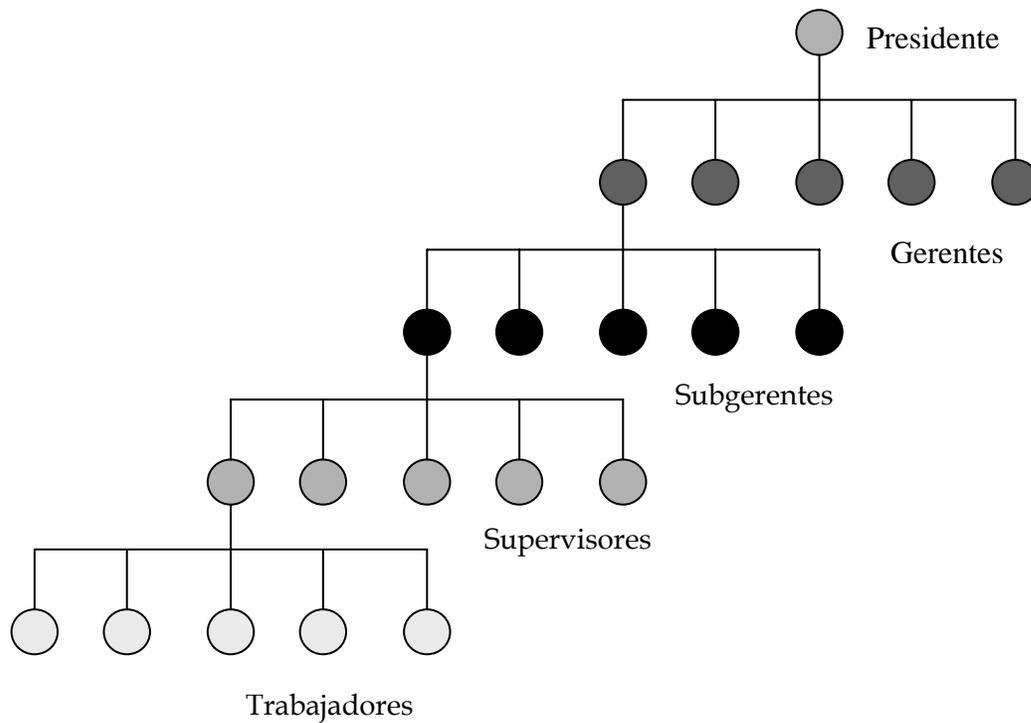


Figura 2.8 distribución de los grupos dentro de la estructura piramidal de la organización.

En la figura 2.8 se puede apreciar como todas las personas están involucradas en la aplicación del TPM, este tipo de organización permite que la empresa trabaje en forma ordenada y coordinada donde la información sube y baja a través de la estructura piramidal de la empresa permitiendo una mejor evaluación y control del proceso.

PILARES

Para una mejor comprensión de la naturaleza del TPM hay que conocer los 8 pilares que lo sustentan.

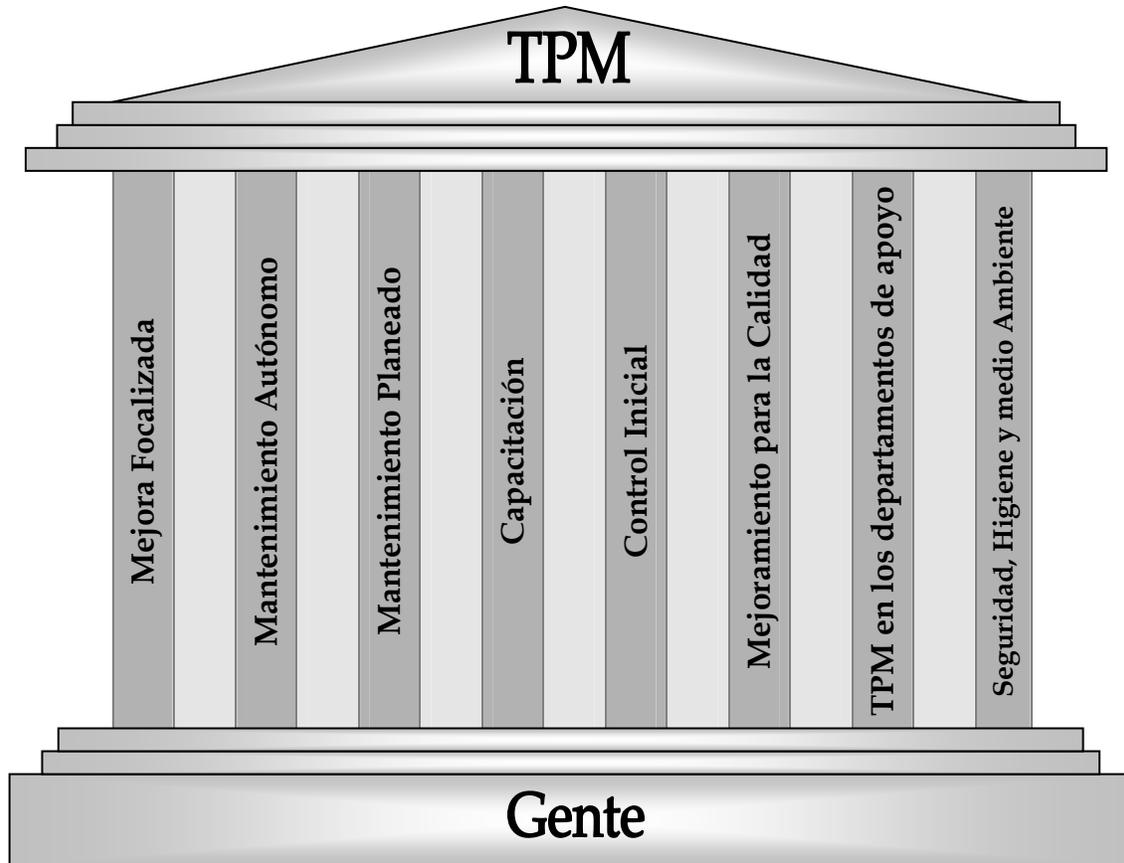


Figura 2.9 pilares del TPM

Como se ve en esta figura los 8 pilares están sustentados a su vez en la gente.

1. La mejora focalizada: tiene como objetivo eliminar sistemáticamente las 16 grandes pérdidas ocasionadas en el proceso productivo, las cuales se clasifican en tres grupos son:

De los equipos:

- ⇒ Fallas en los principales equipos
- ⇒ Cambios y/o ajustes no programados
- ⇒ Fallas de equipos auxiliares
- ⇒ Ocio y paradas menores
- ⇒ Reducción de velocidad
- ⇒ Defectos en el proceso
- ⇒ Arranque

Recurso Humano:

- ⇒ Gerenciales
- ⇒ Movimientos
- ⇒ Falta de sistemas automáticos

⇒ Seguimientos y corrección

Proceso productivo:

- ⇒ Recursos de producción
- ⇒ Tiempos de carga del equipo
- ⇒ Paradas programadas

2. **Mantenimiento Autónomo:** Pretende conservar y mejorar el equipo con la participación del usuario u operador; es decir que cada operario sepa diagnosticar y prevenir las fallas eventuales de su equipo y de este modo prolongar su vida útil. Aunque cabe aclarar que no se trata de que cada operario cumpla con el rol de mecánico pero si de que conozca y cuide su equipo.

El mantenimiento autónomo puede prevenir:

- ⇒ Contaminación por agentes externos
- ⇒ Rupturas de ciertas piezas
- ⇒ Desplazamientos
- ⇒ Errores de manipulación

Con solo instruir al operario en:

a) Limpiar

b) Lubricar

c) Revisar

3. **Mantenimiento Planeado:** trata de mantener el equipo y el proceso en condiciones óptimas siendo su idea principal que el operario diagnostique la falla y la indique con etiquetas, con formas, con números y colores específicos dentro de la máquina de forma que cuando el mecánico llegue a repararla va directo a la falla y la elimina. Este sistema es bastante eficaz ya que es más fácil para el mecánico y el operario ubicar y visualizar la falla.



Figura 2.10 modelo del sistema de etiquetas

4. **Capacitación:** Su función es la de aumentar las capacidades y habilidades de los empleados. Aquí se define lo que hace cada quien y se realiza mejor cuando los que instruyen sobre lo que se hace y como se hace son la misma gente de la empresa, solo hay que buscar asesoría externa cuando las circunstancias lo requieran.
5. **Control Inicial:** consiste en reducir el deterioro de los equipos actuales y mejorar los costos de su mantenimiento. Este control nace después de implantado o cuando se adquieren máquinas nuevas.

6. Mejoramiento para la calidad: La meta aquí es ofrecer un producto cero defectos como resultado de una máquina cero defectos que sólo se logra con la búsqueda continua de una mejora y la optimización del equipo.
7. TPM en los departamentos de apoyo: su objetivo es eliminar pérdidas en los procesos administrativos y aumentar la eficiencia. El TPM es aplicable a todos los departamentos, en finanzas, en compras y en almacén, y para ello es importante que cada uno haga su trabajo con oportunidad y eficacia. En estos departamentos las siglas TPM toman el siguiente significado:

T	Total participación de sus miembros
P	Productividad (Volúmenes de ventas y ordenes por persona)
M	Mantenimiento de clientes actuales y búsqueda de nuevos

8. Seguridad Higiene y Medio ambiente: consiste en crear y mantener un sistema que garantice un ambiente laboral sin accidentes y contaminación; donde lo importante es buscar que el ambiente de trabajo sea confortable y seguro puesto que con frecuencia la contaminación es producto del mal funcionamiento del equipo, así como muchos de los accidentes son ocasionados por la mala distribución de los equipos y herramientas en el área de trabajo.

2.5 Costos del Mantenimiento

Para poder hacer un correcto análisis de los costos de mantenimiento primero se debe determinar el nivel más alto posible que es factible tener sin aumentar el costo en unidades de tiempo y por periodos determinados. Inicialmente se establece el número de horas de paro por maquinaria, debidas al mantenimiento deficiente, analizando la cantidad de los mismos que hallan sido ocasionados por un fallo del equipo y los que son resultado de la mala actuación del personal o de las carencias o defectos del material y pueden imputarse a un mal mantenimiento.

En este punto es oportuno definir primero lo que es un paro mecánico: Un paro mecánico representa las horas perdidas de operación de maquinaria o equipos resultantes del mal funcionamiento o colapso de estos en un periodo de producción. Este fallo puede ser consecuencia de:

- a) Una deficiencia de las prácticas de mantenimiento programadas.
- b) Deficiencia en el diseño mismo de la maquinaria o de uno de sus componentes.
- c) Descuido del operador, negligencia, sabotaje, etc.
- d) Accidentes, fallos en la energía incendios, etc.

Nota: el retiro planeado de una maquina de la línea de producción, para ejecutar en ella el trabajo de mantenimiento programado no se considera como paro mecánico.

Ahora el siguiente paso es determinar la cantidad de desperdicio y las piezas que han tenido que sufrir retrabajos debido a equipos defectuosos y precisar el monto de reposición de equipo o depreciación excesiva causada por un mantenimiento inadecuado.

Una vez cuantificados estos aspectos habrá de realizarse la suma de ellos y determinar la pérdida monetaria total.

En el caso de reposición de equipo ocasionado por un mantenimiento defectuoso, el valor según libros en el momento de ocurrir la reposición es el que se puede usar para estos efectos.

El límite del costo de mantenimiento es, pues la cantidad que NO EXCEDA el costo combinado actual de desperdicio, tiempo de paro, deterioro excesivo y reposición prematura del equipo gastado. Es decir que no debemos gastar más en reparar un equipo de lo que nos costaría cambiarlo por uno más actual.

Ahora bien el nivel óptimo de mantenimiento es el punto en el que los costos combinados son mínimos y la forma de precisar el monto recomendable se expone en la siguiente figura:

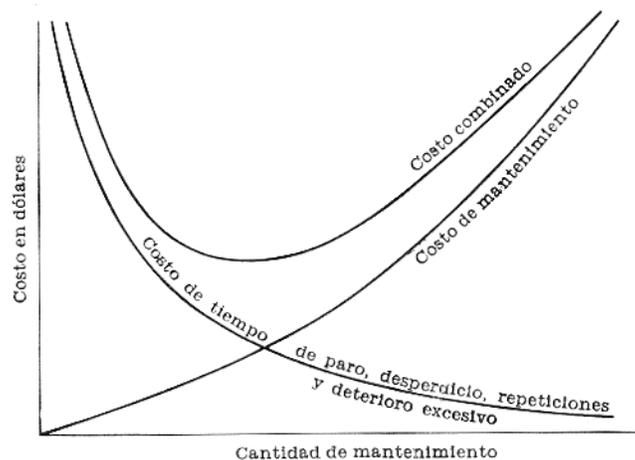


Figura 2.11 cantidad óptima de mantenimiento

Si los costos combinados se encuentran a la izquierda del punto mínimo de la curva quiere decir que el mantenimiento es insuficiente. Por el contrario si dichos costos se hallan a la derecha del punto mínimo es por que el mantenimiento es exagerado.

La posición del punto mínimo de la curva dependerá de la forma de las otras dos; sin embargo, para fines prácticos es recomendable suponer que el mínimo se encuentra en el punto en el que el costo de mantenimiento es igual a los costos de tiempo de paro, desperdicio, etc.

Una vez determinado lo anterior el siguiente problema es definir el nivel real de mantenimiento y para eso existen dos métodos que son:

MÉTODO DE EVALUACIÓN DEL COSTO

En este método se puede establecer un índice general de nivel de mantenimiento sumado al costo del tiempo de paro, de desperdicio por equipo defectuosos y deterioro excesivo del mismo en virtud del mantenimiento impropio o inadecuado. El resultado se dividirá entre el costo del periodo de punto de referencia que puede ser el del periodo anterior o algún otro establecido previamente como presupuesto ideal. Este índice señalará el nivel corriente de mantenimiento.

Cuando el índice así obtenido es menor que la unidad el nivel de mantenimiento puede estar deteriorando y corresponde hacer una investigación de las causas más probables de esta situación para buscar sus posibles soluciones.

En cambio si dicho límite es mayor que la unidad querrá decir que el nivel de mantenimiento es bueno y aún más, nos indica que estamos mejorando y si se observa con detenimiento se puede apreciar que el mantenimiento preventivo siempre se encuentra en el nivel más alto que el ideal o periodo de punto de referencia.

MÉTODO DE ANÁLISIS ELEMENTAL

Este método es mucho más detallado que el anterior pues se basa en una inspección periódica de todas las instalaciones. En el curso de estas inspecciones, la maquinaria se evalúa de acuerdo a su condición y a una base elemental, mediante la asignación de puntos de castigo por cada defecto observado. El primer paso consiste en registrar toda la maquinaria inspeccionada en la fábrica, tomando en cuenta todas las partes esenciales de cada máquina.

Asignación de puntuaciones: se otorga a cada elemento de máquina o instalación los puntos correspondientes de acuerdo con la importancia relativa que tenga cada una con respecto a la función entera de la máquina.

A continuación se muestra un ejemplo de hoja de verificación de tasas de condiciones en donde los componentes de equipo aparecen a la izquierda y las columnas verticales corresponden a las diversas unidades de maquinaria, además a cada renglón se le asigna un valor en puntos de acuerdo con una lista, esta lista no está completa, tiene por objeto únicamente ilustrar como se fijan los valores de puntos puesto que cada empresa tendrá sus puntuaciones particulares.

Para determinar el valor de puntuación correspondiente a cada pieza de maquinaria o área, será necesario inventariar cada parte o característica a la que se le haya asignado un valor de puntuación, contando dichos valores como si cada característica fuese defectuosa. Este valor total constituirá una base de referencia, para determinar el nivel relativo corriente de mantenimiento.

HOJA DE VERIFICACIÓN DE TASAS DE CONDICIONES						
		Fabrica _____		Fecha _____		
Grupo X						
Total 56 Puntos						
Valor de puntos máximo	12		27		17	
Aspecto:	Max.	Asignado	Max.	Asignado	Max.	Asignado
Aseo – Pintura	1	---	1	---	1	---
Condición mecánica	Max.	Asignado	Max.	Asignado	Max.	Asignado
Chumaceras	2	---	4	---	4	---
Engranajes	0	---	6	---	4	---
Mangueras	0	---	2	---	1	---
Alineación de flechas	1	---	1	---	0	---
Hidráulico	1	---	1	---	0	---
Condición eléctrica	Max.	Asignado	Max.	Asignado	Max.	Asignado
Motores	1	---	2	---	1	---
Contactos automáticos	1	---	1	---	1	---
Interruptores	1	---	2	---	1	---
Luces	1	---	1	---	0	---
Lubricación	1	---	1	---	1	---
Aceite, grasa	1	---	1	---	1	---
Accesorios	1	---	4	---	2	---
Notas						

Figura 2.12 hoja de verificación de tasa de condiciones

Posteriormente para aplicar este sistema se tomará nota del total de los artículos realmente defectuosos, registrando cada uno de ellos en el nivel correspondiente de la lista maestra de puntuaciones. La suma de las puntuaciones deducidas del valor agregado, por pieza de equipo, dará el total del agregado por pieza de equipo o instalación.

Ejemplo:

Renglón	Puntos
X (5)	5
Y (4)	4
Z (3)	3
W	1
Q	1
S	1
Total	15

Como se puede ver esta pieza tiene un valor total de 15 puntos. Si un centro de costo dado tuviese cuatro de estas unidades, contaría con un valor agregado total de 60 puntos.

Ahora si se supone que la inspección señala que cada unidad tiene defectuosos los elementos "X", que tiene un elemento "Y" en mal estado y un elemento "Z" desgastado los puntos de castigo serían $5 \times 1 = 5$ mas 1 punto por el elemento "Y" y 1 punto del elemento "Z" haciendo un total de 7 puntos.

Para establecer el nivel de mantenimiento del centro de costo se realiza la siguiente operación.

$$\frac{60 - 7}{60} = \frac{53}{60} = 0.883$$

Independientemente de la presencia de buenos controles para el desempeño del trabajo de mantenimiento, es buena medida administrativa tener un índice del nivel de mantenimiento alcanzado por el departamento respectivo. Esta clase de índices advierte a la dirección de la empresa la necesidad de aumentar la eficacia del trabajo de mantenimiento, o bien la responsabilidad de disminuir su costo mediante una reducción de personal según sea el caso.

El alcance de ambos métodos es ilimitado en cuanto a que surgen de una derivación y juicio basados en datos comprobables, como son el costo y la inspección. Estos datos son específicos, expresables en valores numéricos y sujetos a continuas modificaciones por virtud de la aparición de nuevos datos.

Ambos métodos tienen sus limitaciones por que, debido a la complejidad y la variabilidad de los factores que intervienen, no es posible lograr una exactitud científica. Sin embargo su aplicación aportará una gran medida de control que de otra manera no puede obtenerse. Tanto uno como otro sirven para controlar el nivel de mantenimiento; pero puede hacerse una combinación de los dos. El de evaluación del costo es recomendable para la medición de unidades importantes y el segundo se puede utilizar en forma selectiva cuando el índice de nivel de mantenimiento sobrepasa un alcance específico, para identificar ciertas unidades o áreas de equipo que se encuentren fuera de control, pues es más minucioso.

Además de aplicar estos métodos resulta conveniente tomar en cuenta ciertos indicadores para detectar la eficacia de la planeación y sus efectos reales en la productividad. Estos indicadores son:

- a) Nivel de cumplimiento de planeación (%)

$$\frac{\text{trabajos} \cdot \text{ejecutados}}{\text{trabajos} \cdot \text{programados}} \times 100$$

- b) Eficiencia en la planeación (%)

$$\frac{H \times H \cdot \text{reales}}{H \times H \cdot \text{proyectadas}} \times 100$$

- c) Eficiencia en el trabajo

$$\frac{HxH \cdot trabajadas \cdot HxH \cdot retrabajos}{HxH \cdot trabajadas} \times 100$$

- d) Nivel de disponibilidad de equipos

$$\frac{equipos \cdot programados - equipos \cdot con \cdot paro}{equipos \cdot programados} \times 100$$

- e) Nivel de mantenimiento

$$\frac{trabajos \cdot de \cdot mantenimiento \cdot contingente}{trabajos \cdot de \cdot mantenimiento \cdot programado} \times 100$$

- f) Nivel de calidad de las instalaciones

$$\frac{costo \cdot de \cdot mantenimiento}{valor \cdot de \cdot las \cdot instalaciones} \times 100$$

- g) Indicador de reposición de equipos

$$\frac{costo \cdot de \cdot mantenimiento}{costo \cdot de \cdot reposición} \times 100$$

- h) Nivel de costos de mantenimiento

$$\frac{costo \cdot de \cdot mantenimiento - costo \cdot de \cdot paro}{costo \cdot de \cdot mantenimiento} \times 100$$

- i) Nivel de costo de conservación por HxH

$$\frac{costo \cdot de \cdot no \cdot min \cdot a \cdot de \cdot mantenimiento}{costo \cdot de \cdot no \cdot min \cdot a \cdot de \cdot la \cdot empresa} \times 100$$

- j) Cumplimiento de presupuesto

$$\frac{costo \cdot r \cdot de \cdot mantenimiento}{costo \cdot de \cdot no \cdot min \cdot a \cdot presupuestado \cdot de \cdot la \cdot empresa} \times 100$$

k) Impacto por mantenimiento

$$\frac{\text{costo} \cdot \text{de} \cdot \text{paro}}{\text{costo} \cdot \text{de} \cdot \text{producción}} \times 100$$

Como dato complementario se considera que en una empresa sus costos están distribuidos aproximadamente de la siguiente forma:

- 45% de costos de operación
- 35% de costos de mantenimiento
- 20% de costos generales

Los indicadores de control deben ser diseñados especialmente para la empresa que los va a utilizar ya que en muchos casos estos varían sensiblemente de una empresa a otra. Además los indicadores mencionados anteriormente no agotan todas las posibilidades de contar con más herramientas de control; cada empresa puede diseñar los propios, de acuerdo con sus características y necesidades.

También es recomendable realizar gráficas que muestren mes a mes los gastos realizados para poder comparar y actuar adecuadamente como se muestra en las siguientes figuras.

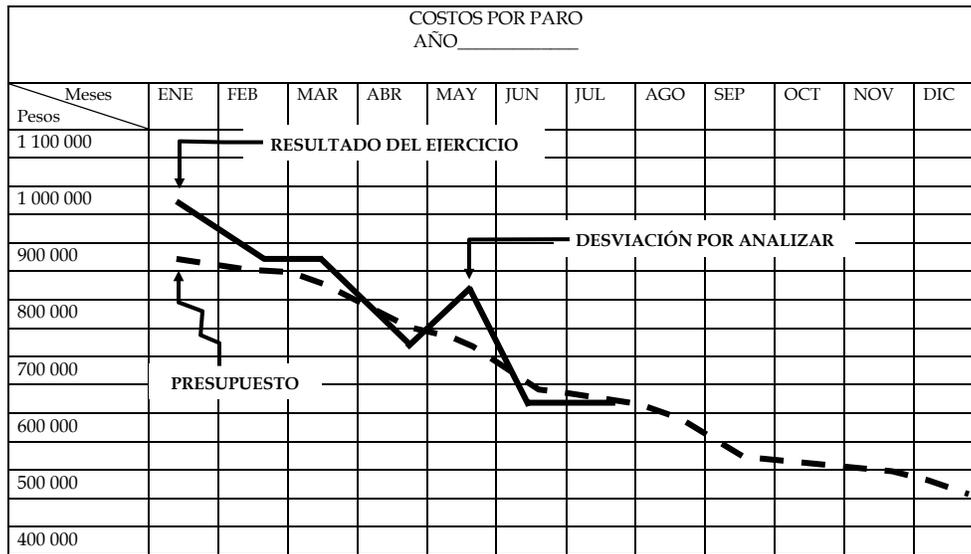


Figura 2.13 gráfica de control de costos por paro.

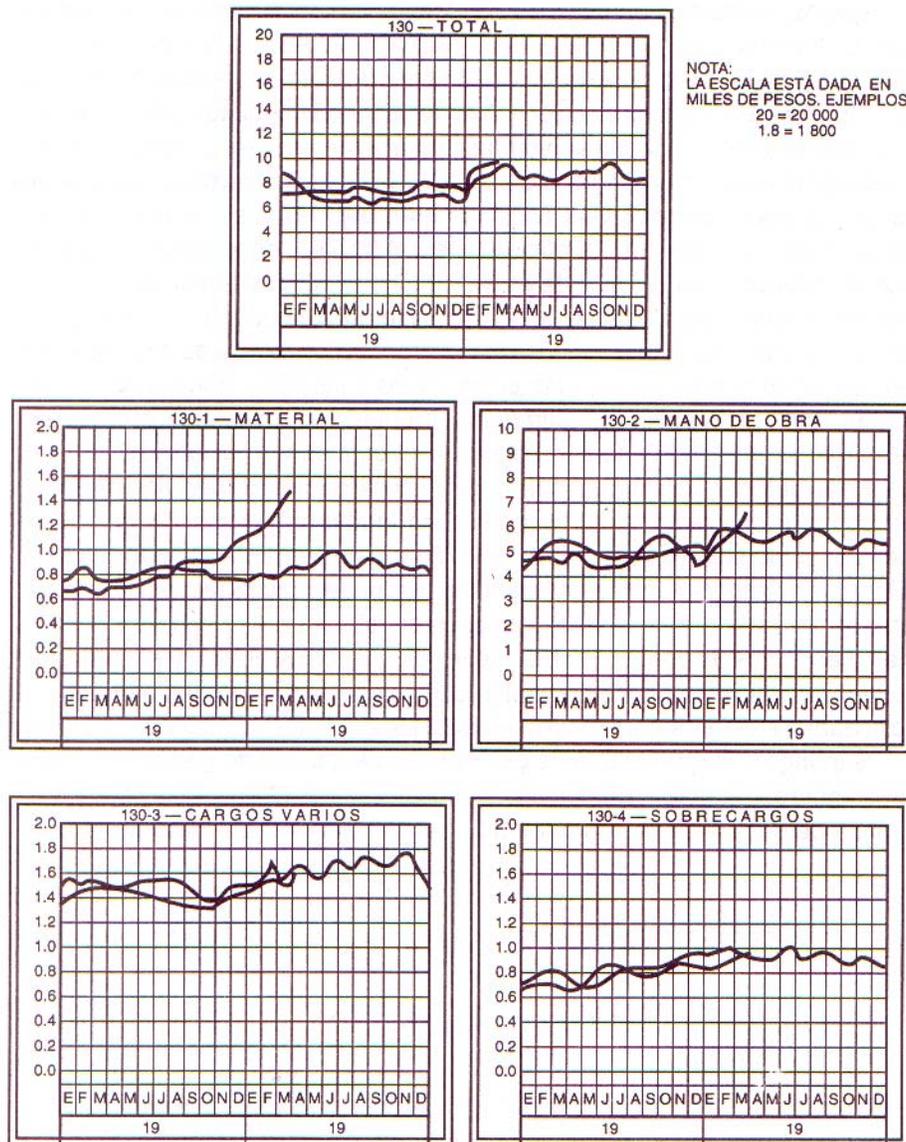
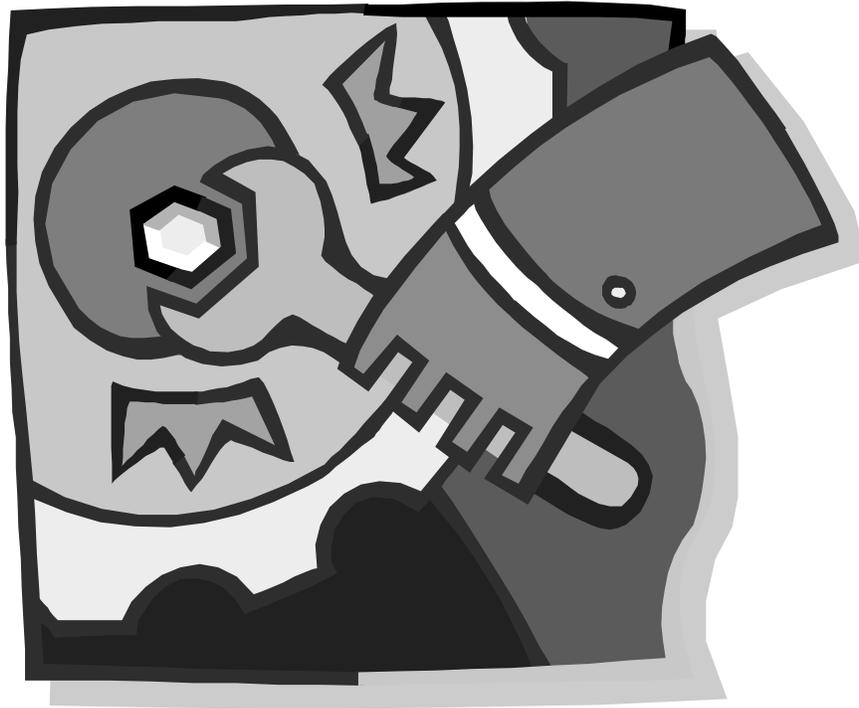


Figura 2.14 gráficas de control de gastos

Si se grafica el indicador de control de costos por paro como es el caso de la figura 2.13 se puede observar que es muy sencillo comparar nuestro presupuesto con la realidad y la desviación esta representada en porcentaje, a fin de analizar solo las desviaciones mayores o menores de cierto nivel.

Además ayuda el que cada gráfica cubra dos años, el próximo pasado, mostrando sus metas y sus resultados y el año actual, el cual muestra la nueva meta. De esta manera se tiene una idea de las tendencias anteriores al comparar dos ciclos del ejercicio. Los datos se toman del presupuesto de correspondiente, o como en el caso de la figura 2.14 de los gastos.

CAPITULO 3



La Administración del Mantenimiento

3.1 Términos y Conceptos Utilizados en el Mantenimiento

Desperfecto: es una desviación inesperada con respecto a los requerimientos y que justifica una acción correctiva.

Falla: la terminación de la capacidad del equipo para realizar la función requerida.

Descompostura: falla que da por resultado la falta de disponibilidad del equipo.

Especificación del trabajo: un documento que describe la forma en que se debe realizar el trabajo. Puede definir materiales, herramientas, estándares de tiempo y procedimientos.

Historia del mantenimiento: un registro histórico que muestra la reparación, refacciones, etc, que se emplea para ayudar a la planeación del mantenimiento.

Monitoreo de condiciones: la medición continua de o periódica y la interpretación de los datos para inferir la condición del equipo a fin de determinar si necesita mantenimiento.

Inspección: proceso de medir, examinar, probar, calibrar o detectar de alguna u otra forma cualquier desviación con respecto a las especificaciones.

Interrupción forzada: interrupción debida al paro no programado de un equipo.

Renovación: trabajo extenso con la intención de que el equipo alcance condiciones funcionales aceptables, que frecuentemente implica mejoras.

Reparación: restablecimiento de un equipo a una condición aceptable mediante la renovación, reemplazo, o arreglo general de las piezas dañadas.

Restablecimiento: acciones de mantenimiento realizadas con la intención de regresar al equipo a sus condiciones originales.

Disponibilidad: capacidad de un equipo para llevar a cabo con éxito la función para la cual fue diseñado, en un momento específico o durante un periodo de tiempo determinado.

Reparación general: examen completo y reestablecimiento del equipo o de una parte importante de él para mantenerlo en condiciones aceptables.

Retroalimentación: es un informe de los resultados obtenidos por una acción programada para alcanzar los objetivos fijados y utilizados para mejorar los procesos.

Maquinaria de producción: es la unión de organismos humanos y físicos, cada uno de ellos con una función específica y coordinada con los demás, teniendo una misma meta que es producir algún bien o satisfactor humano.

Maquinaria de mantenimiento: conjunto de organismos físicos y materiales interrelacionados y cuyo objetivo principal es lograr que la maquinaria de producción proporcione los rendimientos previstos dentro de los costos calculados.

Maquinaria de administración: núcleo de individuos, generalmente de nivel superior en inteligencia, cultura y moral, que auxiliados por mecanismos muy elaborados, diseñan y estructuran la maquinaria de producción y la maquinaria de mantenimiento, dirigiendo y controlando su actuación, para asegurar que las tres maquinarias funcionen armónicamente, de forma que cualquier desviación en la ruta establecida pueda ser detectada y corregida de inmediato, ayudando a la planeación y crecimiento de la empresa en una forma equilibrada y económica.

Personal de producción: este punto por lo general se refiere al obrero o personal equivalente, el cual forma parte de la maquinaria de producción y por lo tanto, debe poseer una gran habilidad manual y conocimiento pleno del funcionamiento y operación de la maquinaria a su cargo; debe conocer también los métodos y procedimientos de producción y tener las condiciones y el temperamento apropiados, ya que desarrolla su labor en un área de trabajos repetitivos. Para este nivel, es necesario suministrarle al personal entrenamiento práctico en su labor, adecuado a los métodos y procedimientos de producción; así como revisar constantemente estos últimos, con el fin de aprovechar todas las oportunidades que permitan enriquecerlos y esto ayudará a reducir al mínimo los problemas de falta de motivación que la naturaleza de estos trabajos provoca.

Personal de mantenimiento: el componente de la “maquinaria de mantenimiento”, debe ser personal calificado con preparación profesional media lucidez en el pensar para razonar de una manera lógica, y tener la habilidad manual necesaria, de acuerdo a los equipos que va a mantener. Su entrenamiento debe basarse en métodos teóricos y prácticos, utilizando equipos adecuados, enfocando los programas hacia el objetivo de que el personal obtenga un conocimiento técnico profundo del diseño, función, operación y mantenimiento de los aparatos que debe cuidar.

Personal administrativo: este es un nivel al que solo debe llegar personal minuciosamente seleccionado, no tanto por sus conocimientos técnicos sino sobre todo por su nivel intelectual, cultural y moral, y lo que es más importante por el análisis de sus características de temperamento ya que será el encargado de que toda la organización funcione correctamente planeando, organizando, dirigiendo y controlando todo el conjunto para lograr las metas y objetivos establecidos. Es muy importante mencionar que el mejor técnico puede ser el peor administrador por lo que se tienen que definir perfectamente los perfiles del personal que se piense contratar, y no dejarse llevar por impresiones o suposiciones, y así evitar el desperdiciar al personal colocándolo en puestos que no van de acuerdo con sus habilidades y características.



3.2 El Proceso Administrativo

Toda empresa para conseguir sus objetivos, tiene que desarrollar sus recursos tanto humanos como físicos y técnicos en una forma equilibrada por medio de acomodarlos y estructurarlos hasta formar un organismo, en el cual cada una de sus partes tienda a obtener un objetivo en conjunto.

Esta organización debe antes que todo planearse concienzudamente a fin de definir sus problemas y así conocer sus posibles soluciones que al ser analizadas darán lugar a las decisiones y podrán construir un programa detallado del cual deben desprenderse los presupuestos que periódicamente servirán como herramientas de control. Teniendo el objetivo bien definido y habiendo planeado a fondo como conseguirlo, el siguiente paso es organizar los recursos y estructurarlos (según se había mencionado) en un organismo funcional, para lo cual es necesario acomodarlos (en la forma prevista) dividiendo el trabajo para lograr determinar la cantidad de puestos y sus categorías y de la misma forma fijar las labores asignadas a cada uno.

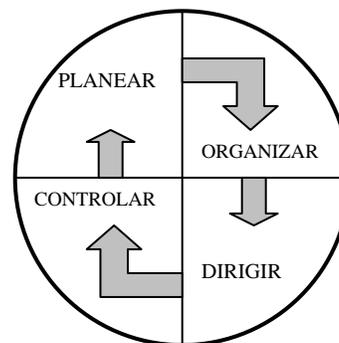
Una vez estructurados y acomodados todos los recursos de la empresa, se debe conseguir que todos cumplan con sus funciones correspondientes; y una vez que la organización está funcionando, se hace necesario comprobar y controlar periódicamente los resultados; por lo que basándose en los presupuestos desarrollados durante la planeación se debe:

1. Medir los resultados con el objeto de compararlos con los presupuestos originales.
2. Analizar las diferencias o desviaciones presentadas con respecto al objetivo a fin de corregirlas.

Es decir hay que planear nuevamente para evitar esas divergencias y posteriormente organizar y estructurar el nuevo planteamiento, consiguiendo después el cumplimiento de las actividades asignadas por parte de los recursos de la empresa y llevando un control para verificar los resultados obtenidos.

Con base en lo anterior se puede concluir que el proceso administrativo puede ser dividido en cuatro etapas esenciales que son:

- ⇒ Planeación
- ⇒ Organización
- ⇒ Ejecución
- ⇒ Control.



Sin embargo para tener una mejor idea de dicho proceso es necesario analizar con más detalle cada una de estas etapas.

3.2.1 Planeación

Podría decirse que esta es la fase más importante del proceso administrativo, pues si no se tiene ningún plan, es lógico que no se tendrá nada que organizar, ejecutar o controlar. La planeación lleva la necesidad de asignar y relacionar las probables actividades que al ser desarrolladas permitirán obtener el objetivo propuesto.

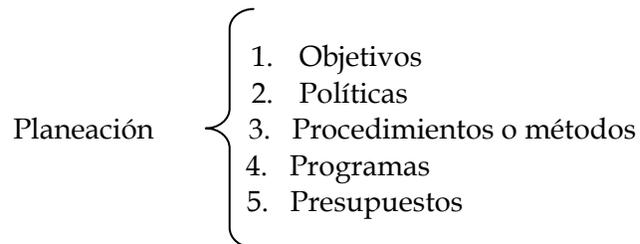
Toda planeación empieza por el deseo de llegar a un objetivo definido considerando sus restricciones y limitaciones y estableciendo las políticas que indicarán los métodos y procedimientos a utilizar para efectuar lo planeado, con lo que es posible hacer los programas a fin de considerar cronológicamente las diferentes actividades a desarrollar.

Para desarrollar una correcta planeación se deben considerar los siguientes puntos:

1. Decidir a donde y como se quiere llegar.
2. Considerar las limitaciones de acción, así como los recursos humanos, físicos y técnicos con los que se cuenta.
3. Dimensionar el monto de las labores que deben llevarse a cabo y el tiempo que consumen.

Con estos datos se puede saber a ciencia cierta cuando es factible empezar para terminar en la fecha propuesta y además permite suponer las acciones, los costos, el tiempo, etc., que deben suceder periódicamente, con el fin de vigilar y corregir las probables desviaciones al objetivo.

Por lo tanto la planeación es una toma de decisiones constante que involucra lo siguiente:



3.2.2 Organización

Organizar es estructurar y dar forma a un complejo previamente planeado, disponiendo de los recursos de la empresa (hombres máquinas, materiales, etc.), de tal forma que esta pueda funcionar según lo previsto en la planeación. Periódicamente debe realizarse un programa actualizándolo cada vez de acuerdo con las modificaciones obligadas por cuestiones extraordinarias que vayan surgiendo. Para organizar de manera eficaz es recomendable atender los siguientes factores:

Puestos: El primer paso es enlistar todas las labores a realizar, separarlas en grupos afines de funcionalidad, determinar en forma aproximada las horas-hombre de cada grupo con el objeto de decidir cuantos puestos en estas categorías son necesarios (uno por cada hombre).

A continuación se hace el análisis de puestos, con el propósito de saber no solo las labores que corresponden a cada uno de ellos, sino su descripción genérica, el grado de habilidad (instrucción, experiencia, destreza, etc.), esfuerzo (físico y mental), responsabilidad (propia y ajena) y por último, las condiciones de trabajo a que van a estar sometidos los ocupantes de dichos puestos. Conocidas las características del recurso humano necesarias para los diferentes puestos, se procede a determinar las de los otros tres recursos.

Hombres: Conociendo el puesto según lo mencionado anteriormente se debe escoger a la persona más adecuada basando la selección en el análisis de puesto.

Autoridad: Ya estando las personas ocupando sus puestos, es indispensable delegarles la autoridad necesaria para el buen funcionamiento del mismo.

Responsabilidad: Es la obligación que tiene una persona de responder ante sus superiores por su actuación durante el desempeño de sus labores.

3.2.3 Ejecución

Ejecutar significa “poner por obra una cosa”, por lo que, podemos decir que la ejecución es una acción en la cual se deben concentrar energías para alcanzar los objetivos establecidos en la planeación y estructurados por la organización. El organismo ya constituido debe ser puesto en acción.

Hay que tomar en cuenta que de los recursos generales con que cuentan las empresas (tiempo, hombres, máquinas, materiales, etc.) todos menos en humano, poseen un comportamiento invariable por si mismos y el comportamiento de los hombres varía positiva o negativamente al de los demás recursos. Debido a eso es que la ejecución básicamente se aplica a los recursos humanos.

3.2.4 Control

El control es la comprobación de que las personas o aparatos estén llevando a cabo lo planeado, con o sin desviaciones de lo predeterminado. Es un procedimiento que se inicia al concluirse la planeación, que es cuando se establecen las normas o estándares derivados de los presupuestos y que permanece durante todo el proceso.

Para facilitar el control es necesario atender los siguientes factores:

1. Medir.
2. Comparar.
3. Analizar.
4. Corregir.



3.3 La Inspección del Mantenimiento

Una de las tareas más comunes que se tienen en cualquier nivel de la administración es la de verificar que los trabajos se estén llevando a cabo según lo planeado; esto implica vigilar y examinar la actuación y los resultados de la labor desempeñada, por lo que inspeccionar frecuentemente es la tarea diaria de cualquier nivel de jefatura.

La inspección por si sola representa una labor de apoyo a los planes de trabajo que se encarga de verificar que los puntos de control se encuentren dentro de los límites establecidos siendo precisamente estos los que revisará periódicamente el inspector, además de que todos ellos deben llevar a la detección de fallas en la maquinaria de mantenimiento (las cuales por lo general siempre son humanas).

A un inspector solo le deben interesar las fallas encontradas en los artefactos o procedimientos, desde el punto de vista que éstas son producidas por alguna anomalía en la maquinaria de mantenimiento. La localización de las funciones de inspección, usadas como labores de ayuda se aclara en el siguiente organigrama:

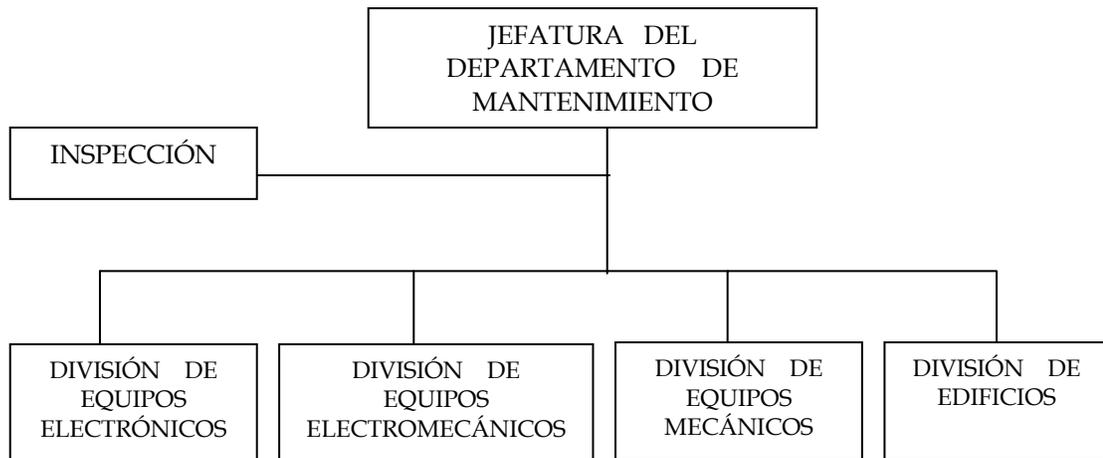


Figura 3.1 Organigrama básico de un departamento de mantenimiento

De esta forma el inspector pasará periódicamente y de acuerdo con un “programa de visitas”, las oficinas y lugares de trabajo del personal de cada división inspeccionando los puntos de control, previamente escogidos y anotados en su programa de inspecciones.

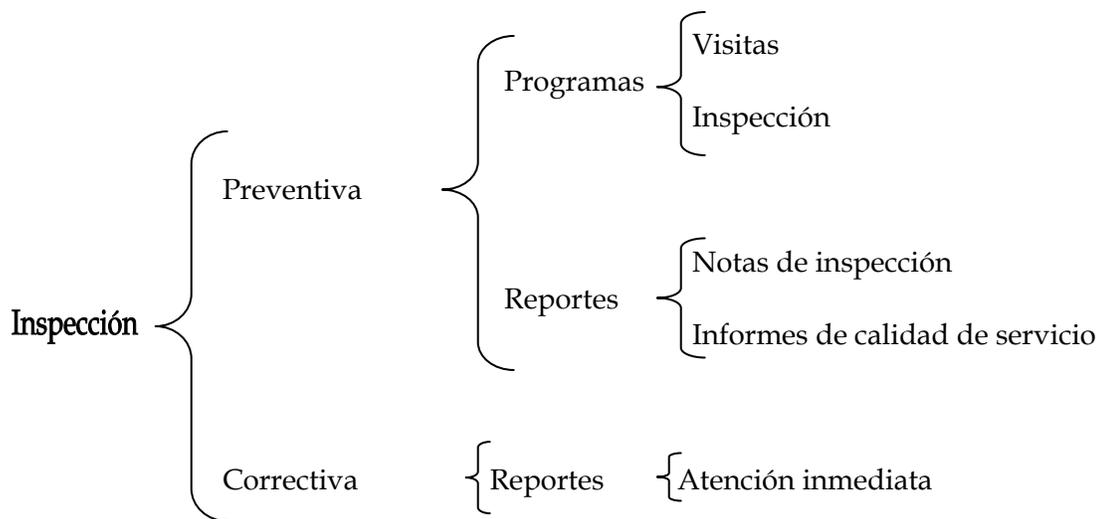
Las anomalías encontradas deben ser corregidas de inmediato por el propio personal de mantenimiento; pero si por algún motivo esto no es posible debe levantarse una “nota de inspección”, describiendo el problema encontrado, el porque del mismo y su posible solución.

En esta forma seguirá operando el inspector, hasta completar su ciclo de visitas, al final del cual será recibido por el jefe del departamento, a fin de enterarlo de su labor y comentar con él los resultados obtenidos; posteriormente, vigilará que se cumpla lo ordenado en estas notas.

El jefe de departamento debe vigilar que por ningún motivo se dejen de llevar a cabo las visitas de inspección en la forma prevista, ya que es muy fácil perder de vista el verdadero espíritu de la inspección y usar a este personal en otras labores propias del mantenimiento.

Laborando con esta disposición, se tienen los elementos de información necesarios para que el trabajo del jefe del departamento sea más efectivo pues este tendrá la facilidad de vigilar y verificar sobre los programas de visitas, los trabajos de inspecciones así como sus notas de cada inspector y el cumplimiento de las labores de cada una de las divisiones.

Los factores que intervienen en la inspección tienen una disposición similar a los de mantenimiento, según se puede observar en el cuadro sinóptico que se muestra enseguida:



3.3.1 Inspección Preventiva

Es la serie de observaciones llevadas a cabo para verificar la actuación humana sobre los equipos, instalaciones y procedimientos a su cargo, antes de que el servicio que estos elementos prestan disminuya o cause una falla.

Su finalidad es reducir al mínimo las interrupciones y una depreciación excesiva, resultantes de negligencias, puesto que no debería permitirse que ninguna máquina o instalación llegase hasta el punto de ruptura. Debidamente dirigidas las inspecciones preventivas son un instrumento de reducción de costos, que ahorra a las empresas dinero en conservación y operación.

Toda unidad de maquinaria o equipo dentro de un área determinada deberá ser revisada para precisar el trabajo que debe realizársele para un correcto restablecimiento así como sus necesidades generales (lubricación, limpieza, etc.) que pueden ser semanales, mensuales o trimestrales, incluyendo un cálculo de la frecuencia con que habrán de realizarse reparaciones totales.

Existe un formato conocido como examen o inspección preventiva en donde se agrupan los datos correspondientes a esta función, el cual se muestra a continuación:

EXAMEN REGULAR DE MANTENIMIENTO				
OFICIO:	ÁREA:	EXAMINADORES	FECHA	HOJA ___ DE ___
HOJA NO.	EQUIPO O INSTALACIÓN	ACCIÓN QUE SE NECESITA		FRECUENCIA

Figura 3.2 examen regular de mantenimiento

Es importante leer con cuidado las instrucciones de los fabricantes, registros de los equipos así como tomar en cuenta su empleo y la periodicidad de las inspecciones para obtener la mayor cantidad de datos posible.

Cuando el equipo es viejo o se le somete a un trabajo distinto o muy intenso cuando existen determinadas exigencias de seguridad, contaminantes atmosféricos, etcétera, es probable que tenga que aumentar la frecuencia de las inspecciones. Si las circunstancias no son tan apremiantes, aquellas serán más espaciadas. Una buena opción es que antes de realizar las inspecciones se establezca la pauta que los técnicos o inspectores llevarán a cabo en las distintas áreas, sin repetir ni omitir ningún equipo. Para lo cual resulta conveniente elaborar una gráfica que sirva para identificar cada zona y la ruta que se va a seguir.

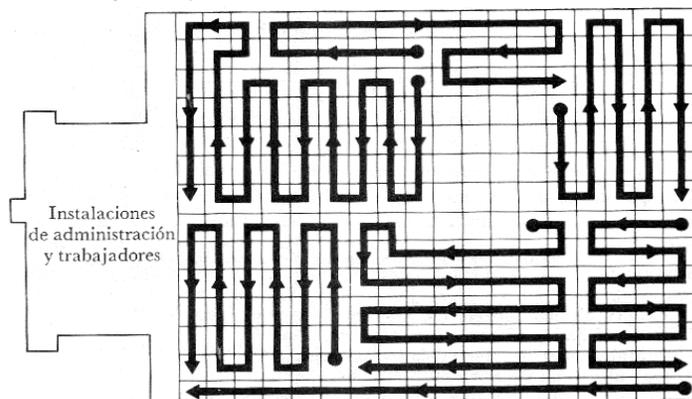


Figura 3.3 gráfica de ruta.

Generalmente cuando se inician programas de inspección preventiva la tendencia es a realizar las revisiones de manera exagerada lo cual aumenta los costos más de lo necesario.

Sin embargo en el caso de que dichas frecuencias no fueran lo bastante reiteradas, las interrupciones por descomposturas, con el consiguiente gasto por paralización, podrían ser más costosas que lo ahorrado en inspecciones. La frecuencia de las inspecciones deberá ser revisada de cuando en cuando, ya que podrían reducirse, a veces, ampliando la periodicidad cuando el intervalo de fallas y paros es mínimo.

Otro de los medios de los que se vale la inspección preventiva es la hoja de comprobación o cotejo (mencionada en el capítulo 2) la cual debe contener todas las características de mayor importancia de la maquinaria o equipo que requiera revisión especificando que es lo que se inspeccionará y buscará así como la fecha en la que deberán realizarse dichas actividades. Cuando quedan llenas estas formas se entregan en la sección de control de mantenimiento, donde posteriormente se encargan de la expedición de las ordenes de taller para efectuar las reparaciones correspondientes, para determinados casos estas formas pueden realizarse de manera más detallada adecuándose a las necesidades de cada empresa brindando siempre las siguientes ventajas:

- ⇒ Constituyen un recordatorio para el inspector, impidiendo que se pasen por alto detalles de importancia.
- ⇒ Sirven de registro para efectuar análisis periódicos.
- ⇒ Aseguran que al llevarse a cabo la inspección por distintas personas, esta será siempre uniforme y completa.
- ⇒ En ellas hay espacio suficiente para observaciones relativas a un determinado punto de inspección, para que se ponga atención a cualquier avance del deterioro.
- ⇒ Representan un documento importante que proporciona al control de mantenimiento la base para realizar análisis que determinen el tipo de acción que deben emprender.

3.3.2 Programación de Visitas e Inspecciones

Para conseguir una aplicación y uso adecuado de las observaciones así como para facilitar su control, es conveniente dividir los programas y reportes de inspección en:

1. *Programas de visitas:* son las listas de los lugares o artefactos que debe verificar cada inspector; en ellas se muestra también la frecuencia y la fecha en que deben ser realizadas las visitas.

Estos programas son desarrollados de dos manera: anuales (a largo plazo) y mensuales (a corto plazo) y ambos son elaborados a su tiempo por el inspector quien se basa en una planeación establecida y en su propio criterio normado por el conocimiento de los problemas que se presentan con más frecuencia.

Los programas de visitas anuales como todos los programas a corto plazo no deben sufrir variación durante el transcurso del año, ya que este representa la meta a lograr y que se ha impuesto para asegurar una supervisión óptima.

En cambio el programa mensual tendrá que ser elaborado unos días antes de comenzar el mes que este cubre, a fin de ser congruente con la realidad actual de las situaciones tomando en cuenta las variaciones anteriores, así como las que se prevean en el momento.

PROGRAMA ANUAL DE VISITAS DE INSPECCIÓN													
EMPRESA							DEPTO. DE MANTENIMIENTO						
SUCURSAL							INSPECTOR:						
FECHA:													
LUGAR A VISITAR	ACTIVIDAD	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.

Figura 3.4 Programa anual de visitas de inspección

PROGRAMA MENSUAL DE VISITAS DE INSPECCIÓN																																
EMPRESA MANTENIMIENTO															DEPTO. DE																	
SUCURSAL															INSPECTOR																	
FECHA:																																
PROCEDIMIENTOS Y ARTEFACTOS A INSPECCIONAR	ACT.	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
		L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	

Figura 3.5 Programa mensual de visitas de inspección

2. *Programa de inspecciones:* son listas de las diferentes actividades básicas que debe desarrollar un inspector al llegar al lugar indicado por su programa de visitas. Muestran los puntos a observar para poder detectar posibles fallas en el funcionamiento de las maquinas y equipos. Su contenido lleva a analizar tanto las funciones administrativas como técnicas de la división correspondiente y en caso de que se presentara alguna divergencia debe procederse si es posible a corregirla de inmediato, o en caso contrario debe levantarse una nota de inspección. Los programas de inspecciones nacen del análisis que es necesario hacer a la maquinaria para determinar sus lugares claves e idóneos de supervisión, los cuales indicarán si existen fallas incipientes en dicha maquinaria.

Estas formas tiene además un lugar para hacer anotaciones en cada actividad revisada, la fecha de revisión, y el número de nota de inspección que tubo que levantarse. La cantidad de lugares, procedimientos o máquinas a inspeccionar generalmente es grande por lo cual es recomendable auxiliarse de un instrumento llamando comúnmente "libro de trabajo" del inspector, el cual lo acompañará siempre durante sus visitas de inspección de cualquier tipo (preventiva o correctiva) a fin de hacer en él las anotaciones necesarias.

El libro de trabajo debe estar conformado por:

- ⇒ Una copia del programa anual de visitas.
- ⇒ Una copia del programa mensual de visitas (según los meses transcurridos).
- ⇒ Una copia del programa de inspecciones de cada división o departamento.
- ⇒ Una copia del control de notas de inspección.

Además es conveniente hacer, por cada división de los departamentos, un programa de inspecciones para facilitar la inspección y la formación del libro de trabajo.

PROGRAMA DE INSPECCIÓN					
EMPRESA			DEPTO. DE MANT.		
HOJA ___ DE ___			INSPECTOR		
PROCEDIMIENTOS Y ARTEFACTOS A INSPECCIONAR	ACTIVIDAD	FECHAS DE VISITA Y NÚMEROS DE NOTAS DE INSPECCIÓN			

Figura 3.6 programa de inspección

3. *Notas de inspección:* es una forma que será levantada por el inspector, una por cada irregularidad presentada y que no pudo ser corregida de inmediato; y que además amerita registrarse o requiera un trámite posterior. Esta se preparará preferentemente por duplicado, dejando una con el supervisor y la otra en un archivo. En esta nota se mencionará el problema encontrado, dando una explicación ligera, pero clara de este, continuando con la mención de la causa del problema y por último las propuestas para su arreglo; además, allí se llevará un pormenor de los trámites que debe efectuarse para terminar de atender el trabajo que la nota cubre.

Cada inspector llevará una numeración corrida de sus notas de inspección, empezando y terminando con el año para poder llevar un mejor control por medio de las hojas de "Control de notas de inspección", debiendo tachar ahí las notas atendidas pero sin destruir la copia de estas hasta no corroborar en su próxima visita que su contenido fue atendido de manera satisfactoria.

NOTA DE INSPECCIÓN NO. _____		
EMPRESA	DEPTO. DE MANT.	
SUCURSAL	INSPECTOR	
EXPLICACIÓN DE LA FALLA ENCONTRADA		
MOTIVOS Y CAUSAS		
RECOMENDACIONES PARA SU ARREGLO		
FECHA DE EXPEDICIÓN	AVANCES DEL PROCESO	
FECHA DE TERMINACIÓN		
_____ INSPECTOR	_____ RECIBIDO	_____ MANTENIMIENTO

Figura 3.7 nota de inspección

CONTROL DE NOTAS DE INSPECCIÓN			
EMPRESA		DEPTO. DE MANT.	
SUCURSAL		INSPECTOR	
NOTA NO.	FECHA EXPED.	RELACIONADA CON	PENDIENTE POR

Figura 3.8 Control de notas de inspección

3.3.3 Informes de Calidad del Servicio

Como el principal objetivo del personal de mantenimiento es el de conservar económicamente y en perfectas condiciones el servicio que prestan las máquinas, equipos e instalaciones de la empresa, es natural considerar que es necesario contar con un sistema de información que haga posible verificar de modo objetivo y con la rapidez adecuada si dicho servicio esta suministrado dentro de los límites de calidad previamente establecidos.

Como la calidad del servicio está en forma inversa al número de fallas, se necesita analizar, para cada elemento sujeto a mantenimiento, los tipos de fallas más comunes, así como su frecuencia y cantidad; esto, comparado con el punto de vista económico, proporcionará una idea de la cantidad de daños que se pueden tolerar, lo que servirá de base para establecer el límite o meta anual de la calidad del servicio.

El siguiente paso es el de diseñar y establecer un informe mensual de la cantidad y el tipo de daños que se registraron a fin de tener al tanto al personal interesado de la calidad del servicio de las labores de mantenimiento que se están llevando a cabo y así puedan compararlos con la meta preestablecida, con lo que podrán conocer si existen divergencias con respecto a esta.

Una de las mejores herramientas para controlar la calidad del mantenimiento en forma objetiva y hasta cierto punto histórica, es la de las gráficas de control de calidad, como las que se muestran a continuación:

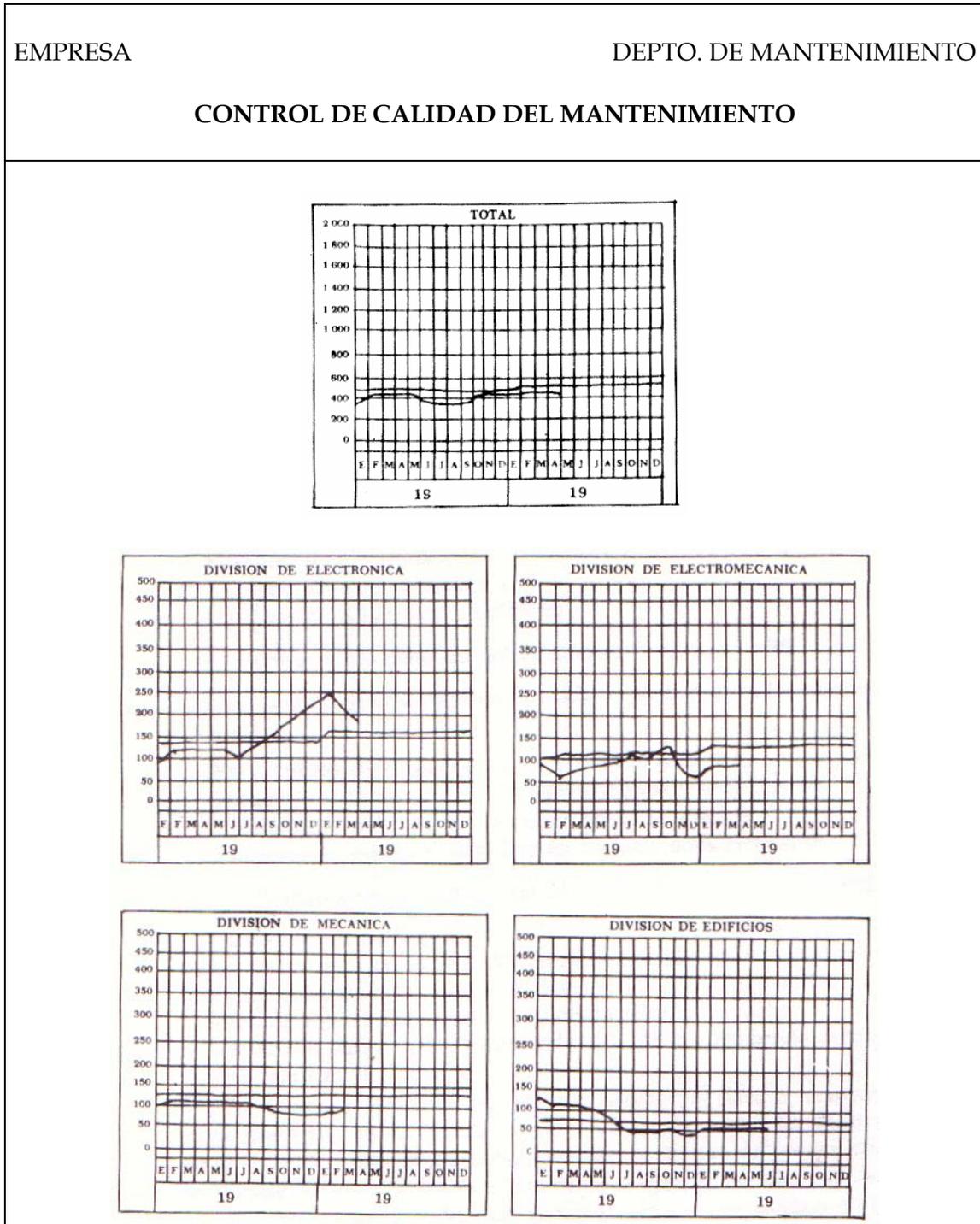


Figura 3.9 gráficas de control

Dichas gráficas deben existir tanto para el uso del personal de mantenimiento, como para uso de los inspectores de mantenimiento. Generalmente están basadas en la cantidad de faltas registradas mensualmente y muestran el año anterior y el que está en curso, con sus respectivas metas anuales previamente establecidas.

Cada mes se pasará el resultado de los informes de los daños a estas gráficas, pudiendo de este modo ser comparados con la meta, facilitando al inspector la detección de alguna desviación importante a la meta o límite de tolerancia establecido.

3.3.4 Inspección Correctiva

Podemos entender a la inspección correctiva como la serie de observaciones llevadas a cabo por los inspectores para verificar la actuación humana sobre los equipos, instalaciones y procedimientos, cuando el servicio que prestan estos se ha salido de los límites de tolerancia establecidos.

Durante el desarrollo de las labores del departamento de mantenimiento, se presentarán en mayor o menor grado situaciones de emergencia que forzosamente deben ser analizadas por los inspectores para investigar la causa o el error humano que las origina. Se realiza cuando se presenta un reporte de máquina fuera de servicio (mencionado en el capítulo 2) o por los resultados presentados en el informe mensual de calidad del servicio y anotados en las gráficas de control de calidad (fig. 3.8).

En estos casos se procederá de inmediato y de acuerdo con la magnitud de la falla, hasta comprobar que el servicio ha sido reestablecido y una vez obtenido esto, el inspector levantará, si es necesario, una nota de inspección. Es la menos recomendable puesto que por presentarse después de que el servicio ha sido interrumpido resulta mas caro y a medida que se realicen adecuadamente las inspecciones preventivas podremos evitar en gran medida la presencia de estas.

3.4 Administración de la Maquinaria de Mantenimiento

No existe una sola empresa que no tenga necesidad de contar con personal de mantenimiento ya sea propio o ajeno, a fin de garantizar que su producción no se vea afectada por fallas imprevistas. Conforme va siendo más importante la empresa, tal necesidad aumenta, hasta que el personal llega a formar un núcleo preponderante que exige su propia organización racional y que se va incrementando junto con la capacidad de la empresa.

Por lo tanto y debido a que la necesidad de personal de mantenimiento se va desarrollando lentamente aunque a razón directa con la ampliación de la empresa, es lógico que existan departamentos de mantenimiento mal comprendidos por los altos funcionarios y por lo tanto falsamente estructurados por lo que resulta muy sano establecer una junta o grupo de planeación, a fin de darle una forma adecuada y definida, en funciones y relaciones a dicho departamento. Para ella es necesario:

PLANEACIÓN

En primer lugar, se debe establecer el objetivo del departamento, a fin de que quede por escrito y de manera clara para todo el personal de la empresa, siendo este el de “conservar en condiciones seguras, eficientes y económicas la calidad del servicio que prestan las máquinas, equipos, instalaciones y edificios; por lo tanto, las funciones generales de este departamento serán: planear, organizar, ejecutar y controlar todas las labores de mantenimiento necesarias para la empresa.

ORGANIZACIÓN

Se ha considerado que los trabajos de mantenimiento esenciales en la mayoría de las empresas, son desarrollados en:

- a) Equipos electrónicos.
- b) Equipos electromecánicos.
- c) Equipos eléctricos.
- d) Equipos mecánicos.
- e) Edificios.

Por cuestiones económicas, no conviene que todas las labores de mantenimiento queden a cargo del personal de la propia compañía, ya sea por que estas son poco frecuentes o por que exigen personal muy especializado, es necesario contar con contratistas de mantenimiento. Al aceptar a uno de estos es importante que en sus obligaciones aparezcan, entre otras la de usar la misma mecánica en su forma o manera de trabajar, que la del departamento de mantenimiento de la empresa, y lo que es más, todos los contratistas deben quedar a las ordenes directas del jefe de división correspondiente, de forma que se proyecte en su manejo como una extensión de la fuerza de trabajo de éste, a fin de asegurar la coordinación, que es una condición necesaria en todas las labores de mantenimiento de cualquier empresa.

Con todo lo anterior se puede tener un bosquejo de la línea del departamento de mantenimiento, el cual quedaría integrado por los trabajos esenciales mencionados anteriormente y cuyo organigrama quedaría como se muestra a continuación.

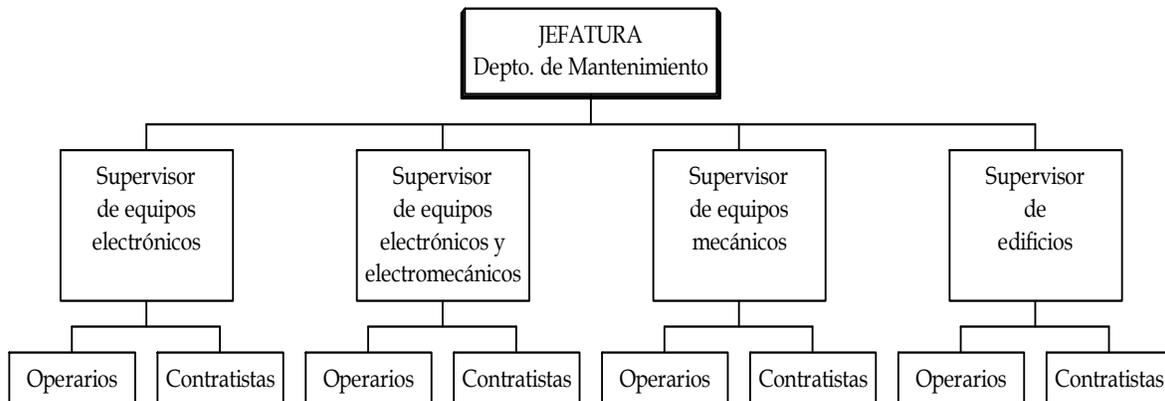


Figura 3.10 Organigrama de los trabajos básicos de mantenimiento

Es indiscutible que en el departamento de mantenimiento existen funciones idénticas en cada división, que sería muy conveniente manejarlas únicamente como funciones de apoyo para todo el departamento, por ejemplo, las de tipo puramente administrativo, tales como elaboración y control de nóminas, trámites generales del Seguro Social, etc.

Otra función general de apoyo o staff, será la de programación y presupuestos, que prácticamente es la oficina cuya obligación principal es establecer juntas de planeación para el mantenimiento preventivo, de donde se deducen los programas de visitas, los de inspecciones, pruebas y rutinas o los de reconstrucción, y por ende establece los presupuestos estándar que servirán de control.

Esta oficina hará del conocimiento del personal adecuado, los programas y presupuestos, y también deberá de informar mensualmente los resultados obtenidos para que puedan ser comparados con lo presupuestado para cada división y cada una de estas pueda poner en práctica los correctivos necesarios.

Debe tomarse en cuenta que siempre será mejor trabajar con un procedimiento conocido, aunque este sea malo, que no tener ninguno al respecto. Posteriormente, esta oficina tendrá como objetivo de rutina la mejora de los procedimientos.

Otra función staff es la inspección de las labores del personal; esta función no se contrapone con la labor del gerente o jefe de división correspondiente, ya que este último tiene la función de supervisor y por lo tanto el mando directo de su personal.

El inspector solo tiene la autoridad de apoyo, por lo que se concentrará a indicar al personal de la línea las deficiencias encontradas y la forma corregirlas y con estos datos podemos determinar el nuevo organigrama el cual se presenta en el formato mostrado en la figura 3.9.

Ahora se necesita definir la carga de trabajo de cada puesto y hacer los análisis de puesto de cada categoría que resulte de la división detallada del trabajo, con el objeto de que la oficina administrativa tenga un manual de todos ellos, así como cada jefe o supervisor tenga los correspondientes a su división, sin perjuicio de que debe conocer los de todo el departamento.

Con los lugares diseñados y relacionados perfectamente y con auxilio de los análisis de puesto, así como de la calificación de méritos de los trabajadores o los resultados de la selección de personal de nuevo ingreso se estará en la posición de llenar todas las vacantes con las personas más adecuadas, tomando nota de los conocimientos y habilidades que pudieran faltarles con el fin de facilitarles el adiestramiento necesario.

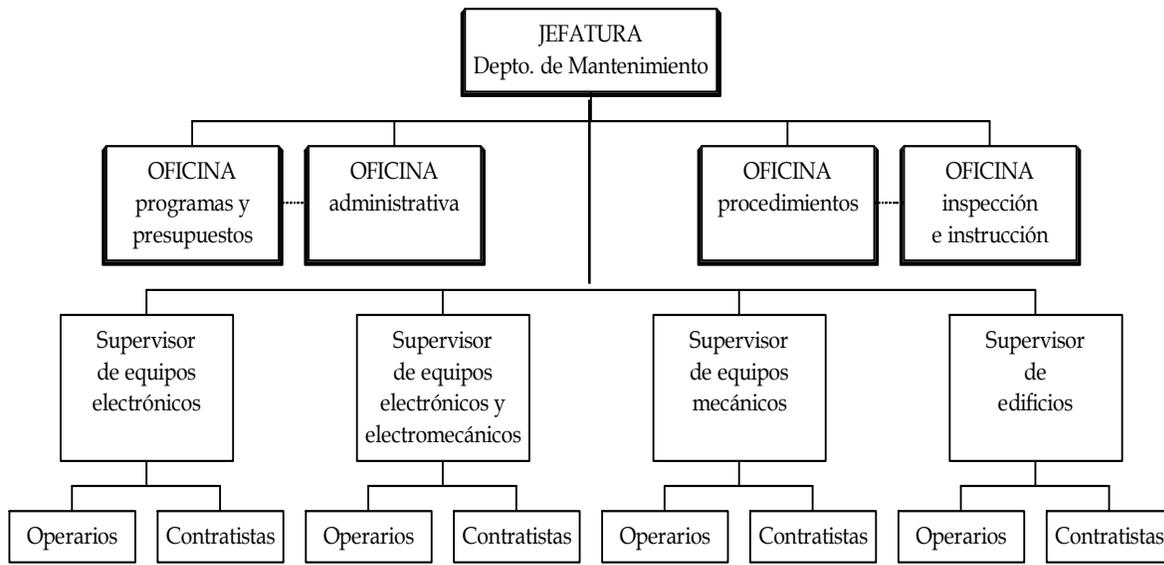


Figura 3.10 A organigrama de trabajos de mantenimiento

EJECUCIÓN

Para lograr que el personal subalterno ejecute su trabajo con espíritu lleno de satisfacción y orgullo, es indispensable la motivación, además de que debemos estar concientes de que si un empleado hace esfuerzos por superarse no es contrario a la motivación el que se lo hagamos saber en una forma adecuada y reconociendo el esfuerzo realizado.

Se debe desechar la práctica anticuada de exigir por exigir, aún viendo que el esfuerzo del personal en general es mayor de lo normal.

Es indiscutible que si los empleados muestran deseos y hacen esfuerzos mayores de los que tiene obligación y sin embargo no se obtiene los resultados esperados, la falla esta en los niveles superiores por que no se esta administrando correctamente.

Debido a todo esto es recomendable acercarse a los empleados, entenderles y analizar sus problemas, hasta lograr una comunicación franca, se tiene que corroborar que cada uno entiende perfectamente las funciones de su puesto y las relaciones que guardas con las demás figuras operativas, que dominan los procedimientos establecidos y los llevan a la práctica, sin dejar de verificar que las ordenes giradas son entendidas, razonables y al alcance de los trabajadores sin exigir milagros y es hasta entonces que se tendrá la capacidad de coordinar las labores de cada uno de los integrantes del grupo.

CONTROL

Con el auxilio del staff se les dan las herramientas de control a los jefes de división, ya que por una parte, la oficina de programas y presupuestos proporcionará las “gráficas de control”, los presupuestos o metas y la información mensual de los resultados obtenidos; por otra parte, los inspectores auxilian a todos los jefes de línea de cualquier nivel a analizar las herramientas de control, a fin de sugerir la forma de resolver los problemas, ya sea revisando los procedimientos e informando en caso necesario.

Al establecer los sistemas de control hay que ser muy cuidadosos a fin de que estos se basen en resultados y no en actividades; esta fuera de toda razón el pretender guiar a los subordinados directos indicándoles cada cosa que deban hacer, cada paso que han de dar y sin delegarles la autoridad necesaria “llevándolos de la mano” durante el desarrollo de sus actividades y al mismo tiempo, exigir resultados.

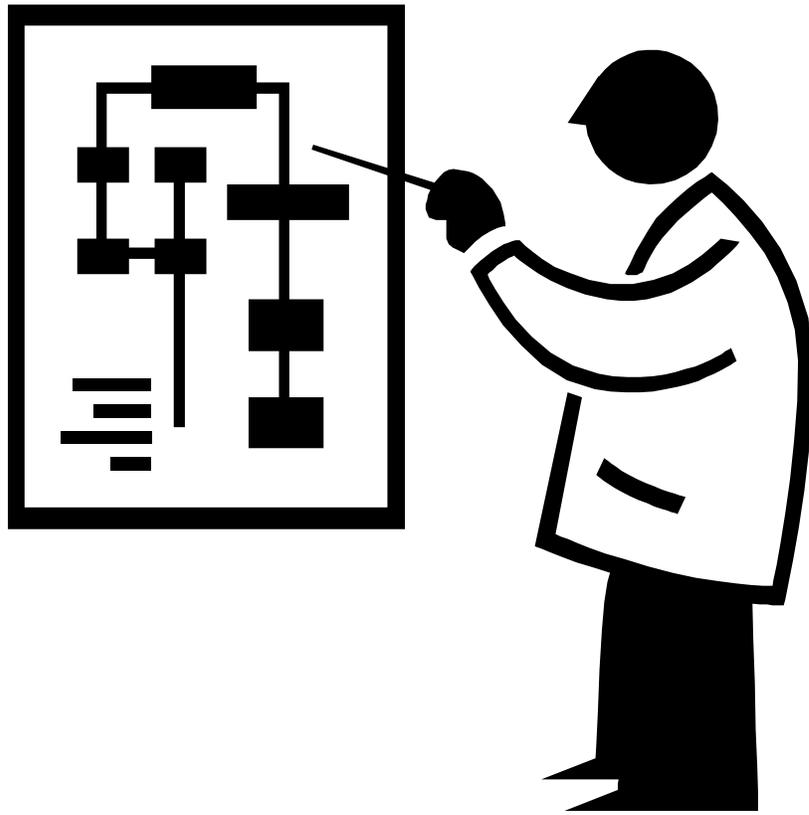
Es necesario establecer una serie de reportes o informes desde los niveles inferiores hasta los superiores, para que estos escalones estén enterados de los resultados y se les facilite el control de ellos.

Debe tenerse en cuenta que a quien le interesa un informe detallado y fresco es al responsable directo de cada área pues tiene que tomar decisiones inmediatas y bien basadas para corregir las fallas o problemas que se presentan. Pero también debe considerarse que no es así en los niveles que le siguen en orden ascendente a los cuales les van resultando menos útiles los detalles, teniendo que generalizar más hasta llegar a controlar por excepciones.

Otra cosa de interés será el determinar cuales son las fuentes de información idóneas y encargadas de emitir los reportes, pues si bien es cierto que la división o sus escalones inferiores pueden investigar y proporcionar toda serie de informes, no por eso es más conveniente que por ejemplo, las bodegas produzcan el informe de consumo de materiales o repuestos.



CAPITULO 4



Análisis del Trabajo de Mantenimiento

4.1 Mejora a los Métodos de trabajo

Un método de trabajo es el conjunto de operaciones ordenadas con las cuales se pretende lograr un objetivo; es decir, es la manera detallada de realizar una actividad indicando la mejor forma de hacerla por ejemplo: como montar una herramienta en una máquina, como realizar un ajuste, etc.

Sin embargo es común que los métodos utilizados para llevar a cabo determinadas tareas hallan sido asentados de forma empírica, o en el mejor de los casos establecidos con base en un estudio previo que logró los objetivos planeados al momento de implantarlo pero que con el paso del tiempo se volvió obsoleto, y que en consecuencia ya no permite obtener un rendimiento óptimo en las operaciones.

En razón de lo anterior se considera muy importante determinar y especificar primeramente los trabajos que son objeto del departamento de mantenimiento para posteriormente realizar un análisis cuidadoso, exhaustivo y continuo que busque siempre la forma de mejorarlos a manera de hacerlos cada vez más eficientes y confiables.

Es recomendable realizar programas de mejora de confiabilidad puesto que ofrecen una alternativa inteligente para optimizar la función en general del mantenimiento.

Se deben mantener archivos históricos de los equipos críticos e importantes, y hacer estimaciones del tiempo medio entre fallas (TMEF) pues entre mayor sea este quiere decir que nuestro sistema funciona mejor además de que ayuda a reducir la frecuencia del mantenimiento de emergencia que como se menciona en el capítulo 2 es el más costoso y que se calcula como una función de la tasa de fallas del equipo para un periodo de operación de n horas durante las cuales habrá:

$$\text{Frecuencia del mantenimiento de emergencia} = \frac{n}{TMEF} \text{ acciones de mantenimiento de emergencia.}$$

4.1.1 Introducción al Estudio de Métodos

El estudio del trabajo es el examen sistemático de los métodos para realizar actividades con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y de establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades que se realizan por medio de dos técnicas principalmente que son:

- ⇒ El estudio de métodos y
- ⇒ La medición del trabajo.

El estudio de métodos es el registro y examen crítico sistemático de los modos existentes de realizar actividades con el fin de efectuar mejoras.

Se lleva a cabo siguiendo un procedimiento básico que consiste en:

- 1) Seleccionar: El trabajo o proceso que se ha de estudiar considerando tres factores muy importantes para elegir correctamente una tarea como a continuación se indica:
 - 1º. Consideraciones económicas: constituye obviamente una pérdida de tiempo comenzar o proseguir una larga investigación si la importancia económica de un trabajo es reducida o si no se espera que dure mucho tiempo.
 - 2º. Consideraciones técnicas o tecnológicas: una de las consideraciones importantes es el deseo de la dirección de adquirir una tecnología más avanzada, en equipo o en procedimientos.
 - 3º. Consideraciones humanas: ciertas actividades causan frecuentemente la satisfacción de los trabajadores y pueden provocar fatiga o monotonía o resultar inseguras o desatinadas.
- 2) Registrar: todos los datos relevantes utilizando las técnicas más apropiadas y disponiendo de los datos en la forma más cómoda para analizarlos. El éxito del procedimiento íntegro depende del grado de exactitud con que se registren los hechos, puesto que servirán de base para hacer el examen crítico y para idear el método perfeccionado, razón por la cual es esencial que las anotaciones sean claras y concisas, para lograrlo se han diseñado técnicas que además de ser sencillas son universales.

Entre tales técnicas las más comunes son los gráficos y diagramas que a su vez se dividen en dos categorías:

- 1º. Los que sirven para consignar una sucesión de hechos o acontecimientos **en el orden en que ocurren** pero sin reproducirlos a escala.
- 2º. Los que registran sucesos también en el orden en que ocurren, pero indicando su **escala en el tiempo**, de modo que se observe mejor la acción mutua de los sucesos relacionados entre sí.

A continuación se muestra una lista con los gráficos y diagramas más utilizados:

A. Gráficos	Que indican la sucesión de los hechos
	Cursograma sinóptico del proceso
	Cursograma analítico del operario
	Cursograma analítico del material
	Cursograma analítico del equipo o maquinaria
	Diagrama bimanual
	Cursograma administrativo
B. Gráficos	Con escala de tiempo
	Diagrama de actividades múltiples
	Simograma
C. Diagramas	Que indican movimiento

	Diagrama de recorrido o de circuito
	Diagrama de hilos
	Ciclograma
	Cronociclograma
	Grafico de trayectoria

Tabla 4.1 Gráficos y diagramas de uso más común en el estudio de métodos¹

Los diagramas sirven para indicar el movimiento y/o las relaciones de movimientos con más claridad que los gráficos. Por lo general no llevan tantas indicaciones como estos, y sirven más bien para complementarlos, que para reemplazarlos.

En lo que a cursogramas se refiere independientemente de su tipo o función específica, todos utilizan una misma notación que permite explicar con claridad y de manera sencilla lo que ocurre durante el proceso que se analiza representando una serie de tareas estándar con los símbolos siguientes:

	Operación
	Transporte
	Inspección
	Espera
	Almacenamiento
	Actividades combinadas

- 3) Examinar: los hechos registrados con espíritu crítico, cuestionándose si se justifica lo que se hace, según el propósito de la actividad; el lugar donde se lleva a cabo; el orden en que se ejecuta; quien lo ejecuta y los medios empleados.

Para realizar un mejor análisis las cinco clases de actividades mencionadas en el punto anterior pueden clasificarse en dos grandes categorías que se enuncian a continuación.

¹ Debido a que este no es el tema central de este trabajo solo se mencionarán y mostrarán ejemplos de estos en el apéndice del presente trabajo a fin de dar una idea más clara.

- 1º. Aquellas en que sucede efectivamente algo a la materia o piezas que son objeto del estudio, es decir, se le trabaja, traslada o examina.
- 2º. Aquellas en que no se le toca y está, o bien almacenada o bien detenida en una espera.

Además la primera categoría puede dividirse en tres grupos que son :

Actividades de preparación: para que la pieza o materia quede lista y en posición para ser trabajada. Por ejemplo el montar una pieza en un torno para darle forma.

Operaciones activas: que modifican la forma, composición química o condición física del producto. Por ejemplo troquelar una lámina de aluminio.

Actividades de salida: como sacar el trabajo de la máquina o del taller además es importante mencionar que lo que es salida para una a operación puede ser preparación para la siguiente. Por ejemplo transportar un motor desde la desengrasadora a los bancos de limpieza.

- 4) Establecer: el método más económico teniendo en cuenta todas las circunstancias y utilizando las diversas técnicas de gestión, así como los aportes de dirigentes, supervisores, trabajadores y otros especialistas, cuyos enfoques deben analizarse y discutirse a fin de asegurarse de que el método propuesto pueda responder a los objetivos planteados por la dirección al inicio del proceso además de determinar las ventajas secundarias de cualquier modificación.
- 5) Evaluar: los resultados obtenidos con el nuevo método en comparación con la cantidad de trabajo necesario para establecer un tiempo tipo. La evaluación y presentación a la dirección puede llevarse a cabo por medio de diferentes técnicas según las necesidades y exigencias de la empresa, siendo uno de los métodos más aplicados el de COSTO-BENEFICIO².
- 6) Definir: el nuevo método y el tiempo correspondiente y presentar dicho método, ya sea verbalmente o por medio de algún documento a todas las personas a quienes concierne, utilizando demostraciones. Es más recomendable presentar las normas de ejecución por escrito pues representa grandes ventajas al definir y delimitar los cambios y novedades que han de llevarse a cabo además de:
 - ⇒ Dejar constancia del método perfeccionado, con todos los detalles necesarios para poder ser consultada más tarde.
 - ⇒ aUtilizarse para explicar el nuevo método a la dirección, a los supervisores y a los operarios. Además de informar a todo el personal que esté interesado en los nuevos equipos o disposiciones de las máquinas y lugares de trabajo.
 - ⇒ Facilitar la adaptación de los operarios pues pueden consultar sus dudas hasta que estén familiarizados por completo con el nuevo método.

² Es un método que se basa en la relación existente entre los beneficios, y los costos asociados con una actividad, considerando un proyecto como atractivo cuando los beneficios exceden a los costos. Sin embargo este método está sujeto a la interpretación de la persona que efectúa el estudio especialmente para determinar si un elemento de flujo de caja es un beneficio o un costo.

- ⇒ Servir como base para estudios posteriores de tiempos y para fijar normas.
- 7) Implantar: el nuevo método formando a las personas interesadas, como práctica general aceptada con el tiempo fijado. La implantación de un nuevo método puede dividirse en cinco fases:
- ⇒ Obtener la aprobación de la dirección
 - ⇒ Conseguir que el jefe de departamento o taller acepte los cambios.
 - ⇒ Conseguir que los operarios interesados y sus representantes acepten el nuevo método.
 - ⇒ Enseñar el nuevo método a los trabajadores.
 - ⇒ Seguir de cerca el trabajo hasta tener plena seguridad de que se desarrolla como estaba previsto.
- 8) Controlar: la aplicación de la nueva forma siguiendo los resultados obtenidos y comparándolos con los objetivos, considerando que para llevar a cabo un control más adecuado es importante definir puntos de referencia así como realizar formularios y fichas de inspección que realmente permitan hacer un registro adecuado y una buena comparación de los resultados obtenidos por el nuevo método y que además dejen ver posibles fallas o deficiencias para realizar los cambios pertinentes o incluso para mejoras posteriores.

4.1.2 Métodos y Procesos en Tareas Especializadas de mantenimiento

Como ya se ha mencionado el mantenimiento trata de la protección de los recursos físicos y del servicio que estos proporcionan, considerándolos en general como:

- ⇒ Equipo: Se llama así a todo tipo de maquinaria: eléctrica, mecánica, etc. (tornos, fresadoras prensas y vehículos entre otras).
- ⇒ Instalaciones: Son los sistemas de generación, distribución y control de todo tipo de energía (eléctrica, térmica, hidráulica, lumínica, mecánica y neumática).
- ⇒ Construcciones: Son aquellos edificios, carreteras, vías férreas, acueductos, terrenos, etc. que sirven para el asentamiento y comunicación de la empresa.

Las tareas especializadas de mantenimiento son todas aquellas que por su poca frecuencia en ocasiones no se consideran dentro de las labores propias del departamento o que por su elevado costo conviene más realizarlas contratando el servicio de una empresa especializada cada vez que resulte necesario, por ejemplo:

Reacondicionamiento o creación de instalaciones sanitarias: es una actividad que no se lleva a cabo con mucha frecuencia puesto que el material y las instalaciones son de una vida útil muy larga y la creación de nuevas solo es justificada en caso de un incremento considerable de empleados o por remodelación de la planta.

Sin embargo es importante no descuidar esta cuestión puesto que la higiene dentro de una empresa es de vital importancia para su buen funcionamiento. Algunas condiciones importantes que deben cuidarse en un proyecto de este tipo son:

- ⇒ Cumplir con las normas de salubridad.
- ⇒ Buena seguridad para evitar accidentes.
- ⇒ Cantidad y dimensiones adecuadas al número de usuarios.
- ⇒ Ubicarse en un lugar adecuado dentro de la planta

Acondicionamiento o montaje de nuevos equipos: se realiza cuando el equipo que se utiliza ya es obsoleto o por un cambio de método de trabajo que demanda la adquisición de nuevas máquinas y que frecuentemente también requiere de realizar o modificar las instalaciones, condiciones y disposiciones actuales de la planta.

Aquí es muy importante que el personal a cargo de esta actividad este muy bien capacitado pues de una buena instalación depende en gran medida el buen funcionamiento del equipo, además de que debe verificarse si la empresa está en condiciones de cumplir todos los requerimientos establecidos por el fabricante tanto para su instalación como para su manejo y mantenimiento posteriores para que el equipo tenga un funcionamiento óptimo y de ser así se debe ejecutar todos al pie de la letra pues de lo contrario el equipo puede fallar o no dar el rendimiento requerido, además de que las garantías del proveedor dejan de ser válidas.

Cambios de instalaciones deterioradas para evitar accidentes: a veces aunque no se adquiera equipo nuevo y se de un buen mantenimiento la vida útil de las instalaciones esta por llegar a su fin y se presentan pequeños deterioros que a su vez se convierten en ocasión de posibles accidentes, prendiendo así los focos rojos que indican que es el momento preciso de cambiarlas.

Ejemplos de tales circunstancias pueden ser:

- ⇒ Cambiar pisos cuando ya sean resbalosos o tengan baches y colocar uno nuevo de acuerdo a los requerimientos de la planta y del equipo para lo cual actualmente existe en el mercado una gran variedad de opciones fabricadas con materiales nuevos a base de polímeros que son de gran calidad y a un precio muy accesible.
- ⇒ Retocar la pintura en tuberías, tanques, contenedores o áreas de peligro procurando cumplir con el código de colores establecido por la empresa y por las normas nacionales e internacionales de seguridad e higiene en el trabajo.
- ⇒ Limpiar o cambiar las lámparas cuando disminuya su luminosidad sobre todo en los talleres donde los trabajadores realizan operaciones de precisión.
- ⇒ Cambiar cables o tubos que comiencen a presentar grietas, deformaciones o deterioro pues además de ser la posible causa de un accidente representan fugas de energía o de fluidos que pueden generar fallas o un detrimento en la calidad del servicio prestado por los equipos o instalaciones, además de generar costos extras para la empresa.

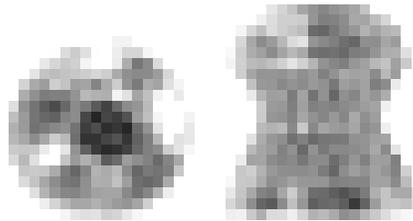
También existen actividades que son tarea del departamento de mantenimiento pero que requieren de equipos muy especializados para desempeñarlas y que por su escasa realización no resulta conveniente para la empresa realizarlas dentro de sus instalaciones y mejor recurre a laboratorios o centros especializados en ellas como es el caso de:

Análisis de lubricantes: Cuando se analiza el lubricante de una máquina, existen actualmente varias técnicas diferentes que pueden aplicarse para determinar su composición química o buscar materiales en el.

La ferrografía y la detección de virutas magnéticas examinan las partículas de deterioro con base de hierro en los aceites lubricantes para determinar el tipo y el grado de daño e incluso puede ayudar a determinar el componente específico que se está desgastando.

El análisis espectrométrico del aceite mide la presencia y cantidad de contaminantes en el aceite mediante el espectrómetro de emisión atómica u absorción. Es útil para determinar la presencia no solo de hierro, sino también de otros elementos metálicos y no metálicos, que pueden estar relacionados con la composición de diversas partes de la máquina, como cojinetes, rodamientos, anillos de pistones, etc.

La cromatografía mide los cambios en las propiedades de los lubricantes, incluyendo la viscosidad, el punto de inflamación, el pH, contenido de agua y fracción insoluble, mediante la absorción y análisis selectivos.



Diabolo

Ejemplo:

En una empresa que fabrica artículos deportivos y de oficina una de las máquinas roladoras comenzó a presentar fallas debido al desgaste de la muela que se encarga de dar la forma al artículo terminado (diabolo) y para una mejor ilustración el proceso de cambio de la muela se presenta a continuación tal y como se realizó en la empresa y con los tiempos y costos exactos:

CURSOGRAMA ANALÍTICO				OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO					
Diagrama núm. 1 Hoja núm. 1 de 1		Resumen							
Objeto: Roladora alemana		Actividad		Actual		Propuesta	Economía		
Actividad: Cambio de muela principal		Operación ○		5					
Método: Actual / Propuesto		Transporte ⇨		0					
Lugar: Planta 1		Espera □		1					
		Inspección □		0					
		Almacenamiento ▽		0					
		Distancia (m)							
Operario (s): Mecánico 1, electricista 1, ayudante 1		Tiempo (horas-hombre)		84.33					
Compuesto por: Fecha:		Costo por: Mano de obra		1201.85					
Aprobado por: Fecha:		Material							
		Total		1201.85					
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
				○	⇨	□	□	▽	
Recibir aviso de maquina fallando	1		25	○					
Revisar maquina para evaluar falla	1		45	○					
Mandar orden a taller mecánico para realización de refacción	1		25	○					
Esperar a que llegue la refacción	1		4800				○		
Cambiar pieza	1		45	○					
Ajustar totalmente la maquina.	1		120	○					
Total	6		5060						

En este método (original) los diez días que la maquina estuvo parada dejo de producir 10500 piezas cuyo costo unitario es de \$60 por lo tanto la perdida total del periodo fue de \$630000.

Ahora en contraste con el cursograma anterior se muestra a continuación uno con el método propuesto para economizar tiempo y dinero.

*es importante recalcar que aunque las dos primeras actividades aparecen en calidad de operaciones no consumen tiempo por que son realizadas dentro del tiempo de operación de la maquina y no existe inactividad en ningún momento más que cuando se cambia la pieza y cuando se ajusta la maquina.

También es primordial calcular correctamente la anticipación con la que deben de mandarse a hacer y la cantidad de las refacciones pues tampoco es rentable tener en stock una gran cantidad de refacciones por mucho tiempo.

CURSOGRAMA ANALÍTICO				OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO					
Diagrama núm. 1 Hoja núm. 1 de 1		Resumen							
Objeto: Roladora alemana		Actividad		Actual	Propuesta	Economía			
Actividad: Cambio de muela principal		Operación	○	5					
Método: Actual / Propuesto		Transporte	⇒	0					
Lugar: Planta 1		Espera	○	1					
		Inspección	□	0					
		Almacenamiento	▽	0					
		Distancia (m)							
Operario (s): Mecánico 1, electricista 1, ayudante 1		Tiempo (horas-hombre)		84.33	3.33	81			
Compuesto por: Fecha:		Costo por: Mano de obra		1201.85	65.35	1136.5			
Aprobado por: Fecha:		Material							
		Total		1201.85	65.35	1136.5			
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
				○	⇒	○	□	▽	
Analizar en base a registros el tiempo de vida útil de las piezas principales y programar cambios y ajustes antes o en el momento de que fallen.	1			○					*
Mandar a hacer las piezas más importantes de las máquinas principales que según su historia requieran de cambios próximos.	1			○					*
Esperar fecha programada o recibir aviso de falla y cambiar la pieza	1		80	○					
Ajustar totalmente la maquina.	1		120	○					
Total	4		200						

4.1.3 Métodos y Procesos en Trabajo Rutinario de Mantenimiento

Se hallan actividades que el departamento de mantenimiento lleva a cabo por lo general de manera frecuente y que son las más comunes, o de rutina y son:

Limpeza: para que toda maquina o equipo funcione bien lo primero es que sus componentes deben conservarse perfectamente limpios. Por lo general los propios operarios son los encargados de llevar a cabo esta actividad, sin embargo es conveniente planear una limpieza más profunda de todos sus componentes en periodos de tiempo determinados aún cuando no se hallan presentado fallas.

Lubricación : de los recursos existentes en cualquier empresa, los que están más expuestos al deterioro por motivo de su funcionamiento son los que tiene movimiento, ya que para que este exista se necesita una fuerza, la cual tiene que vencer la resistencia presentada por el punto de apoyo llamada fricción. Un lubricante cuando se aplica entre dos sólidos en movimiento tiene la propiedad de reducir la fricción, el calor y el desgaste, además de reducir la corrosión y arrastra consigo algunas impurezas originadas por el trabajo, de ahí la importancia de que el personal de mantenimiento conozca a fondo la importancia de este punto. Se puede considerar que la lubricación es una de las actividades que merecen más atención dentro del departamento de mantenimiento pues en un estudio realizado se descubrió que en México el 80% de las fallas registradas en artefactos con necesidades de lubricación, son ocasionadas por una deficiente atención de este renglón, sin embargo para llevar a cabo una lubricación adecuada de los equipos no basta con realizarla con la frecuencia adecuada sino también es importante conocer sus necesidades y requerimientos (que vienen especificados por el fabricante) ya que existe una gran variedad de lubricantes y el utilizar uno inadecuado también puede generar problemas. Sin importar el fabricante en general los lubricantes están hechos de cuatro tipos de materiales o su combinación:

1. Animales: Grasas o mantecas (vacuno, ovino, porcino, etc.)
2. Vegetales: Aceites de oliva, lino, soja, entre otros.
3. Minerales: Aceites derivados del petróleo.
4. Sintéticos: Aceites minerales y otras sustancias no derivadas del petróleo.

Y por su consistencia se dividen en tres clases:

1. Líquidos: llamados comúnmente aceites, son empleados en usos generales como aceites para motor, para engranes y giratorios, o en usos especiales como aceites para transformador, refrigeración, cortar, apagar y templar. Los más usados por su economía y fiabilidad son los derivados del petróleo.
2. Semisólidos: llamados comúnmente grasas, son empleados en lugares donde se necesita que el lubricante se mantenga en su lugar, o cuando se trata de evitar que entren contaminantes a las piezas lubricadas, o cuando las temperaturas son muy altas y no se puede usar algún aceite.
3. Sólidos: son algunos tipos de metales y de compuestos químicos en estado sólido que son empleados donde las condiciones de operación de las máquinas sobrepasan los límites que tiene los aceites minerales en lo correspondiente a las temperaturas y presiones; su uso se limita por su alto costo pues son fabricados con ésteres de fosfato, de silicatos, de ácidos dibascos y de fluorocarbonos , pologliconas y silicones.

Análisis de vibraciones: se realiza comparando las características de las vibraciones de la operación actual con respecto a una línea de referencia la cual se midió cuando se sabía que la máquina estaba operando normalmente. Las técnicas para el análisis de vibraciones pueden utilizarse para vigilar el rendimiento del equipo mecánico que gira, realiza movimiento recíprocante o tiene otras acciones dinámicas. Por ejemplo las cajas de engranes, motores, bombas, compresores, etc.

Los siguientes son los tres tipos más comunes de análisis de vibraciones:

- ⇒ Análisis de vibraciones de banda amplia monitorea el tren total de la máquina y es útil para revisar información básica y tendencias, pero tiene un uso limitado en señalar áreas con problemas.
- ⇒ Análisis de vibraciones de banda octava que es más útil, con el espectro dividido en una serie de rangos que pueden compararse con valores predeterminados para descubrir desviaciones en la frecuencia de las vibraciones.
- ⇒ El análisis de vibración de banda estrecha que es útil como herramienta para diagnóstico, con la capacidad de determinar el área específica del problema y su causa.

Verificación de temperaturas: es importante mantener los equipos dentro de una temperatura adecuada pues el cambio en esta condición puede ser indicativo de un motor forzado, una escasa lubricación, conexiones eléctricas deficientes y puntos peligrosos, desgaste del refractario en el caso de hornos y sobrecalentamientos críticos en componentes de calderas y turbinas entre otros.

Para realizar mejor estas mediciones existe una técnica llamada Termografía la cual mide la temperatura superficial mediante la medición de radiación. Una cámara de rayos infrarrojos muestra variaciones en la temperatura superficial, calibrada para proporcionar la temperatura absoluta o los gradientes de temperatura mediante variaciones en blanco y negro o a color.

Determinación de fallas en soldaduras o recubrimientos: Para determinar esto de una forma sencilla actualmente se utiliza mucho la técnica de ultrasonido, donde las grietas o huecos, acumulaciones, erosión, corrosión e inclusiones se descubren transmitiendo pulsos u ondas de ultrasonido a través del material y evaluando la marca resultante para determinar la ubicación y severidad de la falla.

Esta técnica también es utilizable para medir la cantidad de flujo y determinar fallas en tuberías, tubos, estructuras, flechas, etc.

Monitoreo de efectos eléctricos: existen varias pruebas para determinar la corrosión empleando un circuito eléctrico sencillo, el cual se monitorea mediante instrumentación de diferentes grados de complejidad. Por ejemplo el Corrotor utiliza el método de polarización electroquímica en un recipiente con un líquido corrosivo. El Corrometer utiliza la resistencia eléctrica a través de una varilla insertada en el entorno activo. Los dispositivos más comunes utilizados para monitorear o probar los motores o los generadores, son los generadores de voltaje incluyendo fusionadores. Estos miden la resistencia del aislamiento y aplican un voltaje de prueba que va de 250 a 10 000 voltios.

Búsqueda y corrección de deterioros en máquinas y equipos: para detectar fisuras o discontinuidades en superficies provocadas en la manufactura, por desgaste, fatiga, procedimientos de mantenimiento, reparación general, corrosión o por agentes atmosféricos se usan los Penetrantes electrostáticos y de tintes líquidos los cuales se aplican permitiendo que entren en las anomalías para después limpiar la superficie y revelar el penetrante mediante técnicas visuales fluorescentes o electrostáticas.

Cambio de piezas o refacciones: esta es una de las actividades más comunes pues todas las máquinas o equipos por lo general tienen piezas o refacciones pequeñas que sufren mucho desgaste y que tienen que ser cambiadas con frecuencia como es el caso de valeros, rodamientos o cojinetes o que requieren un ajuste como en el caso de las bandas que van perdiendo tensión.

Por ejemplo: En una empresa que fabrica artículos deportivos y de oficina realizó la adquisición y colocación de un torno para un proceso de torneado de un empaque de poliestireno, el cual se desarrollaba en un torno muy viejo que cabeceaba demasiado y que por lo mismo ya no proporciona la exactitud ni la concetricidad requerida en la pieza, además de que esa máquina ya no se da abasto para la producción requerida actualmente. El proceso de instalación del nuevo torno se desarrollo de la forma que se describe en el cursograma que se muestra a continuación:

CURSOGRAMA ANALÍTICO				OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO					
Diagrama núm. 1 Hoja núm. 1 de 1		Resumen							
Objeto: Torno paralelo		Actividad		Actual		Propuesta	Economía		
Actividad: Instalación de un nuevo equipo		Operación ○		3					
Método: Actual / Propuesto		Transporte ⇨		0					
Lugar: Planta 1		Espera ⊖		1					
		Inspección □		1					
		Almacenamiento ▽		1					
		Distancia (m)							
Operario (s): Electricista 1, mecánico 1, ayudante 1, y ayudante 2		Tiempo (horas-hombre)		46.33					
Compuesto por: Fecha:		Costo por: Mano de obra		2559.73					
Aprobado por: Fecha:		Material							
		Total							
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
				○	⇨	⊖	□	▽	
Analizar necesidades de maquinaria, verificar el presupuesto y solicitar la máquina	1		180	○					
Esperar maquina	1		1440			○			
Recibir y meter al almacén	1		240				○		
Buscarle lugar	1		240					○	1
Adecuar espacio	1		280	○					
Colocarla	1		160	○					
Instalarla	1		240	○					
Total	7		2780						

Este es en general el proceso que se siguió en una empresa para instalar un torno pero es importante mencionar que:

1. En el diagrama se muestra que se le buscó un lugar a la máquina, sin embargo el lugar en cual se ubico no es para nada el más adecuado puesto que esta junto a una lijadora de banda cuya labor es la de lijar piezas de metal (free cutting, solera, flejes y fundiciones) cuyo polvo es muy dañino para la adecuada conservación de las guías del torno y de su funcionamiento en general.

Además de tener encima una gotera que cae justamente sobre el chock lo que indica que debido a una inexistente planeación el resultado no es el adecuado, pues ahora se le colocaron tolvas con filtro que representan un costo más y que no son la mejor solución ya que disminuyen pero no eliminan en su totalidad la emisión de polvos.

2. Existió una gran pérdida de tiempo por no hacer operaciones empalmadas que además de alargar el proceso aumentaron considerablemente el costo de la mano de obra.

Por tal motivo a continuación se presenta el método propuesto para realizar un movimiento de esta naturaleza con menor costo, más eficiente y con mejores resultado a largo plazo.

CURSOGRAMA ANALÍTICO				OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO						
Diagrama núm. 1 Hoja núm. 1 de 1		Resumen								
Objeto: Torno paralelo		Actividad		Actual	Propuesta	Economía				
Actividad: Instalación de un nuevo equipo		Operación	○	3	3	0				
Método: Actual / Propuesto		Transporte	⇒	0	0	0				
Lugar: Planta 1		Espera	○	1	0	1				
Operario (s): Electricista 1, mecánico 1, ayudante 1		Inspección	□	1	0	1				
Compuesto por: Fecha:		Almacenamiento	▽	1	0	1				
Aprobado por: Fecha:		Distancia (m)								
		Tiempo (horas-hombre)		46.33	32	14.33				
		Costo por: Mano de obra		2559.73	856	1703.73				
		Material								
		Total		2559.73	856	1703.73				
Descripción		Cantidad	Dis-tancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					
					○	⇒	○	□	▽	Observaciones
Analizar necesidades de maquinaria, verificar el presupuesto, solicitar la maquina especificaciones y planos de la misma para iniciar los cálculos de cargas requeridas y el espacio requerido		1		240	○					
Esperar maquina y adecuar el espacio que esta ocupará		1		1440	○					
Recibirla, colocarla en su lugar e instalarla		1		240	○					
Total		3		1920						

4.1.4 Métodos y Procesos para el Mantenimiento Preventivo

Si se ha decidido implantar de la empresa un sistema de mantenimiento preventivo deben tomarse en cuenta varios aspectos para que este tenga éxito.

1. Diseñar un plan de mantenimiento preventivo. El primer paso es tener un esquema a seguir basándose en los siguientes puntos:

- ⇒ *Definir cuales son los equipos que se van a integrar dentro del plan, en base al costo que representa el paro de la línea, la peligrosidad para las personas o por exigencias de calidad final del producto.*
- ⇒ *Dividir las máquinas en pequeños grupos, para analizarlos en profundidad y de esta manera determinar cuales son los puntos básicos.*
- ⇒ *Determinar que trabajos de revisión requieren cada uno de estos puntos básicos y con que frecuencia se van a realizar las intervenciones en el equipo.*
- ⇒ *Definir una ficha de preventivo para cada una de las máquinas integradas en el plan donde se incluya toda la información que necesite el inspector para la realización del trabajo; por ejemplo tipo de aceite y ubicación exacta del punto de lubricación.*
- ⇒ *Definir una gestión de implantación y seguimiento adecuada para que toda esta documentación acabe siendo de utilidad para el buen funcionamiento de la empresa.*
- ⇒ *Formar adecuadamente a todos los inspectores que vayan a revisar las máquinas, realizando posteriormente las evaluaciones y cambios oportunos.*

2. Planeación de visitas e intervenciones preventivas. La frecuencia con la que se realizan las inspecciones es uno de los puntos a estudiar con detenimiento en el momento de implementar el plan. En base al tipo de máquina, antigüedad, coste del paro, riesgo de instalación, etc. se puede definir el tipo de frecuencia más apropiado:

- ⇒ *Estructurar una programación en base a horas trabajadas por el equipo o instalación incorporando contadores de horas en las máquinas y realizando un seguimiento oportuno.*
- ⇒ *Definir una frecuencia de periodicidad en base al calendario semanal, mensual, trimestral, semestral, siendo esta la más sencilla en cuanto a la programación del plan pero tiene el problema de no responder al envejecimiento real de las máquinas.*
- ⇒ *Definir una programación en base a la producción realizada. Esto es importante pues no es lo mismo una hora de trabajo a 30pzs./min que a 100pzs./min.*

3. Fichas de preventivo³. Se debe incluir la siguiente información:

- ⇒ Tipo de frecuencia del mantenimiento a realizar (semanal, mensual...)
- ⇒ Identificación, localización y descripción de los puntos. (engrasador eje derecho número 4 por ejemplo)
- ⇒ Trabajo a desarrollar (engrasar, limpiar, medir temperatura, comprobar presión....)

³ Los formatos se presentaron más detalladamente en el capítulo 2.

- ⇒ Como dato opcional se pueden incluir fotos o planos para identificar los puntos con facilidad.
- ⇒ Y por último resultados y observaciones.

Actualmente existen muchos programas comerciales para gestionar el mantenimiento preventivo. Con un programa estándar se puede iniciar el proceso con una hoja de cálculo o un software de base de datos, además de dispositivos electrónicos completos que conectados a una computadora son capaces de controlar variables como temperatura, presión, flujo, etc. e indicar cuando será necesaria una intervención en un equipo.

4.1.5 Métodos y Procedimientos para la Selección y capacitación de los Recursos Humanos

La selección de los candidatos a formar parte del departamento de mantenimiento es de primera importancia para que el programa tenga el éxito deseado. Considerando el desembolso que hay que hacer para su selección y posterior adiestramiento y la necesidad de mantener estudios sobre una base sana, es indispensable dedicarle una atención máxima a escoger a los sujetos. Para ello habrá que elaborar un procedimiento de selección en el cual se establecen los siguientes requisitos:

- ⇒ Una evaluación de las cualidades actuales básicas del individuo, incluyendo su preparación actual.
- ⇒ Aplicación de pruebas de aptitud para determinar si el candidato tiene las cualidades necesarias para obtener provecho de un futuro adiestramiento y medir su capacidad actual en su oficio. Las pruebas de aptitud a las que se recurre con mas frecuencia son:

- Prueba de Anderson para la colocación de personas adultas
- Prueba Bennett de comprensión mecánica
- Pruebas Flanagan de clasificación de aptitudes
- Prueba MacQuarrie de capacidad mecánica
- Prueba Purdue para electricistas
- Serie Kent Shakow
- Prueba Purdue para maquinistas y operadores de máquinas
- Prueba SRA de aptitud mecánica
- Pruebas Otis de capacidad mental
- Prueba Purdue de adaptabilidad mecánica.

Ordinariamente es necesario establecer normas para realizar las pruebas, aplicándolas a los candidatos y de esta manera su éxito puede ser previsto examinando sus puntuaciones obtenidas.

- ⇒ Entrevistas para determinar la aptitud del candidato frente al oficio considerando con cuidado su historial de trabajo (curriculum), recomendaciones y disponibilidad.

Para que la selección sea un éxito es importante que la persona que la lleve a cabo sea una persona con los conocimientos necesarios preferentemente un experto en recursos humanos o psicología industrial junto con el ingeniero de mantenimiento para realizar una mejor evaluación tanto de personalidad como de conocimientos técnicos y así cumplir los requerimientos del puesto establecidos previamente con la persona más adecuada. Sin embargo el buen funcionamiento del personal no solo depende de colocar a la persona adecuada en el puesto adecuado y menos en este departamento pues los trabajadores de mantenimiento por lo general se concentran en una especialidad y tienen más libertad de acción que los trabajadores de producción y requieren de una extensa capacitación y experiencia para estar plenamente calificados debido a que el mantenimiento es dinámico, pues continuamente están surgiendo nuevas deficiencias en los equipos mientras que los problemas viejos están en proceso de ser corregidos, junto con el hecho de que la industria está introduciendo cada vez más nuevos equipos basados en nuevas tecnologías y esto hace imperativo que se planee, realice y evalúe la capacitación de los trabajadores de este departamento.

El primer paso para realizar un programa de capacitación es identificar los niveles de destrezas que tienen los trabajadores, los cuales se clasifican en cuatro:

- Nivel 1.* la persona carece de conocimiento teórico y habilidad práctica.
- Nivel 2.* la persona está familiarizada con la teoría pero carece de capacitación práctica.
- Nivel 3.* la persona posee experiencia práctica pero carece de conceptos teóricos
- Nivel 4.* la persona está familiarizada adecuadamente con los aspectos teóricos y tiene competencia práctica.

Un buen programa de capacitación deberá estar diseñado a la medida para adaptarse a los diversos niveles de destrezas. Además debe tenerse el debido cuidado en programar la capacitación apropiada en el momento adecuado.⁴

4.1.6 Métodos y Procedimientos para la Selección de Herramientas y Maquinaria

La disponibilidad de equipo y herramientas para realizar mantenimiento de producción puede ser un factor limitante en algunas circunstancias. Por ejemplo, la exactitud de los instrumentos de calibración y precisión podría tener un impacto significativo en la calidad de los trabajos realizados e incluso pudiera ser causa de graves problemas en casos de equipos delicados que requieren de ajustes muy precisos. Los factores que afectan la disponibilidad del equipo y herramientas correctos incluyen el presupuesto, la prontitud operativa, la capacitación, la compatibilidad y el número disponible; es decir:

- ⇒ No basta con tener los instrumentos mas precisos y de mejor calidad si no disponemos de presupuesto suficiente para conservarlos en óptimas condiciones y para actualizarlos cada que sea necesario.
- ⇒ Los instrumentos deben estar siempre disponibles para el que el personal que los necesite pueda utilizarlos al momento.

⁴ para ilustrar de una mejor manera este tema en el apéndice 1 se muestran unos formatos propuestos para una correcta y confiable evaluación de los recursos humanos; sin entrar en grandes detalles por no ser este el tema central de esta tesis.

- ⇒ Toda persona que haga uso de los equipos y herramientas debe estar perfectamente capacitada para utilizarlos o en caso contrario debe ser supervisada por alguien experto en el manejo de estos.
- ⇒ El número de instrumentos debe ser el adecuado al número de máquinas, equipos e instalaciones que se deben mantener, en caso contrario tendrán que organizarse las tareas por orden de importancia y el resultado de los trabajos posiblemente no sea el mismo.

Pero sobre todo se debe procurar dar a las herramientas el uso para el que realmente fueron diseñadas sin modificarlas para conservarlas en el mejor estado posible evitando accidentes y disminuyendo los costos de operación.

4.1.7 Métodos y Procedimientos para la Adquisición y el control de los Materiales y Suministros

Un costo crítico del mantenimiento es la inversión en refacciones y materiales. Si la inversión se vuelve excesiva, los resultados son elevados costos de capital y de mantenimiento. Por otra parte si no se cuenta con las refacciones y materiales necesarios para la reparación y servicio del equipo, el costo del tiempo muerto se incrementará enormemente. Por esta razón se requiere hacer un esfuerzo para equilibrar el costo de mantener en existencia materiales y refacciones de mantenimiento y el costo de tiempo muerto a fin de lograr un sistema eficaz de control de los materiales de mantenimiento.

Para iniciar se analizarán los componentes de un almacén típico del departamento de mantenimiento que por lo general tiene las siguientes secciones:

REFACCIONES: las refacciones se almacenan a fin de minimizar el tiempo muerto del equipo. Las refacciones pueden subdividirse en las siguientes categorías:

1. Piezas relativamente caras.
2. Piezas especializadas para emplearse en un número limitado de máquinas.
3. Refacciones que tienen tiempos de entrega mayores que la demanda normal.
4. Refacciones que tienen una rotación lenta.
5. Refacciones críticas, cuya falta de disponibilidad podría causar un costo de tiempo muerto o tener un efecto negativo en la seguridad.

Es recomendable almacenar las refacciones solo cuando los riesgos de no contar con ellas sobrepasen el costo total de tenerlas en existencia durante un periodo determinado.

EXISTENCIAS DE MANTENIMIENTO NORMAL: esta categoría comprende los elementos que no tiene un uso especializado, pero si un requerimiento definido y una rotación corta, por ejemplo: los rodamientos, cables eléctricos, pernos, varillas para soldar, etc. Las decisiones acerca de que cantidad debe tenerse en existencia puede manejarse de una manera más rutinaria que en el caso de las refacciones.

HERRAMIENTAS: esta categoría generalmente comprende herramientas de propósito especial, que se entregan en préstamo siempre que se necesiten.

4.2 Fijación de Tiempos Tipo a los Métodos de Trabajo

El tiempo tipo es el tiempo total de ejecución de una tarea al ritmo tipo; es decir es el tiempo correspondiente a una tarea u operación manual común del genero que solo exige suplementos por contingencias y por descansos. El tiempo de la tarea será la suma de los tiempos tipo de todos los elementos que la componen habida cuenta de la frecuencia con que se presenta cada elemento, mas el suplemento correspondiente.

Cuando se considera que el tiempo observado corresponde a un ritmo inferior al ritmo tipo, el factor de valoración estará comprendido dentro del tiempo observado naturalmente, pero los suplementos por contingencias y descanso se seguirán indicando como porcentajes del tiempo básico, expresando el tiempo en segundos, minutos u horas tipo. A continuación se muestra gráficamente como se descompone el tiempo tipo de una tarea manual simple.

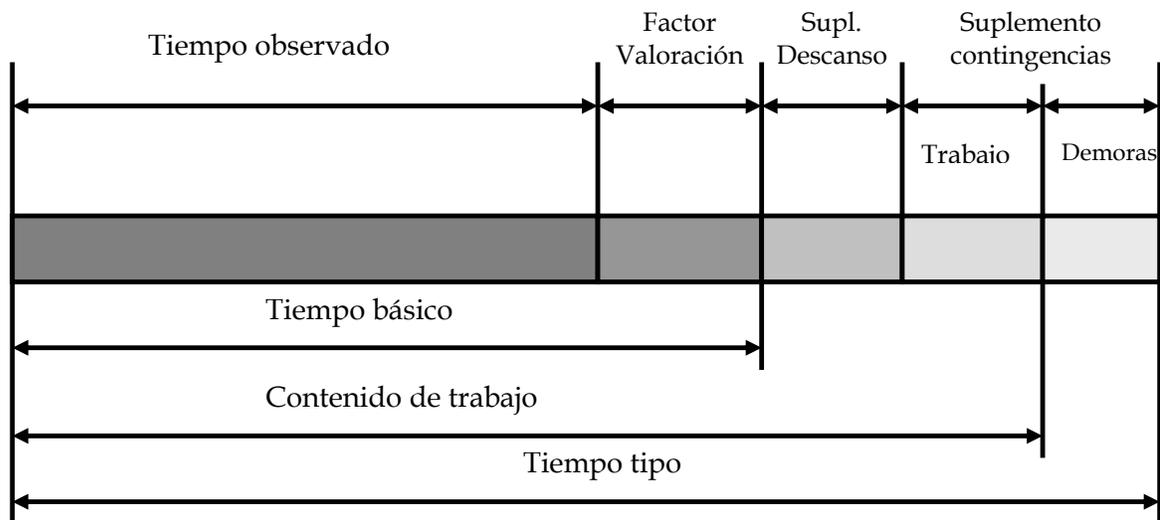


Figura 4.1 Descomposición del tiempo tipo de una operación manual

Es importante aclarar que los tiempos tipo de las tareas u operaciones se deben basar en el trabajo hecho por los operarios (es decir el contenido manual de la tarea) y no en el de las máquinas.

Cuando la tarea consta únicamente de elementos manuales (trabajo irrestricto), el tiempo viene a ser una medida del trabajo que contiene la tarea. Pero en el caso del trabajo restringido (tiempo manual mas tiempo máquina), el tiempo tipo expresa algo más. Para obtener el tiempo tipo de una operación restringida no basta con calcular el contenido de trabajo (que comprende los suplementos por descanso y contingencias) y con añadirle tal vez un pequeño suplemento adicional por demoras sino que es preciso agregar un suplemento que corresponda al tiempo no ocupado inevitable que pueda haber durante el tiempo condicionado por la máquina o proceso. El suplemento por tiempo no ocupado es un margen que se deja al trabajador cuando hay lapsos no ocupados durante el tiempo condicionado por la máquina o proceso, recordando que antes de prever ese margen se debe estar seguro de que ese tiempo no ocupado es inevitable y de que es imposible reducirlo más; mejorando los métodos o reorganizando el trabajo o las máquinas.

4.2.1 Introducción a las Técnicas de Medición del Trabajo

Las técnicas de medición de trabajo se pueden clasificar de manera general en dos categorías:

- 1.- Técnicas de medición directa y
- 2.- Técnicas de medición indirecta

como se muestran a continuación:

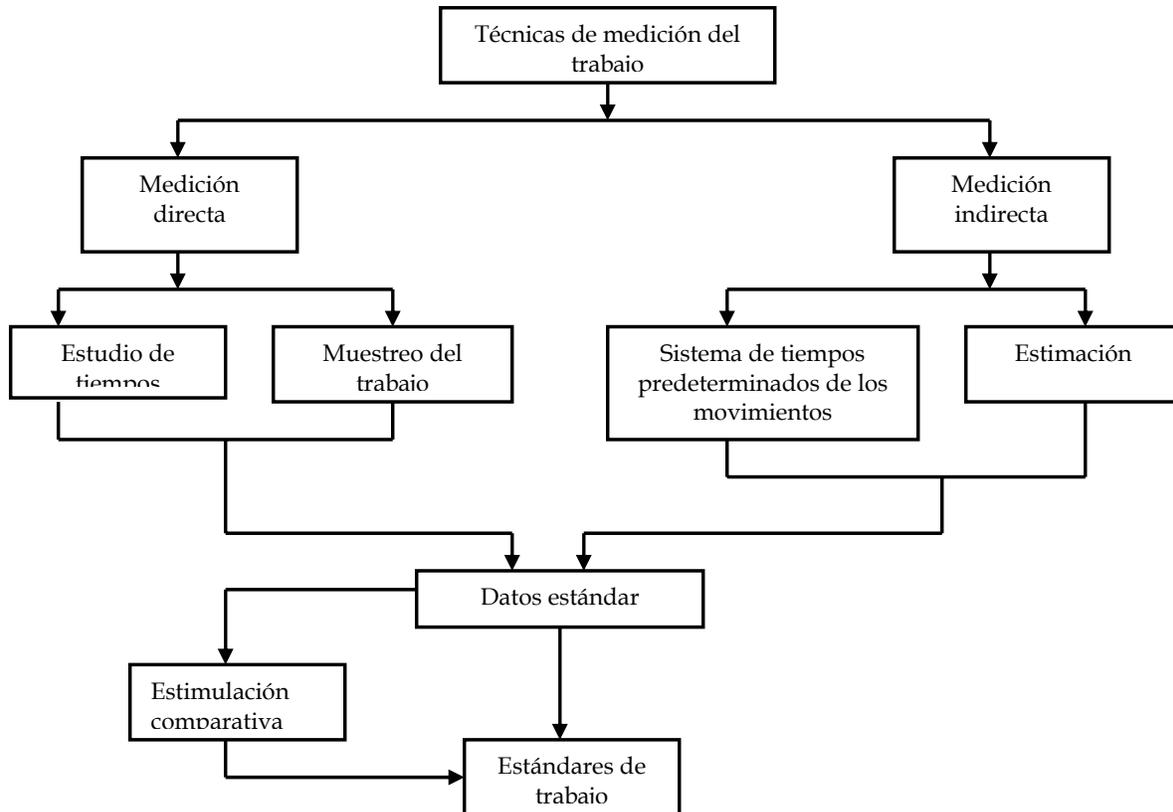


Figura 4.2 Técnicas de medición del trabajo

El estudio de tiempos y los sistemas de tiempos predeterminados de los movimientos se utilizan en el desarrollo de los datos estándar para trabajos de mantenimiento que se necesitan para la elaboración de estándares de trabajo de mantenimiento. Estas técnicas se describen a continuación.

4.2.2 Estudio de Tiempos Cronometrados

El estudio de tiempos cronometrados se realiza cronometrando al trabajador a medida que se realiza el trabajo, sumando los tiempos para los elementos pertinentes del trabajo, estandarizando los tiempos observados y agregando tolerancias para necesidades personales y otras condiciones de trabajo variables.

Un ejemplo de compensaciones y de determinación de tiempos estándar es el método Norris para las compensaciones que puede ser bien complementado con el método Barnes para la valoración del ritmo del operario, y ambos métodos se muestran en el anexo 1 de este trabajo.

Nota: Es importante recalcar que este no es el único método para calcular compensaciones pues todo depende del criterio y políticas de la empresa pues incluso algunas de ellas desarrollan sus propios estándares y métodos en base a experiencias.

4.2.3 Muestreo del Trabajo

El muestreo del trabajo es una técnica para determinar, mediante muestreo estadístico y observaciones aleatorias, el porcentaje de aparición de determinada actividad; es una técnica que como su nombre lo indica se basa en el muestreo. Para obtener una visión completa y exacta del tiempo productivo y del tiempo inactivo de todas las máquinas en una zona dada de producción sería necesario observar continuamente cada una de las máquinas de dicha zona y registrar el momento y la causa de cada interrupción, sin embargo esto resulta imposible de realizar a menos que una gran cantidad de trabajadores se dedicaran exclusivamente a vigilar las máquinas en todo momento para poder registrar el momento en el que estas presenten alguna falla. Sin embargo si fuera posible observar por "encimita" que hace cada máquina de cada línea en un determinado momento quizá se descubriera que, por ejemplo: 80% de las máquinas están funcionando y el 20% están paradas por fallas mecánicas. Si se hiciera lo mismo 20 veces más y siempre el resultado fuera de 80% funcionando y 20% paradas, podría decirse con certeza que el 80% de las máquinas funcionan y el resto están paradas en todo momento. Pero esta técnica debe ser complementada principalmente con la ley de probabilidades; definiéndose a la probabilidad como "el grado de posibilidad de que se produzca un acontecimiento", considerando detenidamente la cantidad de observaciones que se quieran realizar pues en relación directa con ellas se encontrara la exactitud de los resultados obtenidos.

NIVELES DE CONFIANZA

El tamaño de la muestra tiene, pues su importancia y determinará si podemos creer o no en su representatividad utilizando un cierto nivel de confianza. Para determinar este nivel de confianza se puede hacer uso de la llamada curva de distribución normal

TAMAÑO DE LA MUESTRA

Además de definir el nivel de confianza de las observaciones también debe decidirse el margen de error que se admitirá. Por ejemplo se puede decir que el 95% de las observaciones que se realicen tendrán una exactitud de $\pm 5\%$ ó 10% o cualquier otro margen de exactitud que se decida.

Existen dos métodos para poder determinar el tamaño de una muestra y son: el método estadístico y el método monográfico siendo este último rapidísimo y fácil de utilizar, pues el tamaño de la muestra puede ser determinado leyendo directamente el número.

Por ejemplo: supongamos que tenemos (p) un porcentaje de aparición de 25-75 y un margen de error del 5%, entonces solo tiene que trazarse una línea recta que parta de (p) 25-75, que corte en (error) de 5 y que se prolongue hasta la siguiente columna y corte en el número correspondiente que en este caso es 300, como se muestra en el apéndice 2 del presente trabajo.

El tamaño de la muestra también puede ser determinado por el método estadístico cuya fórmula es:

$$\sigma p = \sqrt{\frac{pq}{n}}$$

En donde:

σp = error estándar de la proporción

p = porcentaje de tiempo inactivo

q = porcentaje de tiempo en marcha

n = número de observaciones o tamaño de la muestra a determinar

Ejemplo:

En las observaciones preliminares se determinó que normalmente están paradas el 25% de las máquinas de una empresa (p=25) y por lo tanto queda un 75% de máquinas que siempre están funcionando (q=75), y supongamos que tenemos un nivel de confianza del 95% con un margen de error del 10% (es decir: por la experiencia que tenemos dentro de la empresa confiamos en que en el 95% de los casos corresponderán a $\pm 10\%$ del valor real).

Entonces tendremos que: $1.96 \sigma p = 10 \rightarrow \sigma p = 5$ apox.

$$\sigma p = \sqrt{\frac{pq}{n}} \rightarrow n = \frac{pq}{(\sigma p)^2} \rightarrow n = \frac{25 * 75}{(5)^2} \rightarrow n = \frac{25 * 75}{25} \quad n = 75 \text{ observaciones}$$

Si redijéramos el margen de error al 5% el resultado sería:

$1.96 \sigma p = 5 \rightarrow \sigma p = 2.5$ apox.

$$\sigma p = \sqrt{\frac{pq}{n}} \rightarrow n = \frac{pq}{(\sigma p)^2} \rightarrow n = \frac{25 * 75}{(2.5)^2} \rightarrow n = \frac{25 * 75}{6.25} \quad n = 300 \text{ observaciones}$$

Es decir: si queremos reducir el margen de error a la mitad habrá que cuadruplicar el número de observaciones.

OBSERVACIONES ALEATORIAS

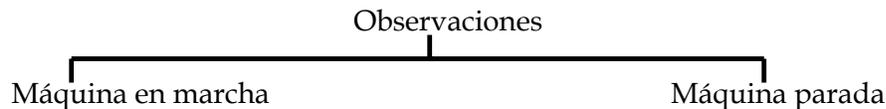
Las conclusiones a las que se pueda llegar hasta este momento son totalmente válidas, siempre que podamos efectuar la cantidad necesaria para lograr el nivel de confianza y la precisión requeridos y con la condición de que las observaciones se realicen al azar.

Para asegurarse de que las observaciones son totalmente al azar se puede recurrir a alguna tabla de números aleatorios³, pues existen una gran variedad de éstas que pueden utilizarse de diferentes maneras.

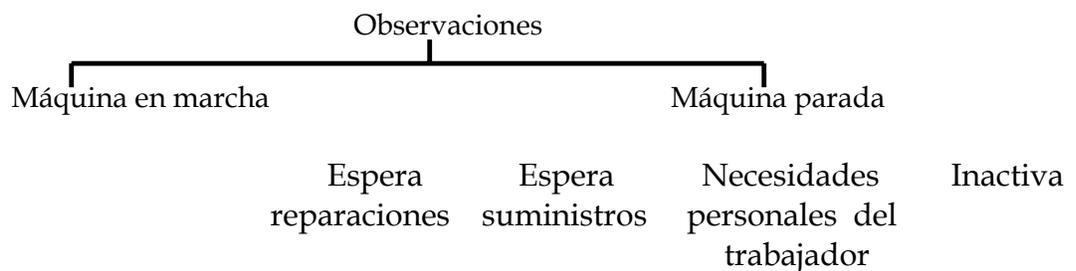
Por ejemplo: supongamos que nuestra jornada de trabajo de 8 horas la dividimos en periodos de 15 minutos, obtendremos entonces 32 periodos durante el día; ahora se pueden cerrar los ojos y guiar la punta del lápiz a un número x supongamos 10 y después a otro supongamos 30 y después contaremos a partir del número 30, 20 números hacia abajo y llegaremos al 20 entonces tendremos que de nuestra jornada de trabajo que inicia a las 8: 00am. las observaciones se realizarán a las: 10:30am., 1:00pm. y 3:30pm. En caso de que al escoger números aleatorios estos hubieran estado fuera del rango (32 en este caso) esos números deberán ser descartados y se seleccionarán otros.

COMO REALIZAR EL ESTUDIO

Antes de llevar a cabo las observaciones es importante decidir el objetivo de el muestreo. El objetivo más simple es averiguar si determinada máquina está parada o en marcha o si los trabajadores están realizando las operaciones dentro del tiempo programado y en este caso las observaciones tienden a descubrir solo una de dos posibilidades; por ejemplo:



Pero también se pueden ampliar las observaciones con el objeto de determinar las causas del paro de la máquina:



Y así sucesivamente pueden ser muchos y muy variados los objetos de interés y por ello es tan importante definir primero que es lo que queremos saber antes de efectuar cualquier estudio.

³ Ver apéndice 4

HOJAS DE REGISTRO

Ahora que esta todo definido, el último paso es el registro de los datos obtenidos en las observaciones y para esto existe un formato general llamado hoja de registro la cual contendrá datos como los que se enuncian a continuación:

- ⇒ nombre del observador,
- ⇒ número de estudio,
- ⇒ número de observaciones,
- ⇒ objetos (s) o personal a estudiar y
- ⇒ resultados obtenidos

Ejemplo:

COMPAÑÍA @ S.A DE C.V		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	
Fecha:		Observador:	
		Estudio no.	
No. De observaciones		Total	%
Máquinas en marcha	 	50	83
Máquinas paradas		10	17

Tabla. 4.2 Hoja de registro simple

O si se quiere mayor detalle se puede recurrir a una hoja de registro con distribución de tiempo inactivo:

COMPAÑÍA @ S.A DE C.V		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	
Fecha:		Observador:	
		Estudio no.	
No. De observaciones		Total	%
Máquinas en marcha	 	50	77
Máquinas paradas	Reparación		5 8
	Fallas mecánicas		2 3
	Fallas eléctricas		1 1
	Otras		7 11

Tabla. 4.3 Hoja de registro con distribución de tiempo inactivo.

El muestreo del trabajo se utiliza constantemente. Constituye una técnica relativamente sencilla, que puede aplicarse provechosamente en una amplia variedad de operaciones ya sean de fabricación, mantenimiento o incluso de oficinas. Además su costo es muy reducido.

La información puede servir para comparar la eficiencia de 2 operaciones o departamentos y puede ayudar a hacer una repartición de trabajo más equitativa dentro de un grupo además de proporcionar una evaluación de tiempos improductivos y sus causas.

4.2.4 Control Estadístico de los Métodos en el Mantenimiento

El control estadístico consiste en el empleo de técnicas con base estadística para evaluar un proceso, sus métodos o sus productos para alcanzar o mantener un estado de control. La definición mencionada es lo bastante amplia como para incluir a todos los métodos con base estadística que van desde la recopilación de datos e histogramas hasta técnicas más complejas como el diseño de experimentos.

Y aun cuando no existe una lista única de estos métodos existe un acuerdo general sobre las siguientes siete herramientas, las cuales requieren de la recopilación de datos como primer paso.

1. Lista de verificación.
2. Histograma
3. Diagrama causa - efecto (pescado)
4. Diagrama de Pareto (análisis ABC)
5. Gráficas de control
6. Diagrama de dispersión
7. Análisis de modo y efecto de fallas (AMEF)

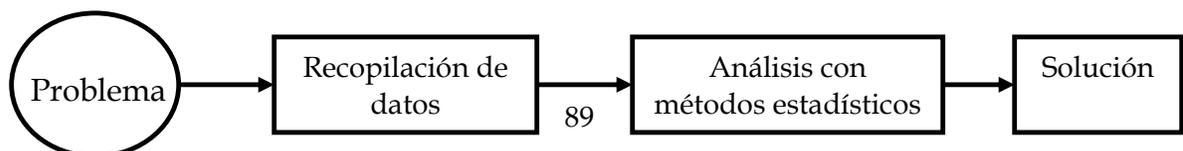
RECOPIACIÓN DE DATOS

Se debe tener mucho cuidado en recopilar los datos correctos con el método adecuado y las siguientes guías son útiles para evitar que se repita el proceso de recopilación de datos y demorar el análisis y la mejora de los procesos:

1. Planear todo el proceso de recopilación de datos al principio.
2. Aclarar el propósito de la recopilación de datos
3. Especificar claramente los datos que se necesitan
4. Emplear las técnicas correctas de muestreo
5. Diseñar por adelantado las listas de verificación necesarias

La recopilación de datos debe ser un proceso continuo y debe estar incorporada en el sistema de información disponible.

Un ejemplo de los datos necesarios en el caso del mantenimiento son los tiempos muertos de los equipos, la productividad de la mano de obra, los costos generales del mantenimiento, los costos de los materiales e inventarios, las fallas y reparaciones del equipo, los tiempos de terminación de los trabajos y los retrabajos pendientes.



1. LISTA DE VERIFICACIÓN

Una lista de verificación es un conjunto de instrucciones sencillas empleadas en la recopilación de datos, de manera que los datos puedan compilarse, usarse con facilidad y analizarse automáticamente.

Numero de componentes principales	Articulo	Marque la columna que indique la condición de la unidad									
		Buena condición	Requiere limpieza	Requiere ajuste	Requiere lubricación	Examinar vibración	Examinar calor	Suelto	Requiere reparación general	Requiere reemplazo	Ver comentarios adicionales
1	MOTOR ELECTRICO										
	1.1 Rodamiento										
	1.2 Base y pernos										
	1.3 Temperatura										
	1.4 Vibración										
	1.5 Ruido										
2	COPE										
	2.1 Alineación										
	2.2 Lubricación										
3	GENERADOR										
	3.1 Todos los motores eléctricos										
	3.2 Armadura										
	3.3 Escobillas										
	3.4 Rotor										

Tabla 4.4 Ejemplo de lista de verificación.

Una lista de verificación puede utilizarse en mantenimiento para lo siguiente:

1. Recopilar datos para desarrollar histogramas.
2. Realizar tareas de mantenimiento.
3. Prepararse antes de los trabajos de mantenimiento y para limpieza después de estos.
4. Revisión de refacciones.
5. Planeación de los trabajos de mantenimiento.
6. Equipo de inspección.

7. Auditoria de un departamento de mantenimiento.
8. Verificación de las causas de artículos defectuosos
9. Diagnóstico de defectos de las máquinas
10. Recopilación de datos para muestreo de trabajo.
2. HISTOGRAMA

Un histograma es la representación gráfica de la frecuencia de ocurrencias contra puntos de datos o una clase que representa un conjunto de datos. Es una imagen gráfica de la distribución de frecuencias.

El histograma ayuda a visualizar la distribución de los datos, su forma y su dispersión. Su uso principal de los histogramas es identificar la distribución de los datos.

Se puede utilizar para estimar seis puntos:

1. La carga de mantenimiento
2. La confiabilidad del proveedor de refacciones
3. La distribución del tiempo hasta la falla del equipo
4. Distribución de los tiempos de reparación
5. Distribución de los trabajos pendientes
6. Cambios en la distribución del tiempo muerto.

En resumen un histograma puede usarse para identificar la distribución de actividades importantes. Afortunadamente existen actualmente en el mercado una gran variedad de software que tienen la capacidad de calcular las distribuciones de frecuencia y elaborar histogramas.

Ejemplo. Un afilador para herramientas circulares de carburo de tungsteno empleadas en acabados de un producto se descompone repetidamente; causando demoras en la producción, entregas a destiempo, menor productividad y una tasa muy elevada de productos defectuosos.

Los informes diarios del taller muestran los tiempos muertos del afilador.

Tiempo muerto del afilador en horas durante 3 meses

$1, \frac{3}{4}, 2, 8, 3, \frac{3}{4}, \frac{1}{2}, 8, 4, 7, 10, \frac{3}{4}$
$1, 1\frac{1}{2}, \frac{3}{4}, 2, \frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 1, 1, \frac{3}{4}, 3, 1, \frac{3}{4}$
$2, \frac{1}{2}, 1, \frac{1}{2}, 30, 1, 2, 1, 50, 6, 3, 3$
$5, 4, 6, 5, 7, 2, 2, 4, 2, 3$

Tabla 4.5 Muestras de tiempos muertos de un afilador

Distribución de frecuencias de los datos de tiempo muerto

Duración de la descompostura	Frecuencia	Frecuencia relativa
$0 < t \leq 1$	20	44.44
$1 < t \leq 2$	6	13.33
$2 < t \leq 3$	5	11.11
$3 < t \leq 4$	3	6.67
$4 < t \leq 5$	2	4.45
$5 < t \leq 6$	2	4.45
$6 < t \leq 7$	1	2.22
$t \geq 8$	6	13.33
	<u>45</u>	<u>100.00</u>

Tabla 4.6 Tabla de datos para histograma

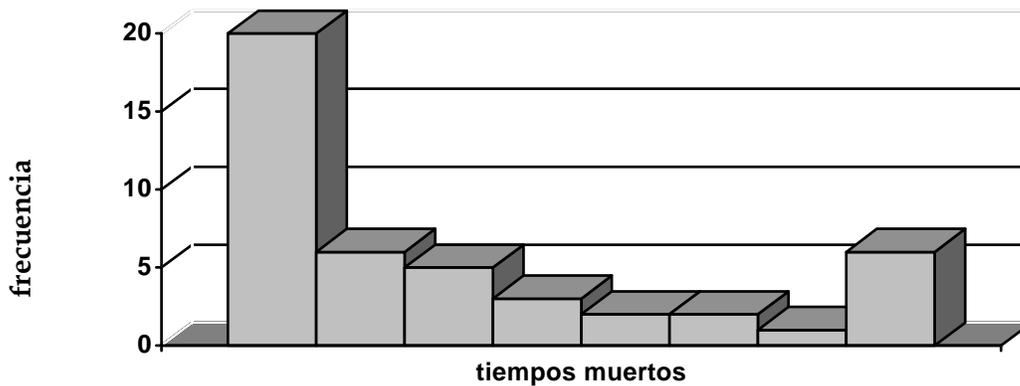


Fig. 4.3 Histograma

Conclusiones:

- ⇒ Se requirieron mas de 8 horas entre el para y el inicio de la producción en seis ocasiones
- ⇒ La mayoría de los paros no fueron muy largos
- ⇒ La moda del tiempo muerto es de $\frac{1}{2}$ hora.

3. DIAGRAMA CAUSA - EFECTO (PESCADO)

El diagrama causa - efecto puede utilizarse como herramienta para identificar las razones de una eficacia por debajo de la norma en mantenimiento y es útil para clasificar las causas y organizar relaciones mutuas.

El efecto se considera por lo general como la característica de calidad que necesita mejoras, y las causas son los factores de influencia.

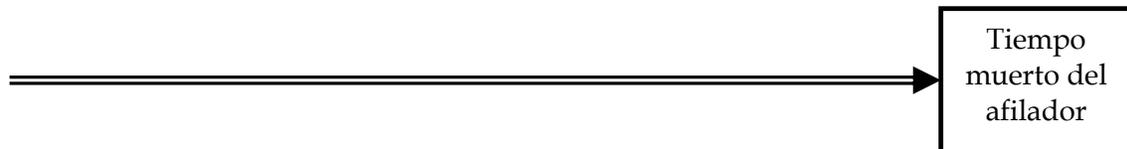
Este diagrama puede utilizarse en la administración e ingeniería del mantenimiento para identificar las causas de:

1. Baja productividad de los trabajadores
2. Excesivo tiempo muerto
3. Descomposturas recurrentes
4. Repetición
5. Excesivo ausentismo
6. Trabajos pendientes
7. Excesivos errores de registro de datos.

Los pasos a seguir para la elaboración de este diagrama se mostrarán a continuación retomando el ejemplo del afilador mencionado anteriormente.

Paso 1: Se debe decidir sobre la característica de la calidad y el efecto a estudiar. Este generalmente es un fenómeno (efecto) que necesita mejorarse y más aún, necesita controlarse. En este caso particular el efecto es el tiempo muerto del afilador.

Paso 2: Debe escribirse el efecto del lado derecho y después dibujarse una flecha amplia de izquierda a derecha.



Paso 3: Ahora deben de escribirse los principales factores que pudieran estar ocasionando el tiempo muerto del afilador, dirigiendo una rama en forma de flecha a la flecha principal agrupando las principales causas posibles como materiales, equipo, métodos de trabajo y métodos de medición.

Paso 4: Escribir en cada una de las ramas los factores detallados que pudieran ser considerados como las causas.

Paso 5: Revisar el diagrama para asegurarse de que se han incluido todas las causas y que se ilustraron adecuadamente las relaciones en el diagrama.

Después de examinar el registro, se descubrió que los tipos más frecuentes de descomposturas eran los siguientes:

1. Rotación no uniforme del disco.
2. No gira.
3. Aumento en la temperatura del refrigerante.

4. El polvo dejado por la eliminación de material no se elimina.
5. Fugas de refrigerante.
6. Otros.

Además las causas fundamentales de las descomposturas incluyen las que se enlistan a continuación:

1. Falta de procedimientos de inspección para detectar fallas.
2. Largas demoras en la comunicación de la falla.
3. Ausencia de un procedimiento estándar para planear los trabajos.
4. Largos tiempos de reparación.
5. Descomposturas excesivas.

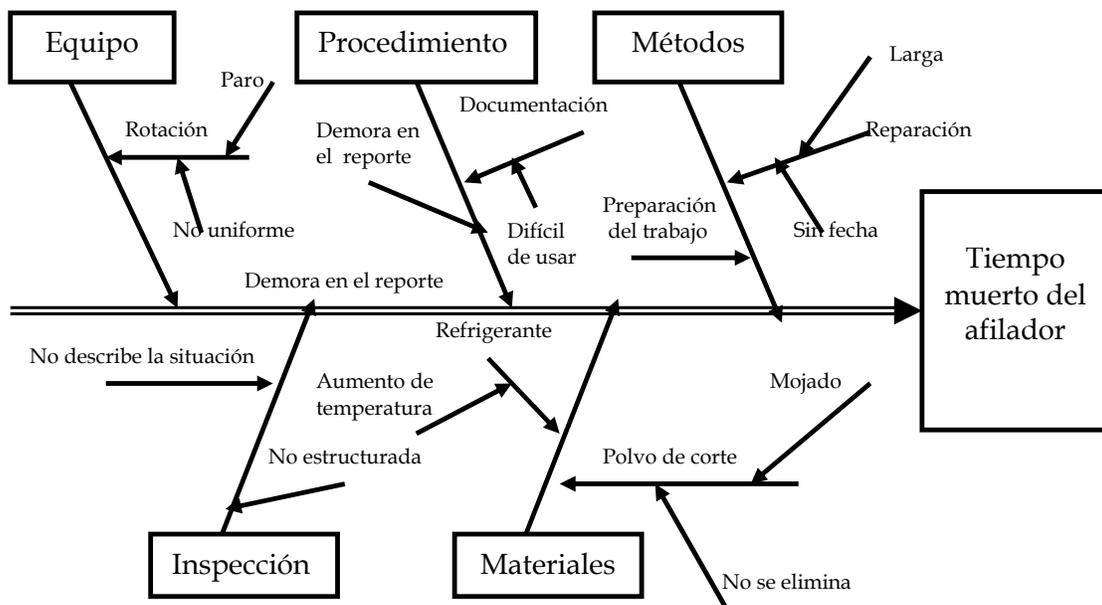


Fig. 4.4 Diagrama de Pescado

3. GRAFICA DE PARETO

Es la distribución de frecuencias de datos de atributos acomodados por orden de frecuencia. Su propósito es separar los pocos vitales de los muchos triviales. También ayuda a establecer prioridades acerca de cual acción es de más beneficio. Por ejemplo en la ingeniería de mantenimiento hay muchos factores que podrían mejorarse, incluyendo la productividad de los trabajadores, el tiempo de operación del equipo, la tasa de calidad del equipo, la disponibilidad de las refacciones, etc.

La grafica indica cual factor mejorar primeramente a fin de eliminar defectos y lograr la mayor mejora posible. Categoriza los factores en tres clases.

- ⇒ A generalmente contiene alrededor de 20% de los factores (causas) que están ocasionando del 75% al 80% de los problemas.
- ⇒ La clase B contiene alrededor del 20% de los factores que ocasionan del 15% al 20% de los problemas.
- ⇒ El resto de los factores (que no son muchos) están en la clase C.

La construcción de una gráfica de Pareto es de la siguiente manera.

Paso 1. Dividir los datos en partidas o clases que se utilizarán en la gráfica.

Paso 2. Establecer el horizonte de tiempo para la gráfica.

Paso 3. Determinar la frecuencia de cada partida o clase. Clasificarlas de acuerdo a su frecuencia en orden descendente.

Paso 4. Graficar la partida o clase contra la frecuencia, comenzando por la frecuencia más grande y continuando en orden descendente. En la misma gráfica se puede ilustrar la frecuencia acumulada contra la partida o la clase.

Por ejemplo: en el caso del afilador que se menciono anteriormente se puede suponer que la meta es primeramente identificar las fallas más comunes. Con base en la frecuencia de datos mostradas en la tabla 4.5 y 4.6 se puede observar que existen 45 descomposturas dadas y en las cuales nos basaremos para suponer que las ordenes de trabajo de todas se pueden referir a los siguientes puntos:

- a) El polvo dejado por la eliminación de material no se elimina.
- b) Aumento en la temperatura del refrigerante.
- c) Rotación no uniforme
- d) No gira
- e) Otras.

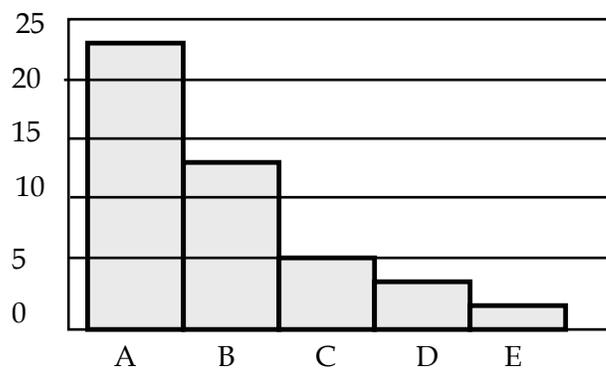


Fig. 4.5 Grafica de Pareto

Otras de las aplicaciones que una gráfica de Pareto tiene dentro del mantenimiento son el analizar:

1. Factores que menoscaban la productividad.
2. Trabajadores que ocasionen los mayores trabajos pendientes.
3. Refacciones que ocasionan la mayoría de las demoras.

4. Las refacciones más costosas.
5. Las descomposturas que ocasionan el mayor tiempo muerto.

4. GRAFICAS DE CONTROL

Las gráficas de control son importantes en el control estadístico de procesos y se utilizan extensamente en el control de calidad. Sin embargo también representan una técnica para mejorar las actividades de mantenimiento aún mejor que las mostradas anteriormente, debido a que las anteriores son estáticas y estas son dinámicas, pues permiten la observación de un proceso a lo largo del tiempo.

Las gráficas de control pueden utilizarse en mantenimiento para los siguientes aspectos.

1. trabajos pendientes mensuales.
2. tiempo muerto del equipo principal
3. disponibilidad del equipo
4. tasa de calidad del equipo
5. numero de descomposturas.
6. desgaste de las herramientas

Además las gráficas de control se han utilizado para establecer un punto de inicio para el mantenimiento basado en las condiciones. Es esta aplicación se establece una gráfica de control con base en mediciones de control y los límites de control captan la vibración normal de maquina y puede emplearse para dar seguimiento a las fallas.

5. DIAGRAMA DE DISPERSIÓN

El diagrama de dispersión es una representación gráfica de la correlación entre dos variables. Se utiliza generalmente para estudiar la relación entre causas y efectos. Por lo tanto, es un complemento del diagrama causa efecto que se menciono anteriormente. En general puede aplicarse para realizar los siguientes análisis:

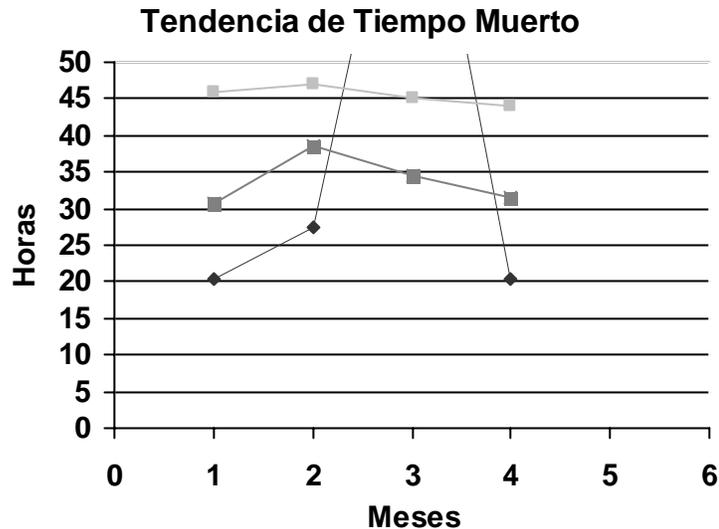
- ⇒ Análisis de tendencias.
- ⇒ Correlación o análisis de patrones.

Particularmente en el mantenimiento, puede utilizarse para encontrar lo siguiente:

1. Correlación entre el mantenimiento preventivo y la tasa de calidad.
2. Correlación entre el nivel de capacitación y los trabajos pendientes.
3. Correlación entre el nivel de capacitación y la repetición de trabajos.
4. Correlación entre el nivel de vibración y la tasa de calidad.
5. Correlación entre el mantenimiento preventivo y el tiempo muerto.
6. Tendencia del tiempo muerto.
7. Tendencia del costo de mantenimiento.
8. Tendencia de la productividad de los trabajadores.

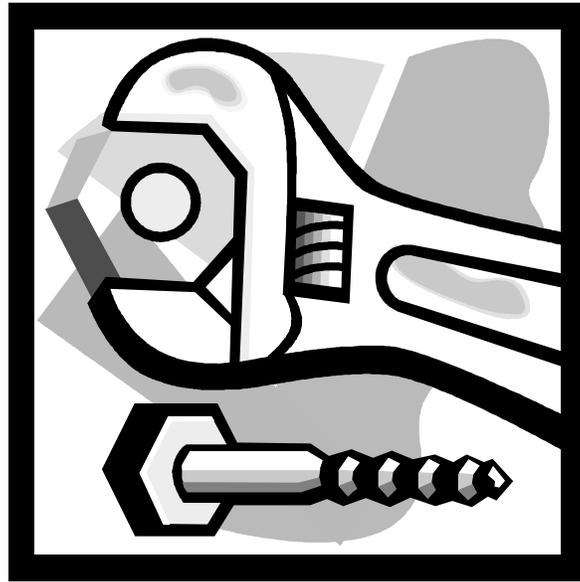
9. Tendencia de los trabajos pendientes.
10. Tendencia de la disponibilidad del equipo.

Ejemplo: La grafica muestra la tendencia de tiempo muerto de 3 maquinas roladoras de diabolos y que tienen el problema de que la muela que da la forma se desajusta con gran facilidad generando que las piezas se queden atascadas y detengan su paso.



Cabe señalar que la maquina que tiene menos horas inactivas es la que fabrica el diablo calibre 5.5 y las otras 2 hacen el calibre 4.5, lo que nos indica que no es un problema de máquina totalmente, sino que el diseño tanto del producto como de la muela tal vez no son los más adecuados pero esos detalles ya deben ser analizados por medio del diagrama causa efecto que se menciono anteriormente.

CAPITULO 5



La Calidad en el Mantenimiento Industrial

5.1 Calidad en la Planeación y Programación del Mantenimiento

Uno de los secretos de un buen mantenimiento es la calidad de su programación que en ocasiones es confundida con la planeación, sin embargo la primera es dinámica y la segunda es estática. La planeación se define como la determinación de objetivos y el establecer mecanismos para la ejecución de las actividades del Mantenimiento comprendiendo la asignación de recursos como la mano de obra, materiales y demás insumos que son utilizados para un determinado fin. Mientras que la programación consiste en el establecimiento de frecuencias y en la fijación de fechas para realizar las actividades de mantenimiento. Establece fechas de inicio y de terminación, define la secuencia de los pasos a seguir, distribuye la mano de obra, coordina los suministros de materiales y disponibilidad de herramientas y equipos, y previene las eventualidades.

Además otra de sus diferencias es que en la realización de la programación hay que regirse por una serie de reglas y principios que son:

REGLAS DE PROGRAMACIÓN

1. Fecha de terminación.
2. Fecha de terminación de actividad
3. Tiempo de atraso
4. Tiempo de atraso por actividad
5. Tiempo más corto de trabajo
6. Tiempo más largo de trabajo
7. Primero en llegar
8. Ultimo en llegar
9. Número menor de Horas-Hombre pendiente
10. Número mayor de Horas-Hombre pendiente
11. Número menor de actividades pendiente
12. Número mayor de actividades pendiente

EVALUACIÓN DE LAS REGLAS DE PROGRAMACIÓN

1. Nivel de trabajo pendiente en Horas-Hombre.
2. Nivel de trabajo pendiente en trabajos.
3. Nivel de trabajo pendiente en actividades.
4. Atraso en Horas-Hombres.
5. Atraso en trabajo.

Estas reglas en conjunto con los principios básico de la programación (mencionados en el capítulo 2) son factores capaces de garantizar el resultado satisfactorio de un plan de mantenimiento siempre y cuando se cumplan previamente con ciertas condiciones.

REQUISITOS PREVIOS

Una de las primeras condiciones con las que debe contar un planeador de mantenimiento es entre otras una previsión de ventas y del rendimiento, para precisar las limitaciones en capacidad productiva, así como para tener bien definido autoridad y responsabilidad, y el correcto funcionamiento de los procedimientos de control. En lo que se refiere a sistemas básicos, planeación y estimación se deben describir los medios para precisar estos datos, pues la necesidad de los mismos hace que sea justificado cualquier gasto y esfuerzo posible ya que por ejemplo cuando se estudia ciertos métodos de estimación o cálculos se puede decir, que una reparación sin planificación es como referirse a un incendio imprevisto y que los trabajos repetitivos sin instrucciones específicas “se pueden clasificar al lado con los paros y la búsqueda de daños”.

El alcance y eficiencia de una programación de mantenimiento quedan limitados por el orden de trabajo y los procedimientos de control y sobre todo por el grado y exactitud de la planeación hecha.

Para lograr una buena programación, los programadores dependen por completo de los planificadores para así obtener una información precisa, y cuando se logra su correcta combinación los programas resultaran acertados y efectivos; pero si esta información es incorrecta o insuficiente lo que resulte del programa será inútil. “La cantidad de detalles y su exactitud, necesarios para un programa, determinan la cuantía y calidad de planeación y trabajo de oficina”.

La importancia de tener de una buena información que sirva de base, contribuye a identificar el control de producción o la programación del mantenimiento con el “sistema”. Una parte primordial de la preparación de programas es el trabajo de oficina pues es ahí donde se deduce si un cambio en el procedimiento mejorará la calidad de los mismos.

Pero la experiencia nos enseña que un sistema por bueno que sea no garantiza un magnifico control de la programación. Los mejoramientos son el resultado del cambio de mentalidad de la dirección y de la implantación de políticas administrativas; y es entonces cuando se puede decir que el sistema es un instrumento para llevar a cabo lo que propone la dirección. Para los programas de mantenimiento es de máxima importancia percatarse de que los procedimientos deben ser el resultado de considerar los fines específicos y no de la simple y supuesta necesidad de contar con ellos.

El suministro de la información de los programadores, deberá ser lo más simplificada que sea posible para que el tiempo empleado en preparar y analizar los informes sea el menor. Es por ello que los programadores son expertos para combinar y ajustar los distintos aspectos del trabajo planeado para un todo programado. Se les destina a la función de control de mantenimiento y su número dependerá del tipo y magnitud de la fábrica, cantidad de trabajadores para los cuales se preparan los programas y complejidad de la tarea de mantenimiento que se va a efectuar.

5.1.1 Aplicación de los principios básicos a la programación del Mantenimiento

A) EQUILIBRIO ENTRE LAS NECESIDADES Y LA CAPACIDAD DE SATISFACERLAS

Los resultados que se obtengan en la programación no serán mejores que la clase de estudio y planeación que preceda de la misma. Ya que los programas deben estar ajustados en lo posible a la realidad, siempre y cuando se tomen en cuenta las condiciones existente en distintas áreas de los talleres de mantenimiento. Porque si hacen los programas ha base de adivinanzas en lugar de fincarse en los datos que se tienen a mano, obtendrá un resultado que corresponderá a la realidad, no pudiéndose cumplir con la fecha de entrega prometidas. Estos programas deficientes y plazos no cumplidos acaban con la confianza del personal de producción y el control de la capacidad y la formalidad del departamento de ingeniería de la fábrica. Cuando ocurre esto el departamento de producción se tornará más exigente y tan pronto como un supervisor se percata de que puede obtener lo que quiere con estas exigencias las mismas irán creciendo paulatinamente. "Las necesidades deben siempre equilibrarse con la capacidad para la ejecución del trabajo". Su cumplimiento con este requisito se podrán elaborar programas satisfactorios.

B) REVISIÓN Y PROVISIÓN PARA CAMBIOS EN EL PROGRAMA

Todo sistema de programación debe estar sujeto a cambios, es decir, tiene que ser flexible ya que resulta imposible mantenerse dentro de una rigidez inmóvil. Habrá ocasiones de que el material ordenado no llegue, en que hubo modificaciones en el plan de producción, en que destinar el equipo a otros trabajos de preferencia, en que el tiempo real se ha prolongado más de lo previsto, o en que la fuerza de trabajo disponible resultó ser menor de lo planteado. Para éstas y muchas otras situaciones necesitan de una revisión del proyecto. Al estar presente éstas serie de cambios, se necesita mucha colaboración de todos los afectados y principalmente los elementos de producción y control desde el momento que se les notifica. La colaboración de todos es primordial en caso de cualquier modificación. Es posible que ocurran errores en el plan. En estos casos, lo único que queda es reconocer el error y enmendarlo. Porque mucho se aprende de los errores.

C) PROVISIÓN DE EMERGENCIAS

Los programas son un medio para conseguir un fin. Su objetivo es asegurar los servicios de personal, material y equipo de mantenimiento con la suficiente antelación para conferir un máximo respaldo a la producción. Las actividades de control de mantenimiento se debe programar 75 % aproximadamente de mano de obra disponible en las áreas y talleres de rendimiento. Un 25 % que es una especie de amortiguador para cubrir trabajos pequeños o de relleno. Esto garantiza una flexibilidad que permita que todo trabajo urgente o imprevisto que suceda en la semana laboral pueda ser atendido.

Esta programación de mantenimiento no siempre pudiera ser de 75 a 25 también se da caso en es de 70 a 30, 65 a 35.

En las primeras semanas de implantado el programa ya que la fabrica típica que carece de programación formal trabaja con 60 % o más de su mano de obra dedicada a trabajos urgentes de mantenimiento.

Es error sustraer trabajadores calificados incluidos en un programa de un área bien organizada para sacar a flote otra mal organizada que padece de una sobrecarga de emergencia. En estas zonas convendrá estudiar las solicitudes de reparaciones de emergencia y determinar las causas de los paros de máquinas tan pronto como sea posible. Esas causas pueden obedecer a un mantenimiento deficiente o al hecho de la gente de producción no haga las cosas como debe ser. Se llevarán registros de los casos de urgencia por áreas a efecto de ponerles remedio. Cuando el problema es grave, puede hacerse necesario iniciar el proyecto asignado horas-hombre de mantenimiento a las diversas zonas. Sin embargo, reviste una importancia especial tener en cuenta la posibilidad de excepciones de cuya necesita será responsable un funcionario, a efecto de que los programadores demasiado entusiastas no vayan a causar serios problemas de producción por querer imponer a ultranza, sus planes.

D) PROVISIÓN DE TIEMPO FLOTANTE

El control de mantenimiento deberá tener un grupo de ordenes de trabajos para realizarse en los próximos quince días, con el material preparado o pedido y las herramienta especiales que se necesiten debidamente enumerada. Pero tal vez no sea indispensable tener a la mano todo el material correspondiente a la zona de mantenimiento. Mientras se pueda contar con los accesorios en el momento con se vaya a ejecutar la obra, será suficiente para que se programe y expida la orden de trabajo.

Con un plazo normal de preparación permite efectuar la planeación para establecer una corriente de trabajo, de los materiales, herramientas y equipo al punto de trabajo. Si se acelera indebidamente ciertas obras para recortar el plazo de preparación normal, puede perjudicar otras labores que estén programadas. A fin de llevar un programa ajustado a la realidad, es indispensable mantener al mínimo el número de trabajos activados, pues de otra forma todo el sistema se desintegrará. Las ordenes de trabajo deben fluir de manera fácil y ordenada, sin interrupciones por emergencia esto asegura una eficacia máxima del control de mantenimiento y lograr una reducción de su costo.

E) REGISTROS PRÁCTICOS

Como la programación del mantenimiento debe ser practica y precisa. Aun cuando se suele recurrir a tableros de programas u otros medios mecánicos, estos a menudo no satisfacen los objetivos perseguido por ellos porque suelen ser muy detallados. El tablero tienen como objetivo suministrar la historia completa pero breve de las principales ordenes de labores. Explicando el desarrollo planeado y el trabajo real. Estos tableros pueden ser pizarrones, tablas forradas de material plástico. Cuando sea impractico un tablero por el gran número de ordenes de trabajo a manejar, se puede recurrir a un sistema

de tarjetas visibles en el que se destinarán una tarjeta para cada trabajo. Esto nos indica que los informes a los programadores deberán ser lo más sencillos posible).

Las órdenes pendientes y mano de obra disponible no necesitan constar más que de tabulaciones y estar elaborados en forma manual o electrónicamente.

F) COORDINACIÓN DE MATERIALES, PERSONAL, HERRAMIENTA, EQUIPOS Y PRODUCCIÓN

El programador deberá contar con informes precisos para que pueda arribar a decisiones que puedan arribar un eficaz desempeño. Aunque a veces no siempre alcanzara este objetivo. Estos datos son los siguientes:

- ⇒ Ordenes de Trabajo: Debe tener una copia de la orden de trabajo para saber quién autoriza, lo que se autoriza y las fechas de iniciación y terminación del trabajo.
- ⇒ Plan de Trabajo: El plan de trabajo que empleará el programador, habrá sido preparado por el planeador y enumerará las distintas clases de especialidades que se necesiten, así como las horas-hombre que se calculan necesarias para cada fase. Podría haber casos en los que se pueda ser necesarios recurrir a cada especialidad en dos momentos distintos que pueden estar separados por horas o días.
- ⇒ Informe de la Mano de Obra Disponible: En este informe se consigna la mano de obra de que se dispone para la semana. Incluye áreas de mantenimiento y talleres especializados para que el programador pueda destinar gente del taller a las áreas donde se necesiten.
- ⇒ Informe de la Acumulación de Órdenes: Se trata de una lista de trabajos no terminados, dispuestos por área o taller, con una estimación de las horas-hombre prescritas para cada oficio. Se lleva un total de los trabajos que se van terminando en las distintas áreas. Los trabajos que no se han terminado o no programados que figuran primero en lista pasarán a la siguiente semana ya que son programados para la misma. El programador puede seguir la pista de los trabajos aun no terminados, de una manera informal, sin emitir informe cuando él lo desee. Sin embargo tiene que hacer resaltar los trabajos que se han prolongado demasiado, los estancamientos existentes o potenciales para que emprenda una acción correctiva de los mismos. Como la lista de los trabajos a realizar alimenta al programa, es imperativo retirar las tareas que se han terminado y que las horas-hombres que les corresponda se deduzcan del total de horas de la lista. Un informe de trabajos pendientes puede ser muy útil para la ingeniería de fábrica, proporcionando así conocimiento de la carga de trabajo proyectada y señalando la capacidad de la fuerza de mantenimiento para absorber dicha carga. Indica las tendencias hacia los diferentes oficios y advierte cuando es necesario estudiar la posibilidad de delegar el trabajo a contratistas, o si se aumenta o disminuye el personal de mantenimiento.
- ⇒ Como el programa se prepare semanalmente la lista de los trabajos pendiente deberá expedirse cada semana La política administrativa establece la cantidad de límites de los trabajos pendientes, no importando como se trate los mismos.
- ⇒ A veces no existe ninguna política al respecto, entonces el ingeniero de fábrica debe obrar según su criterio. Un exceso de trabajos pendientes indica que habrá demoras en la producción. Un número insuficiente de órdenes retrasadas puede significar que sobra personal de mantenimiento.

- ⇒ Informe de Situación de Materiales: Una copia del informe de situación de materiales rendido al almacén bastará para saber con que se cuenta para los trabajos autorizados.
- ⇒ Programación de Producción: Una copia del programa de producción por maquinas redactado por control de producción, deberá ser enviada al programador de mantenimiento. Mediante dicha copia se puede programar la reparación de las maquinas si están ociosas y evitar retirarlas de la producción.

G) CONSIDERACIÓN DE COSTOS Y TIEMPO DE ENTREGA

Al realizar su trabajo, el programación deberá apoyarse en su experiencia y conocimiento de la organización de mantenimiento. Necesita estar familiarizado con el equipo de taller a efecto de que pueda asignar equipo sustituto en el caso de que haya dos trabajos simultáneos en los cuales se requiera el mismo equipo. De la misma manera debe tener un buen criterio para disponer una correcta combinación de hombre, material, equipo, máquinas y tiempo.

Hay varias maneras de combinar los distintos elementos del programa donde el programador no sacar conclusiones, sino considera debidamente las distintas combinaciones factibles de las operaciones proyectadas. Se deben tomar decisiones sensatas y bien discutidas para que de como resultado planos de acción económicos.

5.1.2 Métodos de Programación

A) ESTUDIO DE CARGAS DE TRABAJO Y ÓRDENES PENDIENTES

El encargado de realizar los programas buscará hacerlo con dos o tres semanas de anticipación, enumerando el trabajo de rutinas como son las inspecciones y reparaciones de métodos de trabajo, así como los trabajos repetitivos autorizados por órdenes permanentes de trabajo para un determinado periodo, así como las ordenes pendientes de las tareas no rutinarias de importancia. Estas se consignan de acuerdo a su prioridad y disponibilidad de materiales.

Una vez fijado el programa y puesto en marcha los trabajos de ejecución de la semana, no se puede interrumpir salvo en casos de emergencias. Cualquier cambio de estos debe ser a expensas del trabajo no programado.

B) PREPARACIÓN DE PROGRAMAS

Para preparar el programa, habrá de considerarse la disponibilidad de los oficiales de las varias especialidades, de materiales y equipo, la mejor secuencia de operaciones y de los oficios requeridos para la ejecutarlas, número necesario de obreros para completar el trabajo y disponibilidad del sitio de la obra.

Se pone en marcha el programa de mantenimiento tan pronto sean aprobadas las solicitudes y órdenes de trabajo y se este seguro del material necesario, es entonces cuando el programador señalará la semana o semanas laborales consecutivas en que deberá hacerse. El orden de verificación de los trabajos depende de la necesidad de los mismo respecto a la producción, disponibilidad de mano de obra, materiales y puntos de trabajo, así como de las fechas de iniciación y terminación estipuladas en las órdenes. De ordinario se programa un 75 % de los recursos humanos dejando el 25 % restante para tareas menores y de emergencia.

En las juntas semanales del ingeniero de planta, superintendente de mantenimiento, sobrantes gerentes, personal clave de control de mantenimiento y supervisores de área y taller estudiarán un programa tentativo para la siguiente semana. Se harán cambios y se consolidará el programa. Para asegurar la colaboración de los supervisores de taller y área, ellos deberán colaborar activamente en los toques finales, para que así se trata " nuestro programa" y no de "su programa".

El programa final y definitivo enumera las ordenes de trabajo mayores en que las líneas trabajarán la semana siguiente, así como el número de horas de oficios estimadas para llevar a termino la tarea. El supervisor de área y taller cubre el 25 % del programa con las ordenes menores pendientes, preparando un programa para cada día de jornadas laborales de la siguiente semana, manteniendo una proporción de 75 a 25 % entre trabajos mayores y menores. Los programas se entregan o fijan en cada área y taller, con objeto de que los trabajadores se enteren en qué grupo trabajarán la semana siguiente. El supervisor se encargará de asignar a cada uno de los hombres su labor para el día siguiente. Para que cada trabajador sepa por adelantado qué es lo que va a hacer, el tiempo calculado para llevar a cabo la tarea, así como materiales, herramientas especiales y equipos que necesitarán.

Programación de Camino Crítico: El método de camino critico es descrito en planificación como en la programación del mantenimiento. Se dice que cuando se dispone de máquinas para el procesamiento electrónico de datos, el camino crítico permitirá a los programadores de ingeniería de fábrica determinar el tiempo más eficaz y/o el más breve para llevar a término un proyecto. Como se trata de un método algo complicado, solamente los proyectos que cuesten 5,000 dólares o más, son considerados para la aplicación de este método por lo general. La mayoría de los equipos computarizados cuentan con programas estándar que producen esta clase de informe. Aquí se muestra un ejemplo de la elaboración de datos para camino crítico.

C) INFORMES SOBRE ADELANTOS DEL TRABAJO

El programador y el supervisor de área u oficio necesita saber el estado en que se encuentra cada tarea, en términos de trabajo realizado y trabajos por terminar aunque se trate de programación diaria. Esta necesidad puede dividirse en dos formas:

1. Como porcentaje de tiempo real contra tiempo programado.
2. Como porcentaje físicamente completo contra enteramente completo.

La primera es lo bastante exacta para servir de control. Mientras que la segunda resulta más costosa, ya que el planeador o supervisor de área o taller tiene que evaluar el porcentaje de adelanto del trabajo en términos de horas-hombre. Si no se encuentran estrechamente vinculadas las diferentes partes de un trabajo, éste se puede dividir en varias ordenes, para poder completarse en un periodo menor. Esto hace reducir la vigilancia de la situación de la obra. Sin embargo si las partes se encuentran muy ligadas y se necesitan una intima coordinación de las mismas, no será practico fragmentar el trabajo en varias tareas, solo para facilitar la rendición de informes. También se puede conocer el adelanto del trabajo es a consecuencia un programa a base de camino critico.

La identificación de eventos o actividades por números compensará el mismo fin que redactar órdenes adicionales y al mismo tiempo permitirá informar de una manera sencilla sobre actividades terminadas o comprobar los puntos alcanzados. La computación electrónica de los datos empleados para programar puede acelerar bastante la rendición sobre el estado del trabajo ahorrándose tiempo en el tiempo real; el costo calculado; real mano de obra y el real material; el costo total calculado y el real total de variación que en los informes de tipo manual.

También puede reducirse mucho trabajo de oficina utilizando el proceso electrónico de datos para complicar órdenes de trabajo, informes sobre mano de obra, informes pendientes, situación de material, programas de producción y mantenimiento tentativo y final. Los informes sobre el progreso del trabajo revisten especial importancia en el caso de obras de construcción, instalación y redistribución. Este clase de documento lo realiza el ingeniero residente o el coordinador de proyectos, muchas veces toman formas de gráficas de Gantt y se desmenuzan en características del trabajo. Cuando el trabajo es realizado por contratistas ajenos a la empresa, los informes pueden servir de base para los pagos parciales que se vayan a hacer.

ACTIVIDADES	DIAS HABILES DEL MES DE JUNIO															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
A	■	■	■	■	■											
B					■	■	■	■	■	■						
C	■	■	■													
D				■	■	■										
E				■	■	■	■	■	■							
F										■	■	■	■	■	■	
G									■	■	■	■	■	■	■	■

Fig. 5.1 Gráfica de Gantt

D) REVISIÓN DE LOS INFORMES

Los programas se realizan para conducirnos a un fin determinado, se debe efectuar un cotejo de lo real con lo proyectado y explicar las discrepancias. Estas comparaciones serán constantes rindiéndose un informe cuando sea necesario o a intervalos fijos. Siguiendo estos procedimiento se mantiene el buen estado del sistema y éste rendirá beneficios.

Para el perfeccionamiento de los programas es el resultado del cambio de mentalidad de la dirección y una manera de hacer que la misma enfoque su atención en las áreas donde se necesitan es emitir un informe de control. Este documento debe tener las siguientes características:

Sencillez: Deberá ser lo más breve posible para que el funcionario ocupado lo lea, pero al mismo tiempo lo suficientemente amplio para que se pueda apreciar lo que los programas están logrando.

Comparaciones: El resultado corriente se cotejará con el objetivo fijado para la operación. Además, los últimos totales cotejados con los del pasado habrán de aparecer también, para que puedan medirse los adelantos.

Autoridad: Se permitirán copias a los funcionarios de la alta dirección cuyo respaldo sea indispensable para lograr un funcionamiento óptimo de la ingeniería de fábrica. También se enviará una copia al ejecutivo de quien depende el director de producción.

Mediante estos informes, que abarcan el tiempo de paro de las máquinas por deficiencias de mantenimiento, el desempeño presupuestal y los “tres dieces principales” mensuales, es decir, el grupo de diez máquinas que causan el mayor tiempo de paro cada mes, aquellas que tienen un costo de mantenimiento y las que se paran con mayor frecuencia. La dirección tendrá una forma más clara de ver lo que esta realizando la ingeniería de fábrica y se percatará de las tendencias en cuanto a una mejoría del servicio de conservación. Además, les servirá para tomar decisiones rápidas y acertadas que den lugar a una elevada eficiencia de dicho servicio.

5.1.2.1 Gestión Automática de los Depósitos

Una parte de los stocks en depósitos se refiere a los materiales necesarios para el mantenimiento. Estos se clasifican en: materiales de consumo, como lubricantes, grasas, barnices, etc y piezas de repuesto.

La investigación operativa permite gestionar estos depósitos de manera automática, interviniendo en el cálculo de nivel de orden, del lote económico de adquisición de los stock de seguridad. En particular, los estudios sobre los consumos de materiales de mantenimiento permiten determinar:

- los movimiento de los artículos en particular
- la confiabilidad de las diversas máquinas
- los ciclos óptimos de sustitución de las piezas de repuestos

NIVEL DE LAS POLÍTICAS

La utilización de oportunos procedimientos permite establecer criterios, deducidos de los formulaciones matemáticas, para la elección entre decisiones alternativas, y esto permite aliviar el trabajo de la Dirección, consiguiendo al mismo tiempo mejores resultados, en cuanto que no están ligados a la intuición de los dirigente responsables en particular.

Recordamos que las funciones de la dirección son:

- ⇒ Analizar los datos que indican la marcha del sistema o del ambiente externo
- ⇒ Descubrir las posibilidades de mejoramiento del sistema
- ⇒ Decidir la política a seguir en el futuro

En la puesta en marcha de la fase análisis de la marcha del sistema es notablemente crítica, en cuanto que la validez de las decisiones que serán tomadas de acuerdo a lo confiable que sean los datos que se disponen. La gran cantidad de las variables no permite considerar todas las posibilidades objetivas de intervención sino que permite estudiar una pequeña parte.

Con la utilización de sistemas automatizados se pueden obtener las siguientes ventajas: el encuentro de los datos de los diversos sectores operativos de la empresa y fuera de la misma, y su organización en archivos constituidos por memorias de masas, permite tener a disposición, de manera ordenada y fácilmente accesible, todas las noticias sobre la marcha efectiva de las diversas partes de la empresa, en los períodos pasados, en relación con las vicisitudes del mercado.

La elaboración de los datos permite poner en evidencia las diversas correlaciones que existen en varios sectores y de descubrir aquéllas cuyas actividad determina retrasos en toda la producción o excesiva absorción de recursos y otras causas de pérdidas económicas. De este modo la utilización de la computadora permite la obtención de decisiones entre reglas alternativas de prioridad en la ejecución de los trabajos de mantenimiento. Hay que tomar en cuenta que la última decisión está a cargo de la Dirección, debiendo negociar entre muchas áreas de responsabilidad y tomar las decisiones definitivas sobre la política a seguir.

Con la utilización de la computadora también se calcula el mantenimiento de una instalación. Por medio de los métodos:

- ⇒ *Cálculo de los costos*: En este método se considera la relación de los costos de mantenimiento en un período fijo de referencia y en el período corriente en examen.
- ⇒ *Análisis elemental*: En lugar de los costos de la mantenimiento, se consideran valores fácilmente observables con inspecciones sobre las instalaciones, tales como el consumo de lubricantes o la cantidad de piezas de repuesto utilizadas.

Cuando la instalación es muy grande y la utilización de la computadora es elevada y no es posible hacer un análisis de datos se utiliza el Muestreo Decimal Crítico, esto consiste en la señalación de:

- ⇒ 10 máquinas que acumulan los más elevados costos de reparación del mes;
- ⇒ 10 máquinas que tienen el porcentaje más elevado de tiempo en paradas;
- ⇒ 10 máquinas que presentan desperfectos con más frecuencia.

5.1.3 Aplicación del PERT-CPM en mantenimiento

En la ejecución de un trabajo exige la coordinación de muchas actividades. Cada trabajo o actividad tiene que ser obtenido por concurso mancomunado de trabajo de personas y medios mecánicos a través de un sistema de información, tomando en cuenta que para efectuar un trabajo es fundamenta la planificación aplicándose en los recursos y en los procesos limites de tiempo. En la puesta en marcha del trabajo se utiliza las técnicas de programación conocidas como son el diagrama de Gantt, PERT (Program Evaluation and Review Technique) Técnica de evaluación y Revisión Programada y el CPM (Critical Path Method) Método del Camino Critico.

En todos los sistemas tipo PERT se emplea una red de proyecto para visualizar gráficamente las interrelaciones entre sus elementos. Esta red del plan de un proyecto muestra todas las relaciones de precedencia respecto al orden en que las tareas deben realizarse. En la figura 5.2 se ilustra esta característica para la red del proyecto inicial de la reparación general de un rodamiento. Esta red indica que el desmantelamiento debe hacerse antes de la reparación de las gargantas del travesaño y después pueden realizarse otras actividades incluso algunas en paralelo. En la terminología del PERT cada línea o arco de la red representa una actividad, es decir una de las tares que requiere el proyecto. Cada nodo representa un evento que por lo general se define como el momento en que terminan todas las actividades que llegan a ese nodo. Las puntas de las flechas, indican la secuencia en que debe ocurrir cada uno de esos eventos. Lo que es más un evento debe preceder a la iniciación de las actividades que salen de ese nodo. Ahora una vez creada la red del Pert se utiliza el CPM para determinar la ruta crítica del proceso la cual se conforma por todas las actividades que son críticas, es decir; son aquellas cuya suma de sus tiempos consumidos representan la duración total del proyecto y se consideran críticas porque cualquier retraso, error u omisión durante su ejecución repercute directamente en la duración total del proyecto.

EJEMPLO:

TRABAJO (ACTIVIDAD)	DESCRIPCIÓN	TIEMPO (MIN)	COST O (\$)	RELACION DE PRESEDENCIA INMEDIATA
A	Desmantelamiento	50	100	0
B	Reparación de las gargantas del travesaño	67	120	A
C	Reparación de los brazos de detención de rotación del marco lateral	90	150	A
D	Verificación de los bloques de fricción todos los muelles	35	50	A
E	Reparación de las cuñas de detención de rotación del travesaño	80	140	B
F	Reparación de los platos de desgaste de la columna del arco lateral	55	100	C
G	Reparación del pivote del travesaño	210	250	E
H	Ensamble	65	120	D, F y G
I	Pintura	40	80	H

Tabla 5.1 Datos normales y reducidos del CPM para la reparación general de un rodamiento

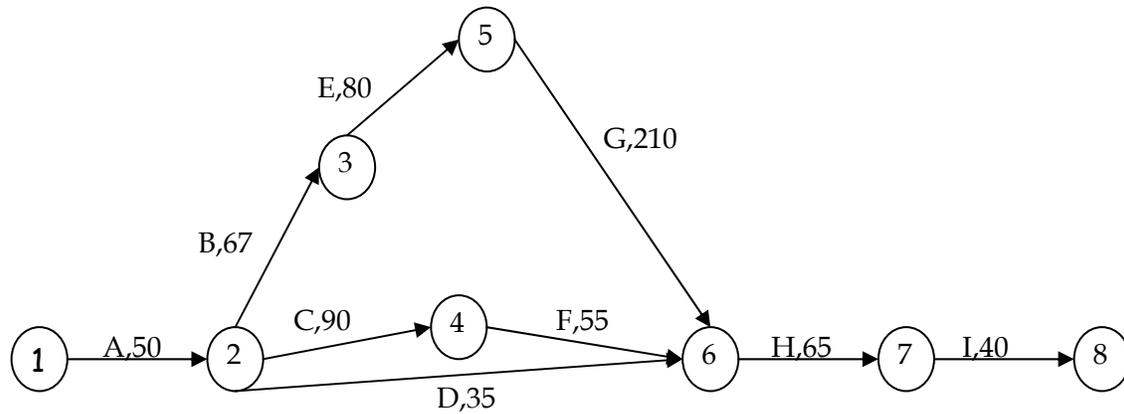


Fig. 5.2 Diagrama de Red para los datos de reparación general de un rodamiento

En el mantenimiento un campo donde su aplicación produce muchos beneficios, se puede encontrar:

1. En las actividades de mantenimiento extraordinarias, inclusive aquéllas que comprende transformaciones y modificaciones de equipos e instalaciones.
2. En el mantenimiento ordinario correctivo, puede servir para definir esquemas y procedimientos de trabajo y de intervenciones.
3. En el mantenimiento preventivo, sobre todo para planificar y programar las intervenciones en las varias secciones y para equilibrar el trabajo de las escuadras.
4. En el predictivo, para programar las inspecciones y las consecuentes intervenciones a ellas referidas.

EJEMPLO DE PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO

A) Administración de Mantenimiento

La ejecución del mantenimiento de los equipos instalados debe realizarse en los lugares donde están funcionando los equipos.

1) Planes y Programas del Mantenimiento

Los planes del mantenimiento preventivo, deben ser ejecutados por los departamentos Técnicos Centrales a través de sus especialistas y enviados a las Células Generadoras para que realicen la programación local por medio de los ejecutores de dichos programas, teniendo así cuatro etapas: Planificación, Programación, Ejecución y control.

2) Revisión de los Planes

Periódicamente los especialistas deben efectuar revisiones de los planes de mantenimiento para verificar si las actividades programadas son las más adecuadas y si su periodicidad está acorde con los resultados de la explotación. La evolución técnica de los equipos en uso, será necesario la revisión de los criterios empleados al preparar el plan estén vigentes o si es preciso hacer rectificaciones.

3) El Uso de la Informática

A medida que se van realizando las actividades de mantenimiento; el uso de más frecuente de índices para evaluar la cantidad de estos trabajos y el registro de los gastos propios de éstos, toda esta cantidad de información acumulada ha hecho que las empresas utilicen la informática en todos los procesos. En la actualidad se tiene a la mano los siguientes bancos de datos:

- ⇒ Inventario de equipos.
- ⇒ Archivos de repuestos por equipos.
- ⇒ Estadísticas de fallas y desconexiones.
- ⇒ Programación por ordenador.

4) Evaluación de la calidad del servicio de Mantenimiento

- ⇒ Análisis Cualitativo del Mantenimiento: Se estudian las principales fallas de los equipos y se toman las acciones correctivas para que no se repita esta clase de fenómenos.
- ⇒ Análisis estadísticos: permite determinar la contabilidad de los equipos.
- ⇒ Visitas de especialistas al terreno: El contacto de los más experimentados con los encargados de realizar el mantenimiento permite detectar de una forma más precisa los problemas de mayor complejidad que no se han resuelto adecuadamente.
- ⇒ Reuniones técnicas con los supervisores y jefes del terreno: Los especialistas se reúnen con los ejecutivos de terreno para analizar no sólo materias de carácter técnico sino que también aspectos de la misma administración del mantenimiento y control de gestión.

5) Evolución de las actividades de mantenimiento

Tiene como objetivo hacer una gestión más productiva, se han empleado pruebas y métodos de diagnóstico que mejoran el control del equipo con una menor cantidad de empleado. Se han incorporado varios métodos preventivos en base a instrumentos que permiten hacer un análisis del estado de instalación, como los equipos de termovisores, análisis de gases disueltos en aceites aislantes, medidas a corriente continua de Alta tensión para hacer un diagnóstico del estado de los bobinados de los generadores, revisión de entrehierros de máquinas sincrónicas, medida del estado del barniz semiconductor en bobinas de generadores y otros difícil de detallar.

6) Repuestos y Materiales

Toda empresa debe mantener un stock adecuado de materiales y equipos, nivel que se revisa anualmente partiendo de los siguientes antecedentes:

- ⇒ Recomendaciones del fabricante.
- ⇒ Se trata de mantener un equipo de reserva por Cada tipo de unidad.
- ⇒ Bobinas de repuesto para generadores iguales.
- ⇒ Polos de rotor de recambio.

Una empresa anualmente debe destinar una cantidad equivalente al 4 % del presupuesto de los gastos de explotación, a la adquisición de repuestos

5.1.3.1 Plan de Mantenimiento

El mantenimiento utilizado preferentemente debe ser el preventivo, tiene que ser bien diseñado con los siguientes beneficios desde el punto de vista técnico- económico.

- ⇒ Mayor continuidad de servicio, lo se traduce en menor número de fallas.
- ⇒ Menos reparaciones mayores y/o repetitivas, permitiendo optimizar los recursos de mano de obra, equipos y materiales.
- ⇒ Vida útil máxima de los equipos.
- ⇒ Mínimo gastos y tiempo de reparación del equipo.
- ⇒ Mejor calidad del servicio.
- ⇒ Mínimo equipo de reserva. Se reduce la inversión de capital.
- ⇒ Mejor control de repuesto. El stock de repuestos se reduce a un mínimo programado.
- ⇒ Mejor control del trabajo. Se reemplaza la ineficiente reparación contra falla, por la conservación programada que es más económica.

CONDICIONES QUE DEBE CUMPLIR EL PLAN

- ⇒ El personal tiene que ejecutar el mantenimiento preventivo por brigadas formadas por pocos hombres bien capacitados en el aspecto técnico como seguridad.
- ⇒ El mantenimiento preventivo debe ser una función persistente, sostenida y eficiente.
- ⇒ La realización de inspecciones, verificaciones, pruebas y mediciones para detectar el estado del equipo en servicio debe ser periódico.
- ⇒ Las intervenciones indicadas se realizan basadas en las instrucciones y especificaciones claramente establecidas complementándose con la preparación del personal, para obtener el mejor aprovechamiento de los recursos.
- ⇒ Aunque hay relación con las otras actividades de producción y operación, el aspecto técnico, personal y medios deben ser independiente en su totalidad.
- ⇒ Las maniobras que se efectúen deben ser muy mínimas y en compatibilidad con la eficiencia y economía.
- ⇒ La fecha de intervención del programa de mantenimiento puede tener cierta flexibilidad, pero debe exigirse su cumplimiento.
- ⇒ La ejecución de un buen mantenimiento debe ser complementado con equipos de herramientas adecuados, instrumentos, repuestos y materiales que puedan permitir su eficiente desarrollo.
- ⇒ El programa deberá incorporarse a modificaciones periódicas y nuevas técnicas que permitan estar de acuerdo al desarrollo tecnológico de la actualidad en lo que respecta a equipos.
- ⇒ Estos cambios tecnológicos también traen la actualización del personal por medio de cursos, seminarios, vídeo conferencia, etc.

5.2 Calidad en el control del mantenimiento

El desarrollo de un sistema acertado de control de calidad del mantenimiento es esencial para asegurar reparaciones realmente funcionales y de alta calidad, estándares exactos, máxima disponibilidad, extensión del ciclo de vida del equipo y tasas eficientes de producción del equipo. El control de calidad como un sistema integrado se ha practicado con mayor intensidad en las operaciones de producción y manufactura que en el mantenimiento. Aunque se ha comprendido el papel del mantenimiento en la rentabilidad a largo plazo de una organización, los aspectos relacionados con la calidad de los productos del mantenimiento no han sido adecuadamente formulados y entre las posibles razones están:

1. los productos del departamento de mantenimiento son difíciles de definir y de medir.
2. Falta el enfoque del cliente en el mantenimiento en comparación con la producción.
3. Una gran parte del mantenimiento no es repetitivo.
4. Las condiciones de trabajo varían más en el trabajo de mantenimiento que en el de producción.
5. El mantenimiento ha sido considerado tradicionalmente como un mal necesario y a lo sumo como un sistema secundario impulsado por la producción. Este punto de vista ha conducido a la asignación de una baja prioridad a la mejora de las actividades de mantenimiento.

La calidad de los productos de mantenimiento tiene un alcance directo con la calidad de los productos y la capacidad productiva de la compañía para cumplir con los programas de entrega. En general el equipo que no ha recibido un mantenimiento regular o que el mismo ha sido inadecuado fallará periódicamente o experimentará pérdidas de velocidad o tendrá una menor precisión y en consecuencia tenderá a generar productos defectuosos. Con frecuencia esta clase de equipos de manufactura tienden a generar procesos fuera de control o que tienen una pobre capacidad, lo que representa una menor rentabilidad y un mayor descontento del cliente.

Las responsabilidades del departamento incluyen el desarrollo de procedimientos de prueba de inspección, documentación, seguimiento, análisis de eficiencias e identificación de las necesidades de capacitación a partir del análisis de los informes de calidad. Los gerentes de mantenimiento y los ingenieros necesitan estar concientes de la importancia de controlar la calidad de los productos del mantenimiento. El establecimiento de normas de pruebas e inspección en el mantenimiento y de niveles aceptables de calidad deberán ser desarrollados para todo trabajo de mantenimiento.

La documentación de los procedimientos de mantenimiento y los informes de inspección pueden ofrecer enormes oportunidades para la mejora de la calidad del mantenimiento mediante la mejora continua de los procedimientos y la identificación de las necesidades de capacitación para aumentar las habilidades técnicas de los trabajadores.

Debido a que las actividades de mantenimiento no son repetitivas, no se pueden recopilar cantidades grandes de observaciones para dichas actividades para efectos de análisis estadísticos.

En el caso de tales actividades, las técnicas de control de procesos ofrecen herramientas valiosas para mejorar los procesos de mantenimiento. Las organizaciones deberán esforzarse por vincular sus actividades de mantenimiento con la calidad de sus productos y servicios. Además, deberán crear un punto de atención central en sus clientes internos. Esto les proporcionará la dirección y las metas para mejorar sus proceso de mantenimiento.

5.2.1 Programas de inspección y verificación

La división de control de calidad es responsable de desarrollar y conservar registros de inspección. La división de control de calidad deberá clasificar los diferentes tipos de inspecciones que realiza. Estas inspecciones se clasifican comúnmente de la siguiente manera:

1. *Inspección de aceptación.* Este tipo de inspección se realiza para asegurar que el equipo este en conformidad con las normas. Generalmente se realiza sobre equipo nuevo.
2. *Inspección de verificación de la calidad.* Este tipo de inspección se realiza después de una tarea de inspección o reparación para verificar si esta se realizo de acuerdo con las especificaciones.
3. *Inspección documental o de archivo.* Esta se realiza para revisar la norma y su grado de aplicación.
4. *Inspección de actividades.* Esta inspección se realiza para investigar si las unidades de mantenimiento se están pegando a los procedimientos y las normas.

Estos cuatro tipos de inspecciones son realizadas por el personal del área de control de calidad del mismo departamento de mantenimiento.

Hay otros tipos de inspecciones que son realizadas por supervisores de mantenimiento, para asegurar que el material o la calidad del trabajo cumple las normas prescritas.

La figura central en la mayoría de los programas de control de calidad del mantenimiento es el inspector técnico. Este es el individuo al que se le ha asignado la responsabilidad de evitar que se empleen técnicas deficientes de trabajo y superar las deficiencias de la organización o reducir el reemplazo necesario de componentes que todavía pueden dar un buen servicio.

En consecuencia, la habilidad del inspector para diagnosticar debe ser satisfactoria para un programa exitoso de control de calidad. Las decisiones del inspector son críticas y pueden llevar a una catástrofe si son incorrectas.

5.3 Control de calidad en los trabajos de Mantenimiento

el trabajo de mantenimiento difiere del trabajo de producción ya que en su mayor parte es trabajo no repetitivo y tiene mayor variabilidad.

En el caso de los trabajos no repetitivos y ocasionales no se pueden recopilar suficientes datos para utilizar eficazmente las herramientas del control estadístico⁶. En estos casos es esencial controlar el proceso de mantenimiento mediante el control de sus entradas.

Como se muestra a en la figura 5.3 un proceso es una secuencia de pasos que transforman un conjunto de entradas o insumos en un conjunto de salidas o productos; también tiene un mecanismo de retroalimentación. Las principales entradas al proceso de mantenimiento son las siguientes:

1. Procedimientos y normas de mantenimiento.
2. Personal
3. Materiales y refacciones
4. Equipo y herramientas.

Estas cuatro entradas son críticas para la calidad del trabajo de mantenimiento. El elemento clave para la calidad del trabajo de mantenimiento es desarrollar las normas de calidad para los trabajos críticos no repetitivos. Así si un trabajo no cumple la norma, se emplea un diagrama de causa efecto para investigar las causas fundamentales del trabajo que está por debajo de la norma. La figura 5.3 muestra los pasos para controlar y mejorar la calidad y deben de ir acompañados de investigaciones .

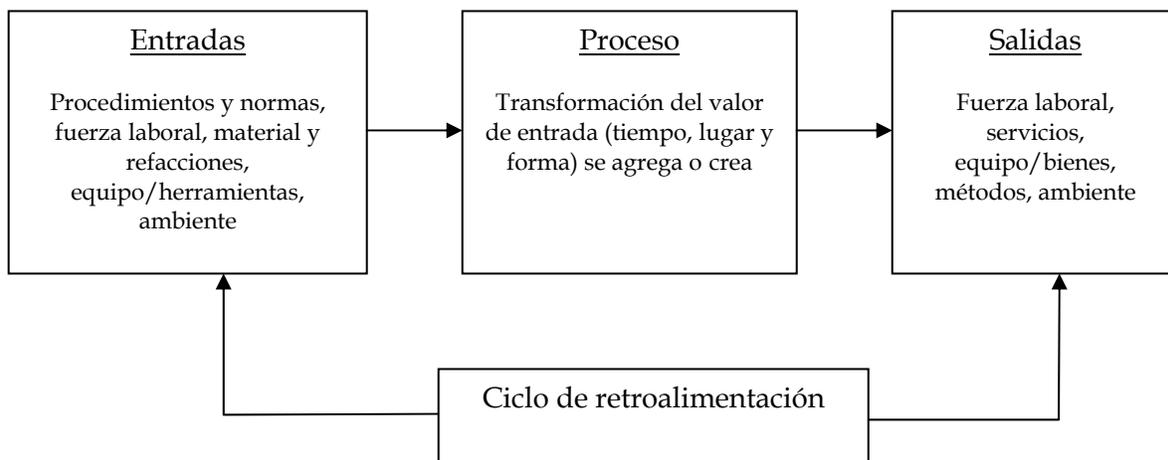


Fig. 5.3 Proceso con ciclo de retroalimentación

En el apéndice 3 se muestra un diagrama de flujo que ilustra los pasos a seguir para mejorar y controlar la calidad del trabajo de mantenimiento.

⁶ ver capítulo 4

5.3.1 Factores relacionados con los procedimientos y normas

Los procedimientos y las normas se prescriben para controlar el trabajo y asegurar su uniformidad y calidad. Para asegurar la calidad, las normas deben ser precisas, medibles y reflejar los requerimientos del cliente. Un procedimiento deberá ser claro, lógico y estar bien documentado a fin de poder implantarse. Los siguientes son los principales factores que afectan la eficacia de los procedimientos y las normas:

1. Calidad del procedimiento (su habilidad para satisfacer los requerimientos del cliente).
2. Documentación de los procedimientos y las normas.
3. Adecuación de las normas para el ambiente de trabajo.
4. Mecanismo para la mejora de los procedimientos y las normas.

La calidad de un procedimiento se evalúa con base en su capacidad para alcanzar sus objetivos. Los subfactores utilizados para evaluar cualquier procedimiento incluyen: claridad de los objetivos, estructura lógica, claridad del procedimiento, sencillez, facilidad de uso, alcance, especificación de responsabilidades, computarización, documentación y mecanismo para mejora continua. Las normas se evalúan probando su adecuación.

5.3.2 Factores relacionados con el personal

El papel del personal calificado es esencial para un mantenimiento de alta calidad. El técnico calificado desempeña una función clave en el mantenimiento. Los siguientes son los factores más importantes que deben vigilarse a fin de mejorar la calidad del trabajo de mantenimiento: tamaño de la fuerza de trabajo, nivel de destrezas, capacitación, motivación, actitud, ambiente de trabajo, formación y experiencia.

5.3.3 Factores relacionados con los materiales

La disponibilidad de materiales de la calidad y en cantidades correctas en el momento correcto contribuyen a la calidad del trabajo de mantenimiento. Los factores que afectan la disponibilidad y la calidad del material incluyen normas y especificaciones correctas, políticas para el control de materiales, presupuesto, políticas y procedimientos de compras y manejo y despliegue de materiales. Estos factores constituyen la base del análisis de causa y efecto para investigar el impacto de los materiales y las refacciones en la calidad del trabajo de mantenimiento.

5.3.4 Factores relacionados con herramientas y equipos

La disponibilidad de equipo y herramientas para realizar mantenimiento de producción puede ser un factor limitante en algunas circunstancias. Por ejemplo, la exactitud de los instrumentos de calibración y precisión podría tener un impacto significativo en la calidad de los trabajos de mantenimiento. Los factores que afectan la disponibilidad del equipo y herramientas correctos incluyen el presupuesto, la prontitud operativa, la capacitación, la compatibilidad y la cantidad disponible.

Estos factores podrían constituir una lista inicial para una sesión de lluvia de ideas sobre el impacto de la disponibilidad del equipo y las herramientas en la calidad del trabajo de mantenimiento.

5.4 Círculos de calidad

Los círculos de calidad son grupos pequeños de empleados que realizan de manera voluntaria actividades de control de calidad dentro de sus talleres. Además, estos grupos deben ser una parte integral de las actividades de control de calidad en toda la compañía.

Los principales objetivos de los círculos de calidad son:

1. Contribuir a la mejora y desarrollo de la empresa
2. Respetar al ser humano y mejorar la calidad de vida
3. Mejorar las aptitudes humanas hasta su máxima capacidad y desarrollar el potencial industrial.

Estos objetivos se alcanzan mediante:

1. Realizar actividades de control de calidad dentro del taller del círculo. Las actividades del círculo abarcan a todos los departamentos de la compañía, incluyendo producción, mantenimiento y actividades de servicio.
2. Esforzarse por alcanzar un autodesarrollo. Esto implica que los miembros del círculos de calidad deben estudiar e intentar desarrollar dentro de ellos mismos la habilidad para resolver problemas.
3. Participar en el esfuerzo hacia el desarrollo mutuo y el dialogo entre los círculos de calidad presentando estudios de casos en la conferencia de los círculos de calidad.

Los círculos de calidad pueden desempeñar una función positiva para mejorar la calidad de las actividades de mantenimiento.

5.4.1 Relación del mantenimiento y la calidad.

El mantenimiento puede contribuir de manera significativa a mejorar y mantener productos de calidad; por ejemplo, la capacidad de una máquina herramienta en su mejor condición producirá más del 99% dentro de las tolerancias aceptadas. Después de que la máquina ha estado en servicio durante algún tiempo y se ha prestado al desgaste en algunos de sus componentes y habrá mayor traqueteo y vibración.

La distribución de las características de calidad tendrá mayor variación y tendrán algunas características de calidad tendrá mayor variación y se producirán más piezas fuera de las especificaciones. Además más piezas tendrán algunas características de calidad particulares alejadas del valor meta de dichas características.

En términos generales, un procesos fuera de control genera productos defectuosos y, en consecuencia, aumenta los costos de producción, lo cual se refleja en una menor rentabilidad, que pone en peligro la supervivencia de la organización.

El mantenimiento predictivo y el mantenimiento basado en las condiciones emplean una estrategia de mantenimiento de ciclo cerrado en la que se obtiene información del equipo y se utiliza para tomar decisiones para el mantenimiento planeado.

La decisión del mantenimiento generalmente se basa en el empleo de un umbral, el cual una vez alcanzado, significa que debe realizarse mantenimiento. Tal estrategia asegurará una alta calidad del producto, especialmente si el umbral se elige de tal manera que el equipo no se deteriore hasta un grado en el que se generen productos defectuosos o casi defectuosos.

Con los argumentos anteriores es fácil demostrar el fuerte vinculo entre el mantenimiento del equipo y la calidad de los productos. La filosofía del mantenimiento productivo total (TPM)⁷ también se ha identificado este vinculo.

Para alcanzar una eficacia global del equipo el TPM trata de mantener bajas las pérdidas de equipo minimizando sus fallas, el tiempo muerto por preparación y ajuste, el trabajo en vacío y paros menores, la reducción de la velocidad, los defectos del proceso y el bajo rendimiento. Todas estas pérdidas están relacionadas directa o indirectamente con la calidad.

Por ejemplo: una máquina que está fallando tiende a producir artículos defectuosos antes de llegar a presentar una falla completa y concreta. La preparación y los ajustes generalmente se hacen para encontrar los estados óptimos de los parámetros. Esto implica que los ajustes se lleven a cabo por que el equipo no está operando en condiciones óptimas y en consecuencia se espera que antes de ser reparados produzcan una cierta cantidad de productos defectuosos. Asimismo en la etapa de preparación y ajuste, se producen piezas o productos defectuosos hasta que se encuentra el ajuste óptimo.

Los paros menores y una velocidad reducida a menudo producen defectos debido a que muchos parámetros del producto son en función de la velocidad, como es el caso de los acabados superficiales en maquinados.

El mantenimiento es un sistema que opera en paralelo con la función de producción. La principal salida de la producción es el producto deseado conforme a las especificaciones marcadas por el cliente. Conforme continua el proceso de producción, se genera una salida secundaria, a saber, la demanda de mantenimiento, que es una entrada al proceso de mantenimiento.

La salida del mantenimiento es un equipo en condiciones de dar un buen servicio. Un equipo con buen mantenimiento aumenta la capacidad de producción y representa una

⁷ Ver capítulo 2 Tema: tipos de mantenimiento

entrada secundaria a producción. Por lo tanto el mantenimiento afecta la producción al aumentar la capacidad productiva de las maquinas y equipos y al controlar la calidad.

La relación y los enlaces entre producción, calidad y mantenimiento se ilustran gráficamente a continuación en la figura 5.4

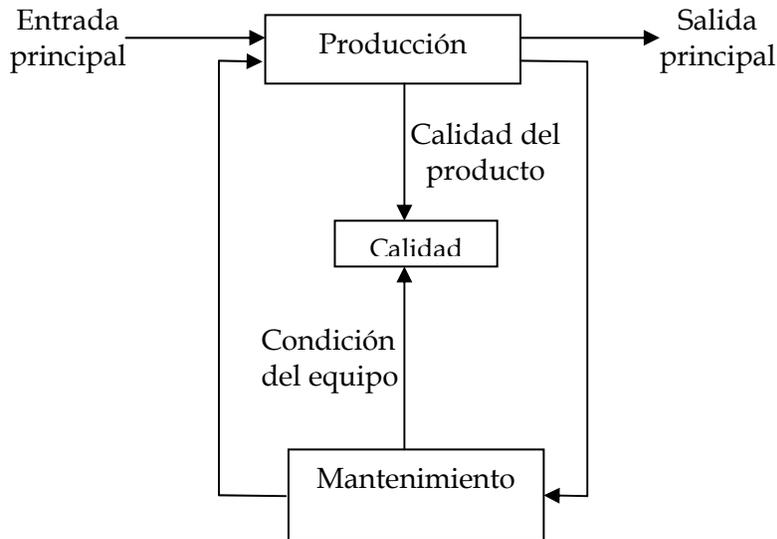


Fig. 5.4 Relación entra producción, calidad y mantenimiento.

Ejemplo:

En la empresa M se realizaron 1000 maquinados de una pieza (D) de fundición que vende un proveedor externo; esta pieza forma parte de un artículo que en su totalidad se conforma de 368 piezas y que fue totalmente armado.

Al llegar el producto al banco de control de calidad para su inspección final el producto no sirvió pues la pieza D era vital para cumplir con el servicio que el artículo debía brindar.

Al investigar cual había sido el problema se encontró que se hacia mucho tiempo que la fresadora donde se realizaba el maquinado de un ángulo de 10° no había sido revisada por personal de mantenimiento debido a su aparente buen funcionamiento; sin embargo por el simple paso del tiempo la mesa de la maquina se había "colgado" un poco desalineando así el dispositivo y cambiando el ángulo de 10° a 13° .

No parece un problema muy grave el pasar de 10° a 13° sin embargo el problema es bastante serio si consideramos que estamos hablando de el gatillo de un arma de fuego, y que el resultado era que el arma se disparaba al menor toque al disparador; sin contar el atraso que provoco el desarmar casi en su totalidad el producto, volver a armar con piezas corregidas y el verificar su funcionamiento una vez más; y todo esto aunado a una nómina inflada con tiempo extra para poder cumplir con el tiempo del pedido y un desperdicio de 1000 piezas que simplemente formaron parte del scrap.

5.5 Auditoria y mejora continua de los sistemas de Mantenimiento

los sistemas de mantenimiento desempeñan una función clave para apoyar a los sistemas de producción (servicios) y contribuir al logro de los objetivos de la organización. Para que el sistema de mantenimiento pueda desempeñar su papel, todos sus factores y componentes deben estar bien diseñados, optimizados y ser evaluados y mejorados continuamente.

Los factores incluyen: personal y políticas de la organización, capacitación, motivación. Control gerencial, instalaciones, almacenes y material, mantenimiento preventivo e historia del equipo y sistemas de información.

Es muy importante desarrollar paso a paso un sistema de mejora continua que tenga como meta establecer sistemas de mantenimiento productivo, basado en la mejora de todos los factores mencionados anteriormente.

El paso inicial en el diseño de un programa de mejora es evaluar el estado actual del sistema. Esta evaluación se realiza mediante un esquema de auditoria, que consta de dos pasos: el primero es la calificación de los factores esenciales del sistema y el paso dos consiste en obtener una calificación de auditoria.

Para obtener una calificación de auditoria debe determinarse previamente el peso de cada factor.

Después de auditar el sistema, el tercer paso del programa es determinar los principales factores no productivos del sistema (Para este fin se recomienda el análisis por medio de una gráfica de Pareto).

Después de la identificación de los factores cruciales no productivos del sistema, debe realizarse un análisis de causa y efecto para identificar las posibles acciones correctivas. Después de identificar éstas y analizarlas junto con todos los involucrados en el departamento pueden aplicarse las correcciones y volver a emplear el programa para evaluar otra vez el sistema y probar si ha habido una mejora significativa. Ver la figura 5.6

Además una forma muy sencilla de iniciar esta evaluación de factores es la de responder la siguiente secuencia de preguntas desde el punto de vista de cada factor:

1. ¿Se que funciones debe desempeñar mi departamento?
2. ¿Quienes son mis clientes internos?
3. ¿conozco las funciones y objetivos de mis clientes internos?
4. ¿Qué nivel de servicio les estoy proporcionando actualmente?
5. ¿Qué necesito de mis clientes internos para servirles mejor?
6. ¿Qué estoy haciendo bien en el departamento?
7. ¿Qué estoy haciendo mal dentro del departamento?

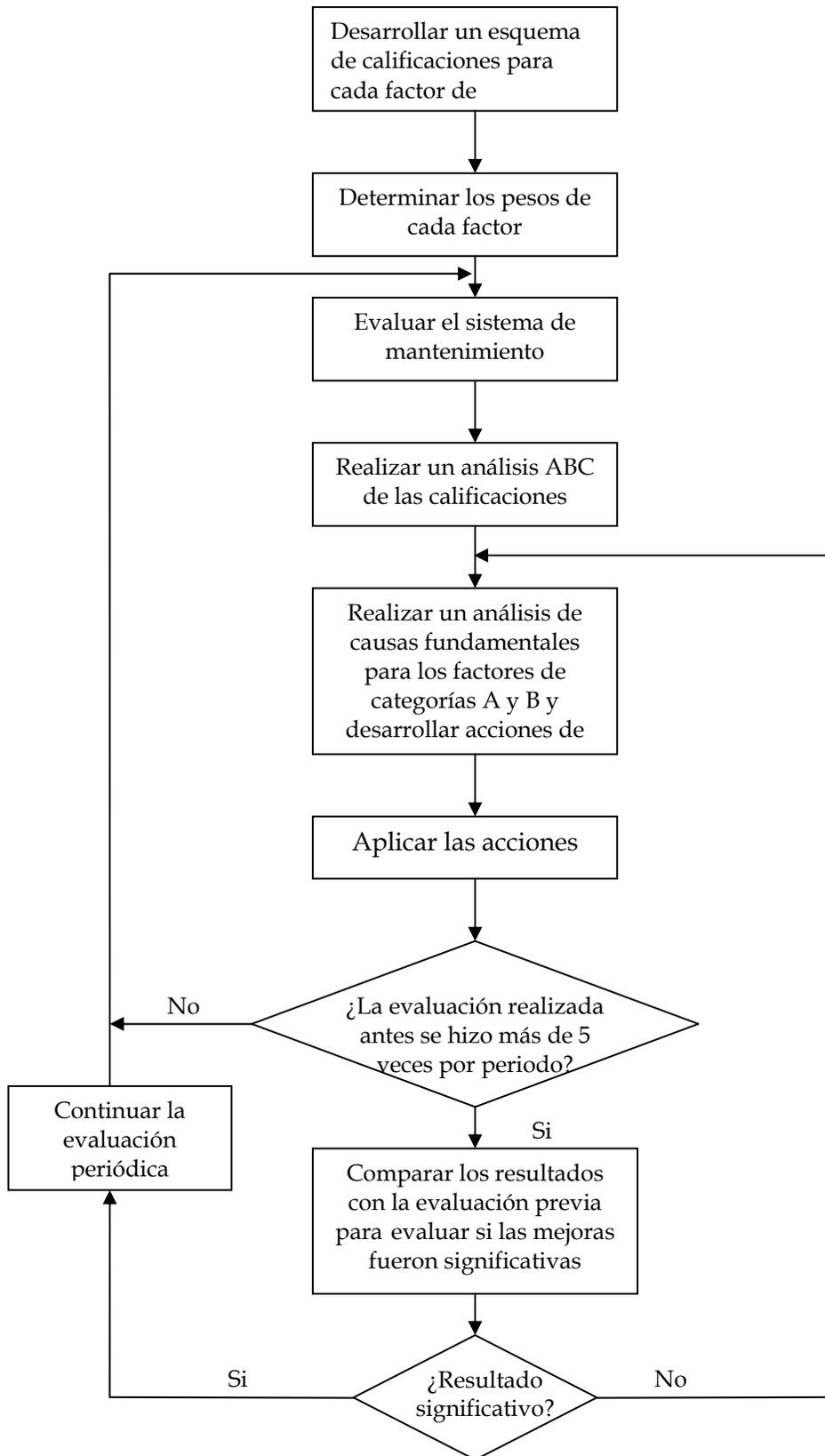


Fig. 5.5 Plan de mejora continua para los sistemas de mantenimiento.

5.5.1 Factores en el Esquema de Calificaciones de Auditoria

Son factores que constituyen la base para el programa de auditoría y se califican en la escala de 0 a 10 siendo 10 la calificación mayor. La calificación se efectúa examinando el estado de cada factor en el sistema de mantenimiento. Un enfoque común consiste en elaborar una serie de preguntas acerca de cada factor y luego dar una calificación al factor a partir de las respuestas obtenidas, siendo los factores principales:

1. ORGANIZACIÓN Y PERSONAL

Las organizaciones se diseñan para facilitar la ejecución de los planes de mantenimiento. Explican detalladamente las responsabilidades, la cadena de mando y el tramo de control. El flujo de información y las habilidades para llevar a cabo los planes especificados están fuertemente afectados por la estructura de la organización. La importancia de este factor surge de la necesidad de controlar con una estructura organizacional bien diseñada y un tramo de control eficaz. La necesidad de descripciones de puestos adecuadas y un organigrama se reconocerán durante el proceso de calificación de cada factor.

2. PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA

La productividad de la mano de obra se define como la proporción de las horas estándar sobre el número de horas totales trabajadas. Este factor se centra en la productividad de los trabajadores. En el proceso de calificación de este factor, la gerencia puede identificar a los trabajadores con baja productividad y establecer las razones de la misma. Puede requerirse de capacitación o trabajadores altamente calificados para mejorar la productividad del sistema de mantenimiento.

3. CAPACITACIÓN GERENCIAL

Este factor evalúa la necesidad de una capacitación gerencial, especialmente en estándares de trabajo, herramientas, de planeación y técnicas para mejorar la productividad.

4. CAPACITACIÓN DEL PLANIFICADOR

Una planeación y programación correctas de los trabajos de mantenimiento tienen un gran impacto en la productividad de un sistema de mantenimiento. El planificador desempeña una función importante en la planeación y la programación de los trabajos de mantenimiento, por lo cual debe capacitarse adecuadamente.

5. CAPACITACIÓN DE LOS TÉCNICOS

La capacitación es una importante función de apoyo para el sistema de mantenimiento. Este factor tiene un impacto directo en la organización y en el personal. Se debe establecer un programa de capacitación bien definido para cada trabajador. El programa deberá actualizarse cada año para reflejar las necesidades de la organización.

6. MOTIVACIÓN

la productividad del sistema de mantenimiento depende grandemente de la fuerza laboral. La productividad y la calidad en el desempeño de un individuo se ven afectadas significativamente por su estado de ánimo. En consecuencia, un elevado estado de ánimo y la motivación son importantes para mejorar la productividad. Al examinar este factor deben investigarse aspectos como la tasa de rotación y la seguridad en el trabajo.

7. ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DEL PRESUPUESTO

En este factor se consideran aspectos como la necesidad de informes para el control del presupuesto y el funcionamiento del equipo. Los informes de tiempo muerto de los equipos y trabajos pendientes son buenos indicadores de la eficacia de un sistema de mantenimiento.

8. PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LAS ORDENES DE TRABAJO

El sistema de ordenes de trabajo es el corazón de cualquier sistema de control de mantenimiento, y es una herramienta necesaria para la planeación y programación eficaces. Este factor hace énfasis en la necesidad de las ordenes de trabajo escritas y la planeación y programación correctas de los trabajos.

9. INSTALACIONES

Este factor considera el efecto de una distribución de planta apropiada en los talleres de mantenimiento, y un buen arreglo y cuidado sobre la producción de un sistema de mantenimiento. También se encarga de la disponibilidad de las herramientas y equipos necesarios.

10. CONTROL DE ALMACENES, MATERIALES Y HERRAMIENTAS

Este factor se encarga de los procedimientos para el control del inventario y las herramientas. Hace énfasis en la necesidad de un sistema de inventarios actualizado y de políticas y procedimientos claros para la administración de las herramientas. La disponibilidad de refacciones y la administración de existencias para trabajo son esenciales en un sistema de mantenimiento productivo.

11. MANTENIMIENTO PREVENTIVO O HISTORIA DEL EQUIPO

El mantenimiento preventivo es un elemento importante de cualquier estrategia de mantenimiento. Es la acción que se desprende para prevenir las fallas y proporcionar los medios para controlar el tiempo muerto y la planeación y programación del mantenimiento. Los datos históricos sobre las fallas del equipo son la columna vertebral de cualquier mantenimiento preventivo basado en la estadística. Este factor se refleja fuertemente en la capacidad del mantenimiento para impedir fallas inesperadas.

12. INGENIERÍA Y MONITOREO DE LAS CONDICIONES

Este factor hace énfasis en la necesidad de emplear rutinas de diagnóstico y establecer un programa de mantenimiento basado en las condiciones que es esencial para el mantenimiento predictivo.

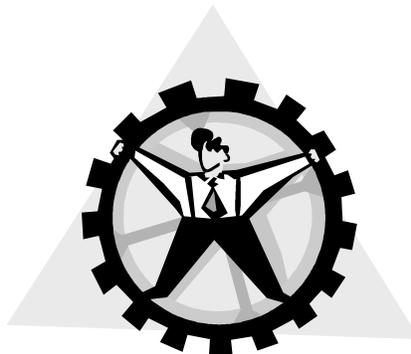
13. MEDICIÓN DEL TRABAJO E INCENTIVOS

Se ocupa en el establecimiento de tiempos estándar para los trabajadores típicos. Los tiempos estándar son esenciales para planear y controlar el trabajo de mantenimiento. Además pueden utilizarse para evaluar la productividad. La calificación de este factor evaluará la necesidad de establecer tiempos estándar de mantenimiento o revisar y actualizar los existentes.

14. SISTEMAS DE INFORMACIÓN

Un sistema de información es una herramienta para una administración y control adecuados. Debe diseñarse de tal manera que satisfaga los requerimientos de la administración del mantenimiento. Debe contener todos los sub sistemas necesarios que proporcionen información sobre equipo, carga de trabajo y control de refacciones, además de un sistema de informes oportunos.

En conclusión: una alta calificación de estos 14 factores anteriores es necesaria para un sistema de mantenimiento productivo. Un factor deficiente o uno con baja calificación reducirá la eficacia global del sistema de mantenimiento. La contribución de todos los factores en la productividad del mantenimiento no es igual. Algunos factores contribuyen más que otros por lo que resulta necesario dar un peso a cada factor que nos permita obtener una calificación global que combine a todos los factores en una sola medida de productividad.



CAPITULO 6



Productividad

6.1 Introducción

Según la definición general, la productividad es la relación entre la producción obtenida por un sistema y los recursos utilizados para obtenerla. Así pues la productividad se define como el uso eficiente de recursos (trabajo, capital, materiales, energía, etc.) en la producción de diversos bienes y servicios. Una productividad mayor significa la obtención de más con la misma cantidad de recursos, o el logro de una mayor producción en volumen y calidad con el mismo insumo. Esto se suele representar con la fórmula:

$$\frac{\text{Producto}}{\text{Insumo}} = \text{Productividad}$$

La productividad también puede definirse como la relación entre los resultados y el tiempo que lleva conseguirlos. Dentro de las tareas de mantenimiento este enfoque tiene una importancia especial pues de la rapidez y oportunidad con que se realicen las tareas dependerá el mantener parada una máquina, o toda una línea de producción que concebirá pérdidas en general a la empresa. El tiempo es a menudo un buen denominador, puesto que es una medida universal y está fuera del control humano, cuanto menor tiempo lleve lograr el objetivo deseado más productivo será el sistema. Su importancia radica en que es un instrumento comparativo para gerentes, directores de empresas e ingenieros industriales, pues compara la producción en diferentes niveles del sistema económico con los recursos consumidos. Sin embargo se cometen muchos errores cuando se emplea el término productividad entre los cuales se encuentran:

- ⇒ El pensar que la productividad es solamente la eficiencia en el trabajo ya que en la actualidad el concepto va mucho más allá y se debe tener en cuenta el costo de la energía y de las materias primas, junto con una mayor preocupación por el desempleo y la calidad de vida del trabajo.
- ⇒ Otra idea falsa se relaciona con la posibilidad de medir el rendimiento simplemente por el producto. Sin embargo, este último puede aumentar sin un incremento de la productividad, si los costos de los insumos se han elevado en forma desproporcionada.
- ⇒ El tercer error está constituido por la confusión entre la productividad y la rentabilidad, pues se pueden obtener beneficios debido a la recuperación de los precios, aun cuando la productividad haya descendido y viceversa.
- ⇒ Otro error es el creer que bajar los costos siempre mejoran la productividad, siendo que cuando se llevan a cabo de manera indiscriminada a largo plazo pueden empeorar la situación.
- ⇒ Un error más resiente es el pensar que el concepto de productividad solo se puede aplicar a la producción, cuando en realidad, se encuentra relacionada con cualquier tipo de organización o sistema, incluidos los servicios y la información.

Por lo tanto se puede concluir que la productividad no solo se relaciona con el trabajo, sino que también con otros factores, debido a que en la industria donde los trabajadores están siendo substituidos por robots, la productividad del capital o de otros recursos caros o escasos, como la energía o las materias primas, merece mucho mayor interés que la productividad del trabajo. Adicionalmente “el principal indicador del mejoramiento de la productividad es la relación decreciente entre el insumo y el producto, así como una calidad constante o mejorada continuamente”.

6.2 Factores de la Productividad

El mejoramiento de la productividad no consiste únicamente en hacer las cosas mejor: es más importante hacer mejor las cosas correctas. Pero antes de examinar que cuestiones se han de abordar en un programa destinado a mejorar la productividad, es necesario revisar todos los factores que la afectan. Existen dos categorías principales de factores que afectan la productividad:

⇒ Externos (no controlables)

⇒ Internos (controlables)

Los factores externos son los que quedan fuera de control de la dirección de una empresa, y los internos son los que si están sujetos a su control. Algunos de los factores internos son susceptibles a modificarse más fácilmente que otros, por lo que se les clasifica en dos grupos: duros y blandos. Los factores duros incluyen los productos de tecnología, el equipo y las materias primas; mientras que los factores blandos incluyen la fuerza de trabajo, los sistemas y procedimientos de organización, los estilos de dirección y los métodos de trabajo que se muestra a continuación.

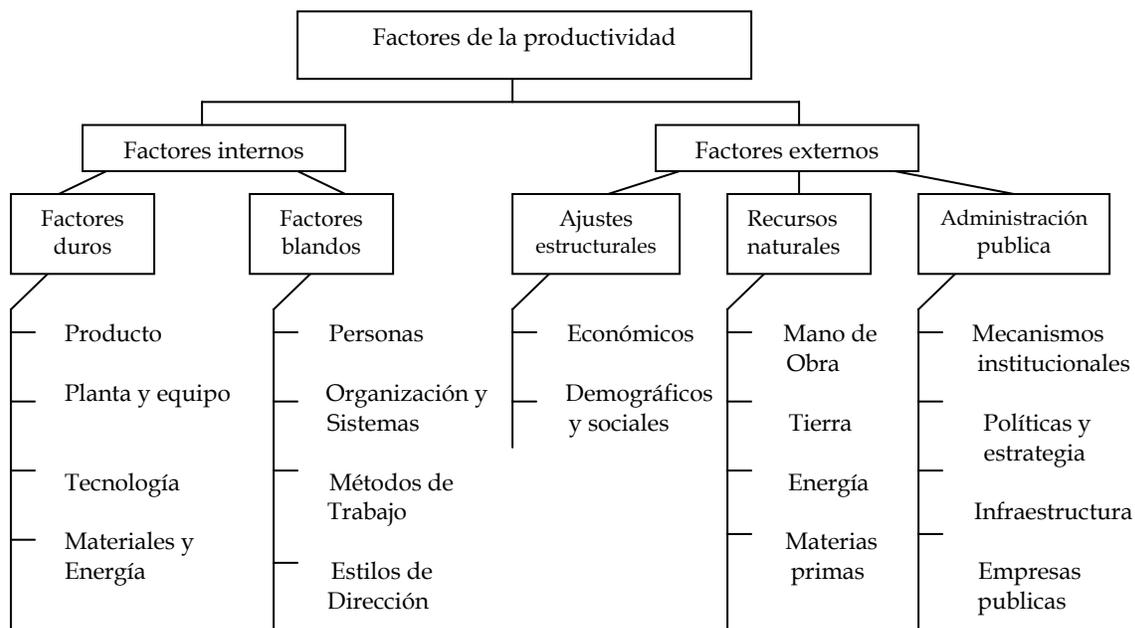


Fig. 6.1 Modelo integrado de factores de la productividad

6.2.1 Factores Internos

Algunos factores internos son susceptibles a modificarse más fácilmente que otros, por lo que se las clasifica en dos grupos: duros y blandos. Los factores duros incluyen los productos de tecnología, el equipo y las materias primas, mientras que los factores blandos incluyen la fuerza de trabajo, sistemas, procedimientos de organización, los estilos de dirección y el método de trabajo como se muestra a continuación.

6.2.1.1 Factores duros

Producto: la productividad de este factor significa el grado en que el producto satisface las exigencias de producción. Este factor tiene cuatro valores principales que son: el valor de uso, valor del tiempo valor del precio y el valor de volumen los cuales pueden ser fácilmente mejorados mediante perfeccionamientos de diseño y especificaciones. Aunque en el caso específico del mantenimiento los más importantes son:

- ⇒ Valor de uso: puede que la falla presentada en alguna máquina no requiera de piezas caras o difíciles de conseguir, o de personal y equipo altamente especializados, pero si esta máquina es vital para algún proceso esto aumenta significativamente el valor de su falla.
- ⇒ Valor de tiempo: la velocidad de arreglar y/o ajustar cualquier maquinaria es vital para cumplir con las fechas de entrega programadas de producción.

Planta y equipo: estos elementos desempeñan un papel central en todo programa de mejoramiento de la productividad mediante:

- ⇒ Un buen mantenimiento.
- ⇒ El funcionamiento de la planta y el equipo en las condiciones óptimas.
- ⇒ El aumento de la capacidad de la planta mediante la eliminación de los estrangulamientos y la adopción de medidas correctivas.
- ⇒ La reducción del tiempo parado y el incremento del uso eficaz de las maquinas y capacidades de la planta disponibles.

La productividad de la planta y el equipo se pueden mejorar prestando atención a la utilización, la antigüedad, la modernización, el costo, la inversión, el equipo producido internamente, el mantenimiento y la expansión de la capacidad, el control de los inventarios, la planificación y el control de la producción, etc.

Tecnología: la innovación tecnológica constituye una fuente importante de aumento de la productividad, ya que se puede lograr un mayor volumen de bienes y servicios, un perfeccionamiento de la calidad, la introducción de nuevos métodos de comercialización, etc., mediante una mayor automatización y una mejor tecnología de la información.

Materiales y energía: en este rubro, hasta un pequeño esfuerzo por reducir el consumo de materiales y energía puede producir notables resultados. Además se pone énfasis en las materias primas y los materiales indirectos. Entre los aspectos importantes de la productividad de los materiales cabe mencionar los siguientes:

- ⇒ Rendimiento del material: producción de piezas útiles o de energía por unidad de material utilizado. Depende de la selección del material correcto, su calidad y control del proceso.
- ⇒ Uso y control de desechos y sobras.
- ⇒ Empleo de materiales más baratos pero no de menor calidad.

6.2.2.2 Factores Blandos

Son aquellos que pueden mejorar la productividad mediante motivación y construcción de valores, políticas y análisis de los métodos de trabajo siempre guiados por un líder y entre ellos podemos resaltar a Personas, Organización y sistemas, Métodos de trabajo y Estilos de dirección.

6.2.2 Factores Externos.

Se pueden mencionar a todos aquellos que afectan a las empresas sin que su dirección pueda tener control sobre ellos pues obedecen a situaciones generales en el ámbito nacional e incluso internacional como son:

Perfeccionamiento tecnológico o progresivo técnico: Actualmente la tecnología esta avanzando a pasos agigantados y su costo y formas de pago son cada vez más alcanzables para las empresas por lo que no dudan en sustituir la mano de obra por maquinas obteniendo en la mayoría de los casos una considerable reducción de los costos de fabricación siempre y cuando el mantenimiento ofrecido a los nuevos equipos sea el adecuado para mantenerlos por una largo periodo trabajando en óptimas condiciones. Aumentando también la calidad de los productos ofrecidos pues las máquinas ofrecen una mayor precisión en la elaboración de sus tareas además de una gran estabilidad en la velocidad de realizarlas, lo que hace más fácil también la programación de la producción.

La racionalización de la organización técnica y administrativa: Una definición adecuada a todos los niveles de todos los puestos y tareas a desempeñar permite tener una mejor organización interna y el contratar o capacitar adecuadamente a todo el personal en el área específica en la cual va a laborar. En estos casos es mejor “tener expertos en algo que aprendices de todo” pues si los trabajadores se dedican a una tarea en particular es mas fácil que la dominen y que mejoren día con día. En el caso del mantenimiento las tareas son muy variadas y por lo tanto el rango de especialización es más amplio por ejemplo se puede contar con: mecánicos, electricistas o profesionales y brindarles tareas lo mas adecuadas a sus respectivas especializaciones. El tener bien definido que lugar tiene cada persona dentro de le empresa brinda seguridad al trabajador y le da un rumbo para realizar sus actividades.

La división del trabajo: Es importante definir muy bien las tareas a realizar y valorarlas con respecto a grados de responsabilidad y dificultad para después asignarlas a las personas más adecuadas para desarrollarlas, enmarcando perfectamente sus campos de acción y alcances con la finalidad de no repetir figuras en un organigrama ni doblar tareas pues esto solo ocasionará confusiones y acciones irresponsables o erróneas por parte del personal, además de que el trabajo dividido en equipos es mucho más productivo pues cada elemento del grupo depende muchas veces de los resultado de los demás, lo que genera cierta presión de todos para todos.

El aumento del rendimiento personal de los trabajadores: al definirle a cada trabajador cual es su función y mantenerlo en ella la practica continua hará que la persona mejore día con día y más aún si se le apoya con cursos de capacitación, actualización o especialización, e incluso si dentro de la empresa se le ofrecen incentivos económicos o beneficios extras por una mayor productividad.

La solidaridad y el espíritu de colaboración dentro de la empresa, entre patrones y obreros: es de particular importancia el fomentar dentro de la empresa una relación cordial entre los patrones y los obreros pues estos como seres humanos requieren sentir que son importantes y deben formar parte de un agradable ambiente de trabajo que las haga sentirse a gusto y conformes para que se pongan la camiseta de la empresa y den lo mejor de sí en cada labor que desarrollen. Sin embargo debe tenerse especial cuidado en no hacerles creer que son indispensables pues esto causaría resultados contraproducentes.

6.3 La Productividad en las Operaciones de Manufactura

El secreto de muchas empresas exitosas hoy en día no ha sido el hecho de tener personal “con currículum impactante” en los puestos claves, lo que quiere decir que la productividad de una operación no depende únicamente de la habilidad de la persona que la realice sino que hay muchos otros factores que intervienen y que tienen más que ver con la esencia humana de los trabajadores que con sus conocimientos técnicos, sin que esto quiera decir que su capacitación no sea importante.

La globalización y los avances en los sistemas de información han contribuido a acelerar el proceso de aplicación de distintas disciplinas para la mejora continua y la productividad. En México cada vez se utilizan con más frecuencia, lo cual se ve reflejado en el creciente esfuerzo de capacitación que realizan las empresas manufactureras. Desde hace años comenzó en América la aplicación del denominado "sistema de producción Toyota". Todo empezó cuando, en su desesperación por sobrevivir, la industria automotriz estadounidense decidió adoptar esa práctica desarrollada por los japoneses. Obviamente hubo la necesidad de rebautizarlo y se eligió el nombre de Lean Manufacturing o sea Manufactura Esbelta. Significado: más fuerza, menos peso.

De acuerdo con la Encuesta Nacional de Educación, Capacitación y Empleo, que realizan conjuntamente el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y la Secretaría del Trabajo, en 2002 tomaron cursos de capacitación para la producción 1.5 millones de trabajadores. Si se toma en cuenta que según el Censo Económico levantado en ese mismo año en el país había 4.2 millones de trabajadores manufactureros, entonces se tiene que sólo 36% de ellos recibió ese beneficio. Lo preocupante es que en muchos casos esa capacitación es superficial ya que poco más de la mitad estuvo en ellos menos de 50 horas al año. La misma encuesta apunta que 430,000 personas asistieron a los cursos relacionados con mantenimiento y reparación, y la mitad de ellos acumuló también menos de 50 horas en el año.

6.3.1 Reducción de desperdicios

En todos estos procesos desempeñan un importante papel disciplinas como las relaciones humanas y la superación personal. Está demostrado que se producen resultados muy interesantes cuando esos aspectos se conjugan con las técnicas y estrategias de productividad.

En efecto, todas éstas contemplan el uso del sentido común y las magníficas cualidades intrínsecas del ser humano, como son la creatividad, objetividad inteligente, actitud positiva y comunicación, entre muchas otras.

Lo anterior, porque la manufactura esbelta se enfoca en el uso integral de todos los recursos en la elaboración de un producto o servicio que cumpla con las expectativas del consumidor, y eso sólo se logra con la intervención consciente de los involucrados. Se parte del principio de que cualquier desperdicio de recursos, parcial o total, es un costo indeseable que hace a una empresa menos competitiva.

Aunque parece algo fácil descubrir dónde se está haciendo un uso inadecuado de elementos como materias primas, espacios, energía, e incluso mano de obra, en realidad es una actitud que requiere cierto aprendizaje.

6.3.2 Esquemas con calidad humana

Tradicionalmente se ha pensado que los diferentes grados jerárquicos en las organizaciones, tienen mucho que ver con el nivel de inteligencia de la gente. Este es un mito. Lo que sucede es que esa suposición actúa justamente como el efecto Pigmalión, o ley de las expectativas. Esperamos poco de las personas, y ellas, rinden poco. Pues bien, si se esperan buenos resultados en el funcionamiento de la empresa se debe partir del concepto de que "toda la gente es inteligente". Cada uno de los elementos en la organización es capaz de desarrollar nuevas ideas constantemente y contribuir con ellas al continuo mejoramiento del proceso, del producto, de las condiciones de higiene y seguridad, y de los resultados finales. Pero... tienen que ser escuchados.

En la nueva manufactura se establece una gran diferencia entre un ambiente de autoridad o mandato y uno de liderazgo. A medida que la sociedad ha evolucionado, las relaciones laborales también han tenido cambios importantes. Hoy casi todos nuestros trabajadores saben leer y escribir, y muchos de ellos continúan preparándose para alcanzar mejores niveles en la vida. Todos tenemos acceso a más y más información. Eso hace que los métodos autoritarios de control que antes conservaron a la gente obedeciendo por miedo, baja autoestima o simple humildad, hayan ido perdiendo efectividad hasta desintegrarse. En el presente, la función del supervisor y de todos los niveles de gerencia, ya no es tanto mandar, sino proporcionar a sus trabajadores y empleados el ambiente adecuado para que cada quien pueda desempeñarse al máximo de sus capacidades. La relación debe ser más cordial y menos tensa. La capacitación y entrenamiento han venido a ocupar un lugar preponderante en la actividad diaria. Las empresas que no comprendan esta serie de cambios y no se adecuen a ellos, estarán perdiendo competitividad, pues sus rendimientos estarán por debajo de lo conveniente.

Es aquí donde las disciplinas de la manufactura esbelta contribuyen de manera notable a crear la atmósfera adecuada. Se les otorga a los trabajadores el derecho a opinar y tomar acciones derivadas de un mayor conocimiento de su equipo y de su producto. Se van eliminando las barreras de comunicación y la separación drástica de funciones. Todos nos hacemos más versátiles y por lo tanto, más útiles a la organización. Lo interesante es que a medida que vamos aprendiendo más, nos desprendemos con mayor facilidad de nuestras opiniones y conocimientos que antes se guardaban en secreto. Todos nos enriquecemos con este intercambio de conocimientos y desde luego somos más valiosos para la empresa y también como individuos. Por eso, es importante comprender que la capacitación a todo nivel resulta esencial. A las empresas que aún no han iniciado el cambio, se los facilitará.

A quienes lo han iniciado y encontrado algún obstáculo, les dará algunas ideas que les ayuden a continuar por el buen camino. A quienes se hallen en el proceso de implementación, les dará alguna información que les pueda ser de utilidad. En México, por lo pronto, queda realizar un gran esfuerzo para impulsar estas prácticas, puesto que según encuestas realizadas por consultores especializados^a, solo el 40% de los industriales conoce los nuevos conceptos de manufactura esbelta. Por supuesto, muchos ya tenían idea de las disciplinas que la componen: 44% sabe del Mantenimiento Productivo Total (TPM), 78% conoce la administración de calidad, 60% aplica el análisis de fallas repetitivas, 28% lleva análisis de intercambio y 50% ha desarrollado o está por hacerlo, la ingeniería de proceso. Al evaluar el grado de avance en la aplicación de esas disciplinas, se observa que:

- 9.4% de los participantes ya aplican en su totalidad el TPM y otro 18% lleva un avance de 51% en promedio.
- 3.1% ya completó la aplicación del setup rápido y otro 22% lo ha desarrollado en 55% en promedio.
- 3.1% ya aplica el control de calidad "cero" y 25% informa que lo ha implementado en 51%.
- 3.1% opera el Just In Time en 100% y en 28% de los casos se ha avanzado 70%.

En lo que se refiere a eventos Kaizen para reducción de desperdicios, 3.1% lo aplica totalmente y 15% reporta un promedio de avance de 74%.

* Donde se advierten mayores logros es en lo correspondiente a células de producción, donde 16% de los participantes ya lo aplica al 100% y otro 12% afirma que está en proceso y tiene un avance de 61% en promedio.

6.4 La Manufactura Esbelta

La manufactura esbelta es como una caja de herramientas donde podemos hallar lo que necesitamos en cada tarea que queremos emprender. En la habilidad que se desarrolle para aplicar las más adecuadas, estribará el éxito. TPM Mantenimiento Productivo Total. Es una disciplina esencial, ya que comienza por establecer un puente entre dos importantes fuerzas que no obstante tener un objetivo en común, tradicionalmente han estado distantes y hasta en ciertos casos son antagónicas: producción y mantenimiento. Es muy frecuente hallar empresas donde unos culpan a los otros por el deterioro o el mal estado del equipo o por las fallas crónicas que éste presenta. Como resultado natural de esta controversia, los problemas se tienden a agudizar en vez de resolverse.

Existe una industria muy antigua donde ya se aplican desde hace siglos algunas de las estrategias básicas del mantenimiento autónomo, que es la médula del TPM. Se trata de la industria azucarera. Dado el ciclo natural regido por el cultivo y cosecha de la caña, esta industria ha estado en constante evolución, sigue un patrón interesante. Durante los meses de producción, el personal está dedicado a sus áreas de producción o mantenimiento, según el caso.

^a Los datos fueron proporcionados por el Ing. Carlos Morán de ILICA (Instituto de liderazgo y Calidad Total)

Cuando termina, y luego de un merecido periodo de descanso, toda la gente adopta un nuevo papel. Todos se concentran en la llamada "reparación", que consiste en una minuciosa revisión de todos los rodamientos, chumaceras, turbinas, bombas, motores, válvulas, tuberías, calderas, filtros, evaporadores, instalaciones eléctricas y demás sistemas. A alguien se le ocurrió llamar "ingenios" a estas plantas prodigiosas que cada día realizan el milagro de granular el jugo de la caña; también son un ejemplo a seguir en lo que se refiere al aprovechamiento total de recursos, pues se utiliza el jugo, la fibra y hasta las impurezas (tierra que viene adherida a la caña).

Bien, pues en esa etapa de "reparación", todos los trabajadores se aplican en tareas de mantenimiento, lo que les permite conocer sus equipos a profundidad, ya que con frecuencia se ven involucrados en la revisión de las mismas máquinas en las que trabajan en la etapa de producción. Esto los hace realmente sentirse "propietarios" del equipo, y en no pocos casos proponen y efectúan mejoras en sus áreas con los consiguientes beneficios. Virtuosos ingenieros se aplican hombro con hombro con los trabajadores de los más diversos niveles académicos y sociales en mejorar cada año las condiciones de la planta. Además en todos los ingenios, existe un factor común que es la armoniosa convivencia y entusiasta colaboración de todos, cualquiera que sea su posición jerárquica. En efecto, el TPM es una filosofía que reúne los esfuerzos y las mejores actitudes de todo el personal involucrado en el funcionamiento y conservación de cada equipo. Por principio de cuentas nos tenemos que percatar de que todos los miembros de la organización tienen por igual el privilegio de pensar, la cualidad de la creatividad y la capacidad de generar actitudes positivas. Esto, en el pasado, era algo difícil de reconocer. Partiendo de este principio, llegaremos a la conclusión de que no hay motivo alguno para que los trabajadores que operan el equipo no puedan aprender los principios de funcionamiento del mismo y la forma de efectuar en él las tareas básicas de mantenimiento como son: limpieza, lubricación e inspección y hasta algunas reparaciones menores. Al mismo tiempo, el personal de mantenimiento podrá cooperar en el proceso de capacitación y entrenamiento de los operadores a fin de que estos puedan adquirir las habilidades para hacer esas, y deberán comprender que hacer esto es en beneficio de ambos grupos en el objetivo común que es mejorar la productividad.

Hoy en día todos tienen conocimiento del fenómeno de la globalización que viene arrollando todas las industrias con un poderoso oleaje de competitividad. Incluso algunas que consideraban tener un nicho seguro de mercado y que podían conservar altos márgenes de utilidad, a pesar de ser ineficientes, hoy están descubriendo que las condiciones han cambiado. A este paso, ninguna empresa que permanezca estática en sus prácticas anticuadas podrá sobrevivir. Uno de los grandes problemas que siempre ha enfrentado la industria ha sido la incapacidad para mantener un ritmo productivo confiable. Las fallas en el equipo, casi siempre derivadas de errores u omisiones de los humanos (desde el diseñador hasta el usuario u operador final, pasando por fabricantes, compradores, vendedores, ingenieros, técnicos instaladores y de mantenimiento), pueden causar pérdidas que van desde mínimas o imperceptibles hasta catastróficas. En medio de ese mar de incertidumbre, surge el TPM como la solución más lógica para evitarlas.

Un gran astillero en el estado de Monterrey enfrentaba un grave problema de falta de confiabilidad en el equipo. Máquinas antiguas muy costosas y prácticamente imposibles de reemplazar estaban en un estado caótico.

En sólo una de las más importantes áreas de producción, el taller de tuberías, una enorme dobladora capaz de fabricar todo tipo de curvas y formas en tubos de hasta 30 cm. de diámetro con pared de acero de hasta 19 mm de espesor de pared, tenía un promedio de disponibilidad de tan sólo 74%. Cuando se implementó el esfuerzo de TPM en esa máquina, se hallaron un sinnúmero de detalles fuera de especificación, piezas dañadas y hasta faltantes, desgastes que ocasionaban toda clase de fugas hidráulicas internas y externas, fracturas estructurales y muchos más. Se procedió a volverla a poner en condiciones óptimas. No es de sorprenderse que en los meses siguientes, su disponibilidad fue superior al 99% y así se conserva. Estos casos se repiten una y otra vez, y los resultados son siempre impresionantes.

Hoy, la industria automotriz estadounidense no podría subsistir si no hubiera implementado en sus plantas estas disciplinas en mayor o menor grado.

Una empresa de manufactura de partes eléctricas en Tijuana padecía, como es una endemia regional, de una deserción promedio del 25% mensual. Este fenómeno no es otra cosa que falta de desarrollo del sentido de lealtad y propiedad en los trabajadores, les da igual trabajar en una empresa o en otra. Cuando se decidió implementar TPM en una célula piloto de alta actividad, el director le hizo saber al consultor su preocupación que muchos otros capitanes de empresa comparten: "Y si se van en cuanto les demos el entrenamiento..." a lo que el consultor le respondió: "Es peor no dárselos y que se queden". Ante esa gran verdad, el proyecto dio principio. Una semana después, los trabajadores estaban orgullosos de su célula, sus fotografías y nombres estaban en el tablero de información, junto con los reportes de sus logros. Al poco tiempo se analizó la rotación de personal en esa célula, en cinco meses, sólo cinco de los trabajadores (un 20%) habían salido de la empresa, y de ellos, dos habían regresado. Este es un beneficio adicional del TPM. Se desarrolla el sentido de propiedad de los trabajadores por su equipo, su producto y su empresa.

SMED o cambio (setup) rápido, otra disciplina muy importante. Es una estrategia competitiva. Todos han visto alguna vez una carrera de autos. Uno de los aspectos más interesantes de ese apasionante mundo de actividad, es la diversidad de artimañas de que se valen los diferentes equipos para estar constantemente aventajando unos a otros. Destacan en ese renglón una serie de cambios y mejoras que les permiten por ejemplo, cambiar las cuatro ruedas y reabastecer de combustible a un vehículo pesado en menos de 16 s, y si es uno de tipo fórmula hasta en menos de 7 s. Nada parecido a lo que hace cualquier persona cuando tiene que cambiarle una llanta a su carro, que en promedio toma unos 10 min.

¿Cuál es la diferencia? ¿Qué tiene esto que ver con la manufactura esbelta? La diferencia estriba en mejores métodos, máxima organización y coordinación, herramientas especializadas, modificaciones que aceleran y facilitan el cambio de ruedas, y el reabasto de combustible, en resumen... análisis cuidadoso de cada paso de un proceso y continua optimización total.

Dicen que Shigueo Shingo, uno de los grandes "gurús" del milagro japonés, un día comentó: "Si los americanos pusieran en la manufactura el mismo cuidado que ponen en prepararse para los deportes, nadie podría vencerlos". Es cierto, los grandes equipos de automovilismo profesional llegan a un autódromo con tres o más días de anticipación para familiarizarse con el punto de abasto donde tendrán que operar. Se ponen a ensayar las paradas de abastecimiento una y otra vez, ganando décimas y a veces sólo centésimas de segundo cada ocasión.

¿Cómo lo logran? Organizan el área, tienen en ella todo lo que requieren, sólo lo que necesitan, en el sitio exacto en el que debe estar. Estudian sus movimientos para cada paso del proceso, verifican que no haya puntos de conflicto, recortan las distancias recorridas en todo lo posible y se escuchan unos a otros hasta lograr una coordinación coreográfica impactante.

Se trata de un setup (o cambio de partes y/o reabasto) rápido. Los japoneses lo llamaron SMED (Single Minute Exchange of Dies), ya que su primera aplicación fue para agilizar el cambio de dados en una gran prensa troqueladora o estampadora, que tomaba hasta más de 4 h cada vez que se quería iniciar la producción de una pieza diferente.

Para lograrlo analizaron detalladamente el problema y decidieron hacer cambios tales como montar los dados-matrices en marcos o montajes deslizables, sustituir los 32 tornillos originales con cuatro pernos guía y 16 sujetadores rápidos de rótula, convertir las conexiones hidráulicas o neumáticas a enchufe rápido, usar líneas de colores para identificar las posiciones correctas de cada componente, proveer rieles y monorrieles con grúa para facilitar el deslizamiento de partes pesadas, y lo más importante, se hizo por consenso de todos los involucrados una hoja de proceso estándar, se adiestró a los operadores y personal de mantenimiento de acuerdo con las conclusiones a que "ellos mismos" habían llegado y se puso en operación el nuevo proceso. Una vez pulidos los pequeños detalles imprevistos, tras sólo algunas pruebas, se llegó a un resultado impresionante: ¡menos de 10 min! O sea, la 24va. parte del tiempo original. De ahí su nombre pues se logró en un tiempo medido con un simple dígito en minutos. Una planta de ensamble de camiones en Cuautitlán, Edo. de México, implementó un proceso de setup automatizado y simplificado que le permitió hacer ahorros considerables de tiempo y maniobras innecesarias en su sistema de prueba de hermeticidad. Anteriormente se tenían que probar todos los vehículos de un tipo y hacer cambios para ajustar el equipo a un nuevo tipo. Esto se hacía tres y cuatro veces al día, representando el trabajo de dos mecánicos por no menos de 15 min. cada vez. Se resolvió el problema y a partir de implementar el SMED, los vehículos pasan la prueba inmediatamente saliendo de la línea de ensamble, el equipo se ajusta sólo en pocos segundos, cualquiera que sea la mezcla de tipos en producción. El ahorro se podría medir en miles de dólares al mes. Lo invertido para lograrlo se pagó por sí mismo en menos de dos meses.

Sin duda, existen un gran número de cambios llevándose a cabo hoy en todas las plantas, que están tomando demasiado tiempo. La buena noticia es que se pueden mejorar una y otra vez. En este proceso sólo hay dos limitaciones: no deben comprometerse ni la seguridad del equipo y de los trabajadores ni la calidad del producto.

6.5 La Productividad en el Mantenimiento

Después de haber analizado en capítulos anteriores los sistemas de mantenimiento que existen no es difícil llegar a la conclusión de que el sistema más completo, eficiente y económico hoy por hoy es el TPM; sin embargo por ser un sistema nuevo y que se basa en principios modernos y totalmente diferentes a la idiosincrasia fincada desde tiempos de Taylor y Fayol, ha sido difícil su asimilación por parte de las empresas en general, además de que por lo regular, dentro de las industrias se ha entendido al mantenimiento como un mal necesario. Sin embargo, la función que desempeña es primordial, ya que de él depende el que se garantice o no la capacidad de una empresa.

Es frecuente ver que en las industrias no se pueden cumplir los programas de producción y que las entregas a clientes casi siempre están retrasadas. El resultado de esta falta de congruencia entre planeación y ejecución lleva a los sistemas de ineficiencia en una industria, que además tienen un fuerte impacto en la rentabilidad del negocio. Son múltiples los esfuerzos que se realizan para implantar técnicas que garanticen el nivel de capacidad de una industria. Sin embargo, en su mayoría se trata de esfuerzos individuales y, por lo tanto, el resultado global es mínimo. De ahí que las personas que observan la aplicación de herramientas y apoyos en piso se desmoralizan y decepcionan ante tales intentos.

A partir de lo anterior, el mantenimiento productivo total tiene una gran importancia para lograr que la teoría empate de manera sistemática con la práctica. Afortunadamente, las empresas se están convenciendo de la importancia que tienen los sistemas de calidad y, en tal sentido, el TPM es en 100% parte y apoyo de ésta.

Otro de los retos es lograr el cambio en la forma de operar cotidianamente. Es realmente difícil convencer a las personas para que trabajen en equipo con el objetivo de lograr las metas de la empresa. Se puede generar una polémica del porqué de esta deficiencia, pero más que buscar las causas, es preciso coordinar los esfuerzos para romper con formas tradicionales de trabajo que obstaculizan la eficiencia. Resulta bastante claro que se generarán incertidumbres, las cuales, a su vez, se traducen en una resistencia natural al cambio, y este último será la constante, no la excepción.

Ciertamente, si no se busca el cambio para mejorar, siempre existirá la amenaza de ser eliminados del mercado, con las consecuencias conocidas. También es fundamental entender que se debe cambiar y aplicar nuevas formas de trabajo, pero sin parar los sistemas productivos actuales, lo que generalmente implica un esfuerzo extra por parte de toda la gente de la empresa. Dicho esfuerzo debe tener gratificaciones, aunque la forma de otorgar reconocimientos varía de compañía a compañía. En otras palabras, el éxito o fracaso de la aplicación y operación del TPM dependen de las personas.

Otra realidad de la implantación de este tipo de mantenimiento es el tiempo de madurez. En términos generales, los beneficios son observados en un lapso de tres a cuatro años. Es sabido que todas las organizaciones se diferencian entre sí, ya que los individuos son quienes marcan las particularidades. Sin embargo, se trabaja con personas, y de ellas se espera que generen las habilidades, actitudes y conocimientos para implantar un programa de esta magnitud.

6.5.1 El TPM

Así, el primer aspecto de la palabra "total" de TPM es conseguir una eficiencia completa del equipo. El segundo se refiere a ajustar un sistema de mantenimiento total para todo el tiempo de vida del equipo, lo cual incluye prevención del mantenimiento, mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo y así sucesivamente. Y el tercer aspecto tiene que ver con la participación entera del personal, desde la gente que está en piso hasta los gerentes (incluso, la alta gerencia), pues el TPM implica la búsqueda de la eficiencia mediante una operación de toda la empresa y del mantenimiento a los equipos de producción, con lo que se entiende que no es restrictivo del departamento de producción.

Como se apuntó antes, la definición del TPM fue determinada en 1971. En esa época se pensaba en su aplicación estrictamente para los departamentos de producción. Empero, con el paso del tiempo se expandió a toda la empresa, lo que obligó a modificar la definición inicial. Con el paso de los años se ha observado que el impacto de las mejoras en las empresas es mucho mayor cuando toda la organización contribuye a apoyar el sistema de mantenimiento.

La idea es aplicar los conceptos a todos los departamentos y niveles de la empresa -ventas, compras, investigación, etcétera-, así como a todas las áreas administrativas. Es por lo anterior que en 1989 se adoptó la definición del TPM para toda la empresa. A continuación se abunda sobre ambas definiciones.

El TPM para el sector producción:

- ⇒ busca maximizar la eficiencia de los equipos (mejora de toda la eficiencia);
- ⇒ aspira a establecer un sistema total de mantenimiento productivo, diseñado para la vida completa del equipo;
- ⇒ opera en todas las áreas involucradas con los equipos, incluyendo la planeación y el área de mantenimiento;
- ⇒ está basado en la participación de todos los miembros, desde la alta gerencia hasta el personal en piso, y
- ⇒ lleva a cabo el mantenimiento productivo mediante la motivación gerencial, como son las actividades de pequeños grupos de trabajo.

El TPM en toda la empresa:

- 1) busca crear un sistema corporativo que maximice la eficiencia del sistema de producción (mejora de toda la eficiencia);
- 2) está basado en la participación de toda la gente, tomando desde la alta gerencia hasta los empleados en piso de los departamentos de producción, desarrollo y administrativo;
- 3) crea sistemas para prevenir la ocurrencia de todas las pérdidas de piso y se enfoca en el producto final (esto incluye sistemas para lograr cero accidentes, cero defectos y cero fallas para todo el ciclo de vida del sistema de producción), y
- 4) logra cero pérdidas mediante las actividades de grupos pequeños.

Hasta ahora se ha presentado a nivel informativo el panorama general de lo que significa e implica el TPM. Las ventajas que se pueden obtener a través de una implantación seria, robusta y sostenida son:

- ⇒ Mayor productividad,
- ⇒ Mejora en la calidad,
- ⇒ Reducción de costos,
- ⇒ Mejores tiempos de entrega,
- ⇒ Dimencionamiento adecuado de las plantillas de personal
- ⇒ Ambientes de trabajo seguros y agradables, y aumento en la moral.
- ⇒ Mejora de las condiciones ambientales
- ⇒ Se fomenta la cultura de prevención de eventos negativos para la Salud
- ⇒ Redes de comunicación eficaces

- ⇒ Incremento de la capacidad de identificación de problemas potenciales y de búsqueda de acciones correctivas.
- ⇒ Elimina pérdidas que afectan la productividad
- ⇒ Mejora la fiabilidad y disponibilidad de los equipos
- ⇒ Aumento en la capacidad de respuesta a los cambios del mercado
- ⇒ Reducción de inventarios

Es importante insistir en que para el éxito de un programa de TPM resulta vital el compromiso de todos, esto es, desde la alta gerencia hasta el personal en piso, lo cual requiere entender a la capacitación como una inversión y no como un gasto. Además, es preciso reflexionar sobre este tipo de mantenimiento como un sistema o proyecto necesario a mediano y largo plazos. Para ello se requiere que el personal esté bien informado de los objetivos de la empresa y que se valore su esfuerzo para que no se pierda el entusiasmo.

El funcionamiento del TPM es muy parecido al de la calidad total, en vista de que es un plan de acción para sanear la empresa en costos, seguridad, inversiones, organización y, por supuesto, calidad. En resumen, se trata de un sistema global de mantenimiento selectivo, cuya finalidad es obtener el máximo rendimiento.

6.5.2 La implementación del TPM

Existen 12 etapas para la implantación, preconizadas por el Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) y cuya secuencia debe ser estrictamente respetada:

1. La alta dirección decide aplicar el método TPM.
2. Todos los responsables hacen una visita por la empresa para que cada uno exprese su punto de vista, dudas e impresiones en cuanto a la implantación, con el objetivo de vencer las resistencias al cambio.
3. Se organiza la estructura del TPM, de tal manera que las iniciativas y acciones descendán y asciendan rápidamente a todos los niveles de la organización.
4. Se definen los planes de mejora a mediano y largo plazos.
5. Las siete etapas siguientes se organizan temporalmente (entre dos y tres años).
6. El programa se hace extensivo a todo el personal, y en él se especifican los objetivos a alcanzar y la planificación.
7. Se garantiza que estén disponibles todos los medios para mejorar el rendimiento del programa en las instalaciones piloto.
8. Los integrantes del área de producción toman a su cargo la vigilancia de su máquina a nivel de pieza, engrasado, etcétera. Es lo que se conoce como automantenimiento, el cual se realiza de modo progresivo. Esta etapa es la que más tiempo toma a lo largo de la implantación.
9. Paralelamente al paso anterior, el área de mantenimiento realiza la programación, la gestión de las intervenciones, los planes, etcétera.
10. Las instalaciones se convierten en "escuela" para formar al personal técnicamente en lo que se refiere a mantenimiento.
11. Se elabora un estudio de las repercusiones del automantenimiento en cuanto a costos, reducción de tiempos muertos, etcétera.
12. Se lleva a cabo tanto la retroalimentación como las mejoras al programa.

¿Qué se puede esperar con la implantación del Mantenimiento Productivo Total?

Obtener un conjunto de equipos productivos más eficaces, una reducción de las inversiones de los mismos tanto por mantenimiento, como por corrección y renovación, además de un incremento en la flexibilidad del sistema productivo.

¿Cuándo se verán resultados por haber implementado el TPM?

Cualquier implantación de alguna técnica, sistema, modelo o herramienta, lleva tiempo para lograr todos los beneficios que proponen y el TPM no es la excepción. Es un proceso lento y complejo en el que interviene el convencimiento del personal (indispensable en cualquier actividad de este tipo) y una fuerte capacitación para lograr que los operadores puedan realizar de forma adecuada el mantenimiento básico al equipo, entre otras cosas. Un tiempo considerable para obtener los resultados ofrecidos es de aproximadamente tres años desde los inicios de la puesta en marcha del sistema. Si embargo, a lo largo de los procesos de implementación se pueden observar mejoras, que si bien no son las idóneas, alientan la continuación del sistema hasta los resultados deseados.

Hay que considerar que el TPM, como todo sistema de calidad, entra en una etapa de mejora continua que no tiene un fin, por lo que se seguirán viendo resultados positivos durante todo el tiempo que el TPM sea utilizado apropiadamente.

El TPM no tiene el objetivo de que todos los operarios se conviertan en ingenieros de mantenimiento. Lo que pretende es que los operarios realicen actividades básicas de mantenimiento como puede ser la limpieza de los residuos que se quedan en los equipos por su uso o la lubricación de las partes que lo requieran. Adicionalmente, al estar el operario en contacto constante con el equipo, puede percatarse de aquellas situaciones anormales que se presentan en él y que pudieran restarle vida útil o incluso dañarlo y causar un paro en el flujo de producción.

Por tal motivo el TPM considera una capacitación a los operarios para que conozcan el funcionamiento óptimo de su equipo y las causas adversas que se pueden presentar, no para que el operario las repare, sino para que avise con oportunidad al especialista para su corrección. Estas situaciones anormales pueden ser vibraciones, ruidos, o desgaste de piezas, de las que quizá el operario desconozca la causa, pero que le harán notar que el equipo está operando fuera de sus condiciones normales de funcionamiento.

El TPM es un sistema que contempla los objetivos del JIT pero como consecuencia de la adecuada administración del mantenimiento, por lo que sería mejor iniciar con el JIT, lo que haría más fácil la implementación del TPM, llegando el momento de fusionarse ambos sistemas al estar buscando la mayor eficiencia del área de manufactura, ya que cada uno tiene sus características propias. Lo que no es recomendable es iniciar la implementación de ambos al mismo tiempo, ya que sería un proyecto muy ambicioso que podría convertirse en un fracaso, lo que conllevaría a una desacreditación de los beneficios de ambos sistemas, además de la consecuente pérdida de recursos invertidos.

6.5.3 Procesos fundamentales del TPM

Los procesos fundamentales también conocidos como "pilares se implantan siguiendo una metodología disciplinada, potente y efectiva se indican a continuación.

- ⇒ Mejoras enfocadas o Kobetsu Kaizen
- ⇒ Mantenimiento Autónomo o Jishu Hozen
- ⇒ Mantenimiento planificado o progresivo
- ⇒ Mantenimiento de calidad o Hinshitsu Hozen
- ⇒ Prevención de mantenimiento
- ⇒ Entrenamiento y desarrollo de habilidades de operación

Estos del TPM se deben combinar durante el proceso de implantación. Debe existir una cierta lógica para la implantación del TPM en la empresa y esta dependerá del grado de desarrollo que la compañía posea en su función productiva y de mantenimiento con relación a cada uno de los procesos fundamentales, véase figura 6.2.

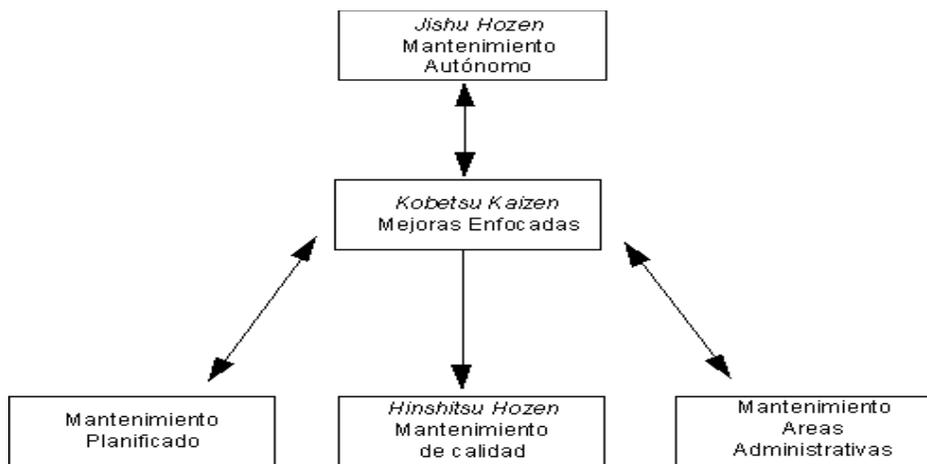


Figura 6.2 Procesos fundamentales del TPM

Por ejemplo, una cierta empresa proveedora del sector eléctrico ha decidido iniciar sus actividades TPM a través del Mantenimiento de Calidad (MC), ya que la planta es nueva y la tecnología que posee es muy moderna. Los equipos se han comprado recientemente, por lo tanto el grado de deterioro acumulado no es un problema en esta planta. Una planta antigua deberá iniciar sus actividades de TPM implantando el pilar Mejoras Enfocadas (ME) y seguramente el Mantenimiento Autónomo (MA) podrá contribuir también a mejorar el estado del equipo de la planta. En otras compañías donde se produce suciedad y polvo, seguramente será útil iniciar las actividades TPM a través del MA. Es necesario tener en cuenta que cada proceso fundamental posee una serie de pasos los cuales se pueden combinar para la implantación del TPM en la empresa. Por ejemplo, en una compañía de comestibles en su etapa inicial de TPM ha combinado las tres primeras etapas del MA con un fuerte trabajo en ME. Para el futuro ha previsto continuar sus actividades de autónomo con un plan de mejora del mantenimiento preventivo recordando que las ME no-solo se orientan a la eliminación de problemas de equipo. Estas tienen que ver con la eliminación de toda clase de pérdidas que afectan la Productividad Total Efectiva de los Equipos (PTEE) y Efectividad Global de Equipo (EGE).

6.6 Dirección por políticas (Hoshin Kanri)

La dirección por políticas (DPP) es un sistema que permite formular, desarrollar y ejecutar los planes de la empresa con la participación de todos los integrantes de la organización, se emplea para asegurar el crecimiento a largo plazo, prevenir la recurrencia de situaciones no deseadas en la planificación y de problemas de ejecución; se realiza en ciclos anuales y busca alcanzar las grandes mejoras aplicando las ideas y técnicas de control de calidad en el proceso de gestión de la empresa. En igual forma como en un proceso industrial se realizan actividades de “control de proceso”, la DPP realiza actividades de control de calidad en el proceso directivo, asegurando la mínima variabilidad en el logro de los resultados de todas las personas integrantes de la organización. La DPP permite coordinar las actividades de cada persona y equipo humano para el logro de los objetivos en forma efectiva, en igual forma como un director de una orquesta sinfónica logra la coordinación de todos los artistas para que la melodía sea perfecta para el auditorio. Este sistema de dirección permite organizar y dirigir la totalidad de actividades que promueve el TPM. Los aspectos clave de este sistema de dirección son:

- ⇒ Se orienta a aquellos sistemas que deben ser mejorados para el logro de los objetivos estratégicos. Por ejemplo, la eliminación sistemática de todo tipo de despilfarros que se presentan en el proceso productivo.
- ⇒ Participación y coordinación de todos los niveles y departamentos en la planificación, desarrollo y despliegue de los objetivos anuales y sus medios para alcanzarlos.
- ⇒ Planificación y ejecución fundamentada en hechos.
- ⇒ Formulación de metas y planes en cascada a través de toda la organización apoyándose en las verdaderas capacidades de la organización. Este sistema de compromiso funcional le da fuerza y vitalidad a procesos TPM fundamentados en la mejora continua.

La DPP es un sistema que permite planificar y ejecutar mejoras estratégicas del sistema productivo, cubriendo un amplio espectro de actividades: desde la identificación de las acciones más adecuadas que se deben realizar en la empresa, hasta las formas de asegurar que esas actividades son efectivamente implantadas. Se puede asumir que la DPP es la infraestructura que asegura que las actividades clave son realizadas correctamente y en el momento correcto. La DPP es el sistema de dirección que toma los objetivos estratégicos de la compañía y los traduce en actividades concretas que son ejecutadas en los diferentes niveles y áreas de la empresa. Es el puente entre el establecimiento de propósitos y objetivos estratégicos y la acción diaria para su logro. La DPP es el motor que impulse todo proyecto de transformación continua de una organización. Creemos que un proyecto TPM sin el motor de la DPP no se desarrollará con éxito.

6.6.1 Mejoras Enfocadas (Kobetsu Kaizen)

Las mejoras enfocadas son actividades que se desarrollan con la intervención de las diferentes áreas comprometidas en el proceso productivo, con el objeto maximizar la efectividad global de equipos, procesos y plantas; todo esto a través de un trabajo organizado en equipos interfuncionales, empleando metodología específica y concentrando su atención en la eliminación de los despilfarros que se presentan en las plantas industriales.

Se trata de desarrollar el proceso de mejora continua similar al existente en los procesos de Control Total de Calidad aplicando procedimientos y técnicas de mantenimiento.

Si una organización cuenta con actividades de mejora similares, simplemente podrá incorporar dentro de su proceso, Kaizen o mejora, nuevas herramientas desarrolladas en el entorno TPM. No deberá modificar su actual proceso de mejora que aplica actualmente. Las técnicas TPM ayudan a eliminar dramáticamente las averías de los equipos. El procedimiento seguido para realizar acciones de mejoras enfocadas sigue los pasos del conocido Ciclo Deming o PHVA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar). El desarrollo de las actividades Kobetsu Kaizen se realizan a través de los pasos mostrados en la figura 6.3

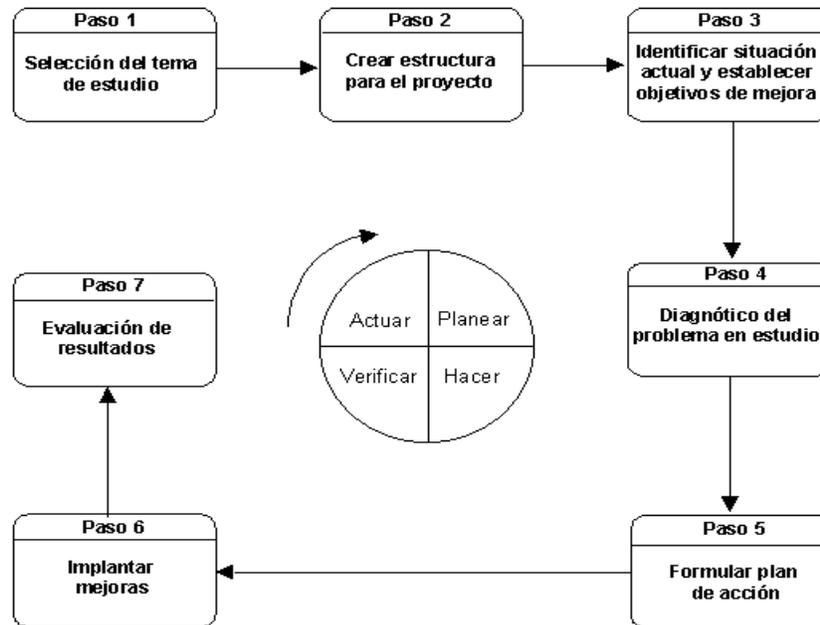


Figura 6.3 Ciclo Deming

Paso 1 – Selección del tema de estudio

El tema de estudio puede seleccionarse empleando diferentes criterios:

- ⇒ Objetivos superiores de la dirección industrial.
- ⇒ Problemas de calidad y entregas al cliente.
- ⇒ Criterios organizativos.
- ⇒ Relación con otros procesos de mejora continua
- ⇒ Mejoras significativas para construir capacidades competitivas desde la planta.
- ⇒ Factores innovadores y otros.

Paso 2 – Crear la estructura para el proyecto

La estructura frecuentemente utilizada es la del equipo interfuncional. En esta clase de equipos intervienen trabajadores de las diferentes áreas involucradas en el proceso productivo como supervisores, operadores, personal técnico de mantenimiento, compras o almacenes, proyectos, ingeniería de proceso y control de calidad. Es necesario recordar que uno de los grandes propósitos del TPM es la creación de fuertes estructuras interfuncionales participativas.

Se considera que un alto factor en el éxito de los proyectos de ME radica en una adecuada gestión del trabajo de los equipos; esto es, un buen plan de trabajo, seguimiento y control del avance, como también, la comunicación y respaldo motivacional por parte de la dirección superior.

Paso 3. Identificar la situación actual y formular objetivos

En este paso es necesario un análisis del problema en forma general y se identifican las pérdidas principales asociadas con el problema seleccionado. En esta fase se debe recoger o procesar la información sobre averías, fallos, reparaciones y otras estadísticas sobre las pérdidas por problemas de calidad, energía, análisis de capacidad de proceso y de los tiempos de operación para identificar los cuellos de botella, paradas, etc. Esta información se debe presentar en forma gráfica y Estratificada para facilitar su interpretación y el diagnóstico del problema. Una vez establecidos los temas de estudio es necesario formular objetivos que orienten el esfuerzo de mejora. Los objetivos deben contener los valores numéricos que se pretenden alcanzar con la realización del proyecto.

Paso 4: Diagnóstico del problema

Antes de utilizar técnicas analíticas para estudiar y solucionar el problema, se deben establecer y mantener las condiciones básicas que aseguren el funcionamiento apropiado del equipo. Estas condiciones básicas incluyen: limpieza, lubricación, chequeos de rutina, apriete de tuercas, etc. También es importante la eliminación completa de todas aquellas deficiencias y las causas del deterioro acelerado debido a fugas, escapes, contaminación, polvo, etc. Esto implica realizar actividades de mantenimiento autónomo en las áreas seleccionadas como piloto para la realización de las mejoras enfocadas. Las técnicas analíticas utilizadas con mayor frecuencia en el estudio de los problemas del equipamiento provienen del campo de la calidad. Debido a su facilidad y simplicidad tienen la posibilidad de ser utilizadas por la mayoría de los trabajadores de una planta.

Paso 5: Formular plan de acción

Una vez se han investigado y analizado las diferentes causas del problema, se establece un plan de acción para la eliminación de las causas críticas. Este plan debe incluir alternativas para las posibles acciones. A partir de estas propuestas se establecen las actividades y tareas específicas necesarias para lograr los objetivos formulados. Este plan debe incorporar acciones tanto para el personal especialista o miembros de soporte como ingeniería, proyectos, mantenimiento, etc., como también acciones que deben ser realizadas por los operadores del equipo y personal de apoyo rutinario de producción como maquinistas, empacadores, auxiliares, etc.

Paso 6: Implantar mejoras

Una vez planificadas las acciones con detalle se procede a implantarlas. Es importante durante la implantación de las acciones contar con la participación de todas las personas involucradas en el proyecto incluyendo el personal operativo. Las mejoras no deben ser impuestas ya que si se imponen por orden superior no contarán con un respaldo total del personal operativo involucrado. Cuando se pretenda mejorar los métodos de trabajo, se debe consultar y tener en cuenta las opiniones del personal que directa o indirectamente intervienen en el proceso.

Paso 7: Evaluar los resultados

Es muy importante que los resultados obtenidos en una mejora sean publicados en una cartelera o paneles, en toda la empresa lo cual ayudará a asegurar que cada área se beneficie de la experiencia de los grupos de mejora. El comité u oficina encargada de coordinar el TPM debe llevar un gráfico o cuadro el la cual se controlen todos los proyectos, y garantizar que todos los beneficios y mejoras se mantengan en el tiempo.

6.7 Visión tradicional de la división del trabajo en plantas industriales

Una de las principales características del TPM es el involucramiento y participación directa de la función de producción en actividades de mantenimiento. En numerosas fábricas es muy marcada la separación existente entre el personal de mantenimiento y producción. El departamento de mantenimiento se encarga de reparar y entregar el equipo para que la función productiva cumpla con su misión exclusiva de fabricar. Esta clase de organización industrial conduce a pérdidas de Efectividad Global de Producción (EGP), un pobre clima de trabajo, desmotivación y frecuentes enfrentamientos entre estas dos funciones.

La visión moderna del mantenimiento busca que exista un compromiso compartido entre las diferentes funciones industriales para la mejora de la productividad de la planta. En la medida en que se incorpora nueva tecnología en la construcción de los equipos productivos, los operarios de estos equipos deben tener un nivel técnico mayor, ya que deben conocer en profundidad su funcionamiento y colaborar en su mantenimiento. Son numerosas tareas que pueden realizarlas el operario, como limpiar, lubricar cuidar los aprietes, purgar las unidades neumáticas, verificar el estado de tensión de cadenas, observar el buen estado de sensores y fotocélulas, mantener el sitio de trabajo libre de elementos innecesarios, etc. Con esta contribución, el personal de mantenimiento podrá dedicar un mayor tiempo a mejorar las rutinas del mantenimiento preventivo y realizar verdaderos estudios de ingeniería de mantenimiento para mejorar el funcionamiento del equipo.

Otro problema frecuente es la categorización del personal de producción y mantenimiento. En una cierta empresa industrial es posible encontrar tantos grados de especialización que se requiere la intervención de tres o cuatro personas para retirar un conjunto motor-bomba del lugar de operación. El electricista desconecta el motor, el mecánico desmonta el conjunto y un tercero lo transporta al taller para su reparación. En esta organización, el aseo no es asumido por el operario de la sección, ya que este es un trabajo que debe ser realizado por personal con menor experiencia, preferiblemente del área de aseo que depende de servicios generales. Este tipo de situaciones hace que esta empresa no esté preparada adecuadamente para construir capacidades competitivas en su planta. No existe la posibilidad de mejorar el conocimiento sobre el comportamiento de los equipos, ya que la función de limpieza es transferida a operarios independientes de la operación y poco capacitados, creando riesgos, pérdida de conocimiento e ineficiencia. En varias plantas productivas existe otro problema que tiene que ver con los “celos” entre el personal de mantenimiento en relación con el posible aprendizaje que pueda alcanzar el operario. Se ha considerado que el operario solamente debe operar el equipo y cualquier intervención menor debe ser realizada por el personal de mantenimiento. Cuando el operario de producción pretende acercarse y conocer un poco más el equipo durante la intervención del mecánico, este lo invita a retirarse o no existe el interés de enseñarle, ya que considera que este debe ser un trabajo exclusivo del técnico en mantenimiento.

En una cierta planta un joven operario le pregunta a un mecánico experto: “como lograste repararlo?”, el mecánico le responde “es...un secreto profesional...”. Este tipo de actitudes no permiten lograr un mayor conocimiento sobre el equipo. Como resultado final el operario no intervendrá en futuras reparaciones, este se retirará del sitio de trabajo para realizar actividades personales no relacionadas con el trabajo.

Otro comportamiento que debemos corregir es el que se observa con el personal operario que no le interesa participar en los trabajos de mantenimiento y adquirir conocimiento profundo sobre el funcionamiento del equipamiento.

Cuando la intervención toma cierto tiempo, la supervisión asigna el personal a otras líneas o equipos no dejando un número reducido de operarios para que cooperen en la puesta en marcha del equipo y aprendan más sobre la maquinaria. Este comportamiento se ve reforzado por la creencia existente que no es posible que el operario cuente con una herramienta para realizar intervenciones menores. Estas solo son posibles con la intervención de los mecánicos. Existen actitudes del personal de mantenimiento dentro de las plantas de atribuir los problemas a las prácticas deficientes de los operarios y el personal de producción a los deficientes métodos empleados por mantenimiento.

Finalmente, ninguna de las funciones es responsable del problema. Estos comportamientos han llevado a que dentro de las plantas industriales no se promueva la necesidad de que el operario pueda conocer profundamente la maquinaria. Sin este conocimiento difícilmente podrán contribuir a identificar los problemas potenciales de los equipos. Esta situación se ve agravada con la falta de inducción y entrenamiento del personal cuando llega a la empresa. En estas circunstancias el MA es un pilar del TPM urgente de implantar en esta clase de empresas para transformar radicalmente la forma de actuar de las funciones industriales.

Cada persona debe contribuir a la realización del mantenimiento del equipo que opera. Las actividades de mantenimiento ligero o de cuidado básico deben asumirse como tareas de producción.

6.7.1 Desarrollo de trabajadores competentes en el manejo de los equipos

Cuando el operario ha recibido entrenamiento en aspectos técnicos de planta y conoce perfectamente el funcionamiento del equipo, este podrá realizar algunas reparaciones menores y corregir pequeñas deficiencias de los equipos. Esta capacitación le permitirá desarrollar habilidades para identificar rápidamente anomalías en el funcionamiento, evitando que en el futuro se transformen en averías importantes si no se les da un tratamiento oportuno. Los operarios deben estar formados para detectar tempranamente esta clase de anomalías y evitar la presencia de fallos en el equipo y problemas de calidad.

Un operario competente puede detectar prontamente esta clase de causas y corregirlas oportunamente. Esta debe ser la clase de operarios que las empresas deben desarrollar a través del MA. El MA implica un cambio cultural en la empresa, especialmente en el concepto: “yo fabrico y tu conservas el equipo”, en lugar de “yo cuido mi equipo”.

Para lograrlo es necesario incrementar el conocimiento que poseen los operarios para lograr un total dominio de los equipos. Esto implica desarrollar las siguientes capacidades en los operarios.

6.7.2 Creación de un lugar de trabajo grato y estimulante

El MA permite que el trabajo se realice en ambientes seguros, libres de ruido, contaminación y con los elementos de trabajo necesarios. El orden en el área, la ubicación adecuada de las herramientas, medios de seguridad y materiales de trabajo, traen como consecuencia la eliminación de esfuerzos innecesarios por parte del operario, menores desplazamientos con cargas pesadas, reducir los riesgos potenciales de accidente y una mayor comprensión sobre las causas potenciales de accidentes y averías en los equipos.

El MA estimula el empleo de estándares, hojas de verificación y evaluaciones permanentes sobre el estado del sitio de trabajo. Estas prácticas de trabajo crean en el personal operativo una actitud de respeto hacia los procedimientos, ya que ellos comprenden su utilidad y la necesidad de utilizarlos y mejorarlos. Estos beneficios son apreciados por el operario y estos deben hacer un esfuerzo para su conservación. El contenido humano del MA lo convierte en una estrategia poderosa de transformación continua de empresa. Sirve para adaptar permanentemente a la organización hacia las nuevas exigencias del mercado y para crear capacidades competitivas centradas en el conocimiento que las personas poseen sobre sus procesos.

Otro aspecto a destacar es la creación de un trabajo disciplinado y respetuoso de las normas y procedimientos. El TPM desarrollado por el JIPM estimula la creación de metodologías que sin ser inflexible o limiten la creatividad del individuo, hacen del trabajo diario en algo técnicamente bien elaborado y que se puede mejorar con la experiencia diaria.

6.7.3 Limpieza como medio de verificación del funcionamiento del equipo.

La falta de limpieza es una de las causas centrales de las averías de los equipos. La abrasión causada por la fricción de los componentes deterioran el estado funcional de las partes de las máquinas. Como consecuencia, se presentan pérdidas de precisión y estas conducen hacia la presencia de defectos de calidad de productos y paradas de equipos no programadas. Por lo tanto, cobra importancia el trabajo de mantenimiento que debe realizar el operario en la conservación de la limpieza y aseo en el mantenimiento autónomo.

Cuando se realizan actividades de MA el operario en un principio buscará dejar limpio el equipo y en orden. En un segundo nivel de pensamiento, el operario se preocupa no solamente por mantenerlo limpio, sino que tratará en identificar las causas de la suciedad, ya que esto implica un trabajo en algunas veces tedioso y que en lo posible se debe evitar identificando la causa profunda del polvo, contaminación o suciedad. De esta forma el trabajador podrá contribuir en la identificación de las causas de la suciedad y el mal estado del equipo.

Cuando el operario “toca” el equipo podrá identificar otra clase de anomalías como tornillos flojos, elementos sueltos o en mal estado, sitios con poco lubricante, tuberías taponadas, etc.

La limpieza como inspección se debe desarrollar siguiendo estándares de seguridad y empleando los medios adecuados previamente definidos, ya que de lo contrario, se pueden producir accidentes y pérdidas de tiempo innecesarias.

6.7.4 Empleo de controles visuales

Una de las formas de facilitar el trabajo de los operarios en las actividades de MA es mediante el empleo de controles visuales y estándares de fácil comprensión. Por ejemplo, la identificación de los puntos de lubricación de equipo con códigos de colores, facilitará al operario el empleo de las aceiteras del mismo color, evitando la aplicación de otro tipo de lubricante al requerido. Los sentidos de giro de los motores, brazos de máquinas, válvulas, sentido de flujo de tuberías, etc., se deben marcar con colores de fácil visualización, evitando deficientes montajes y accidentes en el momento de la puesta en marcha de un equipo. Otra clase de información visual útil para los operarios son los estándares de trabajo, aseo y lubricación. Estos estándares en las empresas practicantes del TPM son elaborados en gran tamaño y ubicados muy cerca de los sitios de trabajo para facilitar su lectura y utilización.

6.8 Aportes del TPM a la mejora de Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo que se practica en numerosas empresas presenta algunas limitaciones que el TPM viene a cubrir debido a que posee una mayor óptica o visión de los procesos de gestión preventiva de equipos y utiliza tres grandes estrategias:

1. Actividades para prevenir y corregir averías en equipos a través de rutinas diarias, periódicas y predictivas.
2. Actividades Kaizen orientadas a mejorar las características de los equipos.
3. Actividades Kaizen para mejorar la competencia administrativa y técnica de la función mantenimiento.

Si se comparan las dos estrategias anteriores sugeridas dentro del TPM con las prácticas habituales de mantenimiento planificado, observamos que existe una diferencia significativa en cuanto al alcance de sus actividades.

Algunas empresas han considerado que implantar un programa informático de gestión de mantenimiento les conducirá a resolver los problemas del mantenimiento preventivo. La verdad es que se mejorarán las acciones administrativas de mantenimiento, pero el efecto positivo en la disminución de las averías y fallos en el equipo se logrará con acciones adicionales como:

- ⇒ Utilización de la información para identificar y reducir los fallos frecuentes., Daily Managment Maintenance⁷ (DMM).
- ⇒ Utilización de información para el establecimiento de mejores tiempos de mantenimiento preventivo.
- ⇒ Implantar acciones Kaizen para practicar MM.
- ⇒ Implantar acciones de prevención de mantenimiento.
- ⇒ Implantar acciones para mejorar la competencia técnica de la función de mantenimiento.

- ⇒ Desarrollo de conceptos Kaizen en los aspectos relacionados con los métodos de trabajo y gestión de mantenimiento.
- ⇒ Participación integral de todo el personal relacionado con las operaciones de la empresa en las acciones de mantenimiento.

Seguramente que las anteriores estrategias sugeridas por TPM se constituyen en los mejores aportes al desarrollo del mantenimiento planificado. Sin embargo, desde el punto de vista del desarrollo de una organización, el TPM ha marcado una diferencia conceptual al lograr justificar y proponer acciones concretas para eliminar las barreras existentes entre los departamentos de producción y mantenimiento en cuanto al principio de responsabilidad por el cuidado y conservación de los equipos. Haber logrado involucrar todas las áreas de una industria para alcanzar los objetivos de productividad global, ha sido el mayor éxito de la práctica del TPM.

6.8.1 Etapas del mantenimiento progresivo.

El pilar MP sugerido por el JIPM se implanta en seis pasos. La visión general de estos pasos se muestra en la figura 6.4.

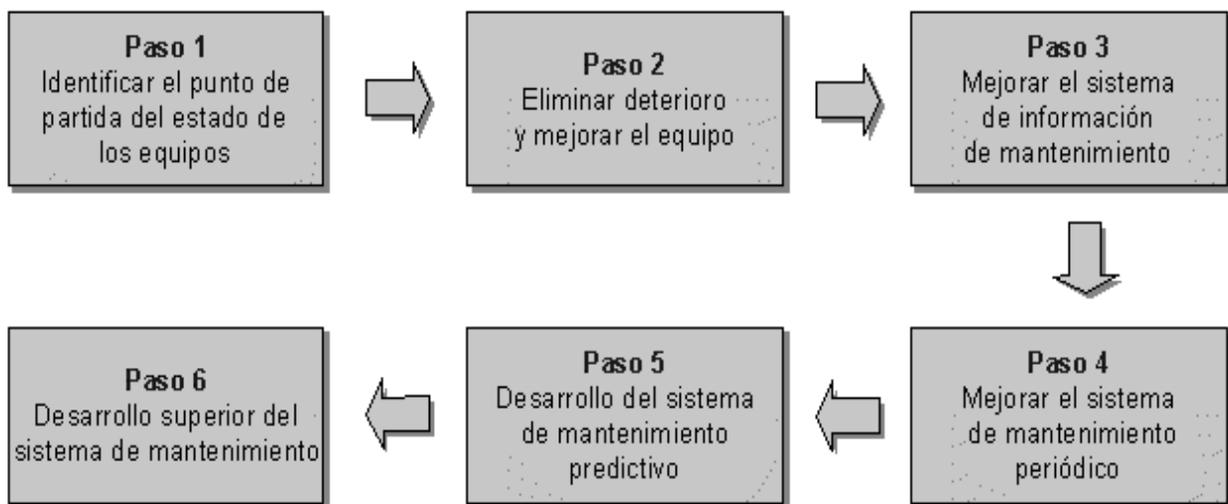


Figura 6.4 Etapas del mantenimiento progresivo

Paso 1. Identificar el punto de partida del estado de los equipos

Se relaciona con la necesidad de mejorar la información disponible sobre el equipo. Esta información permite crear la base histórica necesaria para diagnosticar los problemas del equipo. Algunas preguntas que nos podemos hacer para ver del grado de desarrollo son:

- ⇒ ¿Tenemos la información necesaria sobre equipos?
- ⇒ ¿Hemos identificado los criterios para calificar los equipos?
- ⇒ ¿Contamos con una lista priorizada de los equipos?
- ⇒ ¿Se han definido los tipos de fallos potenciales?
- ⇒ ¿Poseemos históricos de averías e intervenciones?

- ⇒ ¿Contamos con registros sobre MTBF para equipos y sistemas?
- ⇒ ¿Poseemos un sistema de costes de mantenimiento?
- ⇒ ¿Qué problemas tiene la función de mantenimiento?
- ⇒ ¿La calidad de servicio de mantenimiento es la adecuada?

Paso 2. Eliminar deterioro del equipamiento y mejorarlo

Trata de eliminar los problemas del equipo y desarrollar acciones que eviten la presencia de fallos similares en otros equipos idénticos priorizando lo siguiente:

- ⇒ Eliminar averías en forma radical aplicando métodos de
- ⇒ Mejora continua.
- ⇒ Eliminar fallos de proceso
- ⇒ Mejorar el manejo de la información estadística para el diagnóstico de fallos y averías.
- ⇒ Implantar acciones para evitar la recurrencia de fallos.
- ⇒ Aplicación del ciclo DMM (Daily Management Maintenance)

Paso 3. Mejorar el sistema de información para la gestión

Busca que se mejore el sistema de información para la gestión de mantenimiento. Es frecuente entender que en este paso se debe introducir un programa informático o mejorar el actual. Sin embargo, en esta etapa es fundamental crear modelos de sistemas de información de los fallos y averías para su eliminación, antes de implantar un sistema de gestión de mantenimiento de equipos contentando las siguientes preguntas.

- ⇒ ¿El diseño de la base de datos de mantenimiento es la adecuada?
- ⇒ ¿Tenemos información necesaria sobre fallos, averías, causas e intervenciones?
- ⇒ ¿El conocimiento en mantenimiento se conserva?
- ⇒ ¿Tenemos la información técnica del equipo?
- ⇒ ¿Contamos con un sistema de información que apoye la gestión de mantenimiento?
- ⇒ ¿El sistema de gestión de mantenimiento permite controlar todos los recursos de la función: piezas, planos, recambios?

Paso 4. Mejorar el sistema de mantenimiento periódico

Establece estándares de mantenimiento, realiza un trabajo de preparación para el mantenimiento periódico, crea flujos de trabajo, identifica equipos, piezas, elementos, define estrategias de mantenimiento y desarrollo de un sistema de gestión para las acciones de mantenimiento contratado.

- ⇒ Diseña estrategias de mantenimiento: criticidad, frecuencia, tipo de mantenimiento, etc.
- ⇒ Prepara estándares de mantenimiento: procedimientos, actividades, estándares, registro de información, etc.
- ⇒ Gestión de información del mantenimiento contratado.

Paso 5. Desarrollar un sistema de mantenimiento predictivo

Introduce tecnologías de mantenimiento basado en la condición y de carácter predictivo; diseña los flujos de trabajo, selección de tecnología, formación y aplicación en la planta.

- ⇒ Introducir tecnología para el diagnóstico de equipos.
- ⇒ Formación del personal sobre esta clase de tecnologías.
- ⇒ Preparar diagramas de flujo de procesos de predictivo
- ⇒ Identificar equipos y elementos iniciales para aplicar progresivamente las tecnologías de predictivo.
- ⇒ Mejorar la tecnología de diagnóstico: automatizar la toma información, tele-transmisión y proceso vía Internet.

Paso 6. Desarrollo superior del sistema de mantenimiento

Desarrolla procesos Kaizen para la mejora del sistema de mantenimiento periódico establecido, desde los puntos de vista técnico, humano y organizativo.

- ⇒ Desarrollo de la tecnología de Ingeniería de Mantenimiento.
- ⇒ Evaluar económicamente sus beneficios.
- ⇒ Mejorar la tecnología estadística y de diagnóstico.
- ⇒ Explorar el empleo de tecnologías emergentes.

6.8.2 Mantenimiento de Calidad

Es un ME que tiene como propósito establecer las condiciones del equipo en un punto donde el "cero defectos" es factible. Las acciones del MC buscan verificar y medir las condiciones "cero defectos" regularmente, con el objeto de facilitar la operación de los equipos en la situación donde no se generen defectos de calidad.

Mantenimiento de Calidad no es...

- ⇒ Aplicar técnicas de control de calidad a las tareas de mantenimiento
- ⇒ Aplicar un sistema ISO a la función de mantenimiento
- ⇒ Utilizar técnicas de control estadístico de calidad al mantenimiento
- ⇒ Aplicar acciones de mejora continua a la función de mantenimiento

Mantenimiento de Calidad es...

- ⇒ Realizar acciones de mantenimiento orientadas al cuidado del equipo para que este no genere defectos de calidad
- ⇒ Prevenir defectos de calidad certificando que la maquinaria cumple las condiciones para "cero defectos" y que estas se encuentra dentro de los estándares técnicos.
- ⇒ Observar las variaciones de las características de los equipos para prevenir defectos y tomar acciones adelantándose a la situación de anormalidad potencial.
- ⇒ Realizar estudios de ingeniería del equipo para identificar los elementos del equipo que tienen una alta incidencia en las características de calidad del producto final, realizar el control de estos elementos de la máquina e intervenir estos elementos.

Principios del Mantenimiento de Calidad

Los principios en que se fundamenta el MC son:

- 1) Clasificación de los defectos e identificación de las circunstancias en que se presentan, frecuencia y efectos.
- 2) Realizar un análisis PM para identificar los factores del equipo que generan los defectos de calidad.

- 3) Establecer valores estándar para las características de los factores del equipo y valorar los resultados a través de un proceso de medición.
- 4) Establecer un sistema de inspección periódico de las características críticas.
- 5) Preparar matrices de mantenimiento y valorar periódicamente los estándares.

6.8.2.1 Etapas del MC

Se han establecido nueve etapas para el desarrollo del MC. Estas se deben auditar y siguen las estrategias de prueba piloto, equipo modelo y transferencia del conocimiento utilizados en otros pilares TPM.

- ⇒ Etapa 1: Identificación de la situación actual del equipo.
- ⇒ Etapa 2: Investigación de la forma como se generan los defectos.
- ⇒ Etapa 3: Identificación y análisis de las condiciones 3M (Materiales, Máquina y Mano de obra).
- ⇒ Etapa 4: Estudiar las acciones correctivas para eliminar “fugas”.
- ⇒ Etapa 5: Analizar las condiciones del equipo para productos sin defectos y comparar los resultados.
- ⇒ Etapa 6: Realizar acciones Kaizen o de mejora de las condiciones 3M.
- ⇒ Etapa 7: Definir las condiciones y estándares de las 3M.
- ⇒ Etapa 8: Reforzar el método de inspección.
- ⇒ Etapa 9: Valorar los estándares utilizados.

6.9 Estrategias para la productividad

6.9.1 Estrategia de las 5 “s”- Conceptos fundamentales

Se llama estrategia de las 5 “s” porque representan acciones que son principios expresados con cinco palabras japonesas que comienzan con “s”. Cada palabra tiene un significado importante para la creación de un lugar digno y seguro donde trabajar. Estas cinco palabras son:

- | | |
|-----------------------|--------------------------------------|
| ⇒ Clasificar. (Seiri) | ⇒ Limpieza Estandarizada. (Seiketsu) |
| ⇒ Orden. (Seiton) | ⇒ Disciplina.(Shitsuke) |
| ⇒ Limpieza. (Seiso) | |

Las cinco “s” son el fundamento del modelo de productividad industrial creado en Japón y hoy aplicado en empresas occidentales. No es que las 5 “s” sean características exclusivas de la cultura japonesa. Todos los no japoneses practican las cinco “s” en la vida personal y en numerosas oportunidades no se nota. Realizan el Seiri y Seiton cuando mantienen en lugares apropiados e identificados los elementos como herramientas, extintores, basura, toallas, libretas, reglas, llaves etc. Cuando el entorno de trabajo está desorganizado y sin limpieza pierde la eficiencia y la moral en el trabajo se reduce. Son poco frecuentes las fábricas, talleres y oficinas que aplican en forma estandarizada las cinco “s” en igual forma como se mantienen las cosas personales en forma diaria. Esto no debería ser así, ya que en el trabajo diario las rutinas de mantener el orden y la organización sirven para mejorar la eficiencia en el trabajo y la calidad de vida en aquel lugar donde se pasa más de la mitad de la vida. Realmente, si se hacen números es en el sitio de trabajo donde se dejan más horas de vida. Ante esto se debe cuestionar ¿vale la pena mantenerlo desordenado, sucio y poco organizado?

Es por esto que cobra importancia la aplicación de la estrategia de las 5 “s”. No se trata de una moda, un nuevo modelo de dirección o un proceso de implantación de algo japonés que “nada tiene que ver con nuestra cultura latina”. Simplemente, es un principio básico de mejorar la vida y hacer del sitio de trabajo un lugar donde valga la pena vivir plenamente. Y si con todo esto, además, se obtienen mejoras en la productividad y la de la empresa, ¿por que no lo hacerlo?

6.9.2 Necesidad de la Estrategia de la 5 “s”

La estrategia de las 5 “s” es un concepto sencillo que a menudo las personas no le dan la suficiente importancia, sin embargo, una fábrica limpia y segura permite orientar la empresa y los talleres de trabajo hacia las siguientes metas:

- ⇒ Dar respuesta a la necesidad de mejorar el ambiente de trabajo, eliminación de desperdicios producidos por el desorden, falta de aseo, fugas, contaminación, etc.
- ⇒ Buscar la reducción de pérdidas por la calidad, tiempo de respuesta y costes con la intervención del personal en el cuidado del sitio de trabajo e incremento de la moral por el trabajo.
- ⇒ Facilitar crear las condiciones para aumentar la vida útil de los equipos, gracias a la inspección permanente por parte de la persona quien opera la maquinaria.
- ⇒ Mejorar la estandarización y la disciplina en el cumplimiento de los estándares al tener el personal la posibilidad de participar en la elaboración de procedimientos de limpieza, lubricación y ajuste.
- ⇒ Hacer uso de elementos de control visual como tarjetas y tableros para mantener ordenados todos los elementos y herramientas que intervienen en el proceso productivo.
- ⇒ Conservar del sitio de trabajo mediante controles periódicos sobre las acciones de mantenimiento de las mejoras alcanzadas con la aplicación de las 5 “s”.
- ⇒ Reducir las causas potenciales de accidentes y se aumenta la conciencia de cuidado y conservación de los equipos y demás recursos de la compañía.

6.9.3 Paradigmas que Imposibilitan la Implantación de las 5 “s”

En una empresa han existido y existirán paradigmas que imposibilitan el pleno desarrollo de las 5 “s”. La estrategia de las 5 “s” requiere de un compromiso de la dirección para promover sus actividades, ejemplo por parte de los supervisores y apoyo permanente de los jefes de los sitios de trabajo. El apoyo de la dirección con su mirada atenta permanente de la actuación de sus colaboradores, el estímulo y reconocimiento es fundamental para perpetuar el proceso de mejora. La importancia que los encargados y supervisores le den a las acciones que deben realizar los operarios será clave para crear una cultura de orden, disciplina y progreso personal. Sin embargo, existen paradigmas habituales para que las 5“s” no se desarrollen con éxito en las empresas los que se detallan a continuación.

6.10 Paradigmas de la Dirección

Es necesario mantener los equipos sin parar

La dirección ante las presiones de entregar oportunamente y en cantidades suficientes los productos que se fabrican, no acepta fácilmente que en un puesto de trabajo es más productivo cuando se mantiene impecable, seguro, en orden y limpio. Se considera que la limpieza es una labor que consume tiempo productivo, pero no se aprecian los beneficios de esta de ayudar a eliminar las causas de averías como el polvo, lubricación en exceso y fuentes de contaminación.

Los trabajadores no cuidan el sitio... para que perder tiempo

La dirección considera que el aseo y limpieza es un problema exclusivo de los niveles operativos. Si los colaboradores no poseen los recursos o no se establecen metas para mejorar los métodos, será difícil que el operario tome la iniciativa. Es seguro que los trabajadores apreciarán los beneficios, ya que son ellos los que se ven afectados directamente por la falta de las 5 "s".

Hay numerosos pedidos urgentes para perder tiempo limpiando

Es frecuente que el orden y la limpieza se dejen de lado cuando hay que realizar un trabajo urgente. Es verdad que las prioridades de producción a veces presionan tanto que es necesario que otras actividades esperen, sin embargo, las actividades de las 5 "s" se deben ver como una inversión para lograr todos los pedidos del futuro y no solamente los puntuales requeridos para el momento.

Creo que el orden es el adecuado no tardemos tanto tiempo

Algunas personas consideran sólo los aspectos visibles y de estética de los equipos son suficientes. Las 5 "s" deben servir para lograr identificar problemas profundos en el equipo, ya que es el contacto del operario con la máquina la que permite identificar averías o problemas que se pueden transformar en graves fallos para el equipo. La limpieza se debe considerar como una primera etapa en la inspección de mantenimiento preventivo en la planta.

¡Contrate un trabajador inexperto para que realice la limpieza...sale más barato!

El trabajador que no sabe operar un equipo y que es contratado únicamente para realizar la limpieza, impide que el conocimiento sobre el estado del equipo sea aprovechado por la compañía y se pierda. El contacto cotidiano con la maquinaria ayuda a prevenir problemas, mejorar la información hacia los técnicos expertos de mantenimiento pesado y aumenta el conocimiento del operario sobre el comportamiento de los procesos.

Paradigma de los operarios

La aplicación de las 5 "S" tiene sus barreras en ciertos pensamientos de los operarios.

Me pagan para trabajar no para limpiar.

A veces, el personal acepta la suciedad como condición inevitable de su estación de trabajo. El trabajador no se da cuenta del efecto negativo que un puesto de trabajo sucio tiene sobre su propia seguridad, la calidad de su trabajo y la productividad de la empresa.

¡Llevo 10 años... Por qué debo limpiar?

El trabajador considera que es veterano y no debe limpiar, que esta es una tarea para personas con menor experiencia. Por el contrario, la experiencia le debe ayudar a comprender mejor sobre el efecto negativo de la suciedad y contaminación si control en el puesto de trabajo. Los trabajadores de producción asumen a veces que su trabajo es hacer cosas, no organizarlas y limpiarlas. Sin embargo, es una actitud que tiene que cambiar cuando los trabajadores empiezan a comprender la importancia del orden y la limpieza para mejorar la calidad, productividad y seguridad.

Necesitamos mas espacio para guardar todo lo que tenemos.

Esto sucede cuando al explicar las 5 "s" a los trabajadores, su primera reacción ante la necesidad de mejorar el orden es la pedir más espacio para guardar los elementos que tienen. El frecuente comentario es ".....jefe necesitamos un nuevo armario para guardar todo esto...." Es posible que al realizar la clasificación y el ordenamiento de los elementos considerados, sobre espacio en los actuales armarios y la mayoría de los elementos sean innecesarios.

No veo la necesidad de aplicar las 5 "s"

Puede ser muy difícil implantar las 5 "s" en empresas que son muy eficientes o muy limpias como en el caso de las fábricas de productos personales o farmacia. Sin embargo, no todo tiene que ver con la eliminación de polvo o contaminación. Las 5 "s" ayudan a mejorar el control visual de los equipos, modificar guardas que no dejan ver los mecanismos internos por guardas plásticas de seguridad que permitan la observación del funcionamiento de los equipos; o la aplicación de las 5 "s" en el cuidado de nuestras mesas de trabajo y escritorios...

6.11 Definiciones

6.11.1 ¿Qué es Seiri? (Seiri - Clasificar)

Seiri o clasificar significa eliminar del área de trabajo todos los elementos innecesarios y que no se requieren para realizar nuestra labor.

Frecuentemente nos "llenamos" de elementos, herramientas, cajas con productos, carros, útiles y elementos personales y nos cuesta trabajo pensar en la posibilidad de realizar el trabajo sin estos elementos. Buscamos tener al rededor elementos o componentes pensando que nos harán falta para nuestro próximo trabajo. Con este pensamiento creamos verdaderos stocks reducidos en proceso que molestan, quitan espacio y estorban. Estos elementos perjudican el control visual del trabajo, impiden la circulación por las áreas de trabajo, inducen a cometer errores en el manejo de materias primas y en numerosas oportunidades pueden generar accidentes en el trabajo.

La primera "s" de esta estrategia aporta métodos y recomendaciones para evitar la presencia de elementos innecesarios. El Seiri consiste en:

- ⇒ Separar en el sitio de trabajo las cosas que realmente sirven de las que no sirven.
- ⇒ Clasificar lo necesario de lo innecesario para el trabajo rutinario.
- ⇒ Mantener lo que necesitamos y eliminar lo excesivo
- ⇒ Separar los elementos empleados de acuerdo a su naturaleza, uso, seguridad y frecuencia de utilización con el objeto de facilitar la agilidad en el trabajo.
- ⇒ Organizar las herramientas en sitios donde los cambios se puedan realizar en el menor tiempo posible.
- ⇒ Eliminar elementos que afectan el funcionamiento de los equipos y que pueden conducir a averías.
- ⇒ Eliminar información innecesaria y que nos puede conducir a errores de interpretación o de actuación.

6.11.2 ¿Qué es Seiton? (Seiton - Ordenar)

Seiton consiste en organizar los elementos que se han clasificado como necesarios de modo que se puedan encontrar con facilidad. Aplicar Seiton en mantenimiento tiene que ver con la mejora de la visualización de los elementos de las máquinas e instalaciones industriales.

Una vez eliminando los elementos innecesarios, se define el lugar donde se deben ubicar aquellos que se necesitan con frecuencia, identificándolos para eliminar el tiempo de búsqueda y facilitar su retorno al sitio una vez utilizados (es el caso de la herramienta). Seiton permite:

- ⇒ Disponer de un sitio adecuado para cada elemento utilizado en el trabajo de rutina para facilitar su acceso y retorno al lugar.
- ⇒ Disponer de sitios identificados para ubicar elementos que se emplean con poca frecuencia.
- ⇒ Disponer de lugares para ubicar el material o elementos que no se usarán en el futuro.
- ⇒ En el caso de maquinaria, facilitar la identificación visual de los elementos de los equipos, sistemas de seguridad, alarmas, controles, sentidos de giro, etc.
- ⇒ Lograr que el equipo tenga protecciones visuales para facilitar su inspección autónoma y control de limpieza.
- ⇒ Identificar y marcar todos los sistemas auxiliares del proceso como tuberías, aire comprimido, combustibles.
- ⇒ Incrementar el conocimiento de los equipos por parte de los operadores de producción.

6.11.3 ¿Qué es Seiso? (Seiso - Limpiar)

Seiso significa eliminar el polvo y suciedad de todos los elementos de una fábrica. Desde el punto de vista del TPM, Seiso implica inspeccionar el equipo durante el proceso de limpieza. Se identifican problemas de escapes, averías, fallos o cualquier tipo de fugas. Esta palabra japonesa significa defecto o problema existente en el sistema productivo. La limpieza se relaciona estrechamente con el buen funcionamiento de los equipos y la habilidad para producir artículos de calidad. La limpieza implica no únicamente mantener los equipos dentro de una estética agradable permanentemente.

Seiso implica un pensamiento superior a limpiar. Exige que realicemos un trabajo creativo de identificación de las fuentes de suciedad y contaminación para tomar acciones de raíz para su eliminación, de lo contrario, sería imposible mantener limpio y en buen estado el área de trabajo. Se trata de evitar que la suciedad, el polvo, y las limaduras se acumulen en el lugar de trabajo. Para aplicar Seiso se debe...

- ⇒ Integrar la limpieza como parte del trabajo diario.
- ⇒ Asumirse la limpieza como una actividad de mantenimiento autónomo: "la limpieza es inspección"
- ⇒ Se debe abolir la distinción entre operario de proceso, operario de limpieza y técnico de mantenimiento.
- ⇒ El trabajo de limpieza como inspección genera conocimiento sobre el equipo. No se trata de una actividad simple que se pueda delegar en personas de menor calificación.
- ⇒ No se trata únicamente de eliminar la suciedad. Se debe elevar la acción de limpieza a la búsqueda de las fuentes de contaminación con el objeto de eliminar sus causas primarias

6.11.4 ¿Qué es Seiketsu? (Seiketsu - Estandarizar)

Seiketsu es la metodología que nos permite mantener los logros alcanzados con la aplicación de las tres primeras "s". Si no existe un proceso para conservar los logros, es posible que el lugar de trabajo nuevamente llegue a tener elementos innecesarios y se pierda la limpieza alcanzada con nuestras acciones.

Implica elaborar estándares de limpieza y de inspección para realizar acciones de autocontrol permanente, la filosofía debe ser “nosotros debemos preparar estándares para nosotros”. Cuando los estándares son impuestos, estos no se cumplen satisfactoriamente, en comparación con aquellos que se desarrollan gracias a un proceso de formación previo.

Desde décadas se conoce el principio escrito en numerosas compañías y que se debe cumplir cuando se finaliza un turno de trabajo: “Dejaremos el sitio de trabajo limpio como lo encontramos”. Este tipo de frases sin un correcto entrenamiento en estandarización y sin el espacio difícilmente será cumplido.

Seiketsu o estandarización pretende...

- ⇒ Mantener el estado de limpieza alcanzado con las tres primeras “s”
- ⇒ Enseñar al operario a realizar normas con el apoyo de la dirección y un adecuado entrenamiento.
- ⇒ Las normas deben contener los elementos necesarios para realizar el trabajo de limpieza, tiempo empleado, medidas de seguridad a tener en cuenta y procedimiento a seguir en caso de identificar algo anormal.
- ⇒ En lo posible se deben emplear fotografías de como se debe mantener el equipo y las zonas de cuidado.
- ⇒ El empleo de los estándares se debe auditar para verificar su cumplimiento.
- ⇒ Las normas de limpieza, lubricación y aprietes son la base del MA (Jishu Hozen).

6.11.5 ¿Qué es Shitsuke? (Shitsuke - Disciplina)

Shitsuke o Disciplina significa convertir en hábito el empleo y utilización de los métodos establecidos y estandarizados para la limpieza en el lugar de trabajo. Podremos obtener los beneficios alcanzados con las primeras “s” por largo tiempo si se logra crear un ambiente de respeto a las normas y estándares establecidos. Las cuatro “s” anteriores se pueden implantar sin dificultad si en los lugares de trabajo se mantiene la disciplina. Su aplicación garantiza que la seguridad será permanente, la productividad se mejore progresivamente y la calidad de los productos sea excelente. Involucra un desarrollo de la cultura del autocontrol dentro de la empresa. Si la dirección de la empresa estimula que cada uno de los integrantes que aplique el Ciclo Deming en cada una de las actividades diarias, es muy seguro que la práctica del Shitsuke no tendría ninguna dificultad. Es el Shitsuke el puente entre las 5 “s” y el concepto Kaizen o de MC. Los hábitos desarrollados con la práctica del ciclo PHVA se constituyen en un buen modelo para lograr que la disciplina sea un valor fundamental en la forma de realizar un trabajo.

Shitsuke implica..

- ⇒ El respeto de las normas y estándares establecidas para conservar el sitio de trabajo impecable.
- ⇒ Realizar un control personal y el respeto por las normas que regulan el funcionamiento de una organización.
- ⇒ Promover el hábito de autocontrolar o reflexionar sobre el nivel de cumplimiento de las normas establecidas.
- ⇒ Comprender la importancia del respeto por los demás y por las normas en las que el trabajador seguramente ha participado directa o indirectamente en su elaboración.
- ⇒ Mejorar el respeto de su propio ser y de los demás.

La metodología existente en las 5 “s” será útil para implantar con éxito las primeras etapas de mantenimiento autónomo. Se debe reconocer que los pasos de autónomo, especialmente los avanzados cubren aspectos adicionales no considerados por las 5 “s”, especialmente los relacionados con el mantenimiento preventivo.

La aplicación de mantenimiento autónomo en oficinas y áreas administrativas se podrá realizar aplicando las 5 “s”, ya que en estas áreas no es necesario realizar acciones de mantenimiento preventivo como en una fábrica.

6.12 Implantación de las 5 “s”

6.12.1 Como implantar Seiri - Clasificación

El propósito del Seiri o clasificar significa retirar de los puestos de trabajo todos los elementos que no son necesarios para las operaciones de producción o de oficina cotidianas. Los elementos necesarios se deben mantener cerca de la “acción”, mientras que los innecesarios se deben retirar del sitio o eliminar. La implantación del Seiri permite crear un entorno de trabajo en el que se evitan problemas de espacio, pérdida de tiempo, aumento de la seguridad y ahorro de energía. Al implantar Seiri se obtienen entre otros los siguientes beneficios:

- ⇒ Se mejora el control visual de los elementos de trabajo, materiales en proceso y producto final.
- ⇒ El flujo “suave” de los procesos se logra gracias al control visual.
- ⇒ La calidad del producto se mejora ya que los controles visuales ayudan a prevenir los defectos.
- ⇒ Se mejora el MTBF o tiempo medio entre fallos de los equipos.
- ⇒ Es más fácil identificar las áreas o sitios de trabajo con riesgo potencial de accidente laboral.
- ⇒ El personal de oficina puede mejorar la productividad en el uso del tiempo.

Al no aplicar el Seiri se pueden presentar algunos de los siguientes problemas:

- ⇒ La planta de producción y los talleres es insegura, se presentan mas accidentes, se pierde tiempo valioso para encontrar algún material y se dificulta el trabajo.
- ⇒ El producto en proceso o final en exceso, los cajones y armarios que se utilizan para guardar elementos innecesarios crean el efecto “jaula de canario” el cual impide la comunicación entre compañeros de trabajo.
- ⇒ En caso de una señal de alarma, las vías de emergencia al estar ocupadas con productos o materiales innecesarios, impide la salida rápida del personal.
- ⇒ Es necesario disponer de armarios y espacio medido en metros cuadrados para ubicar los materiales innecesarios. El coste financiero también se ve afectado por este motivo
- ⇒ Es más difícil de mantener bajo control el stock que se produce por productos defectuosos. El volumen existente de productos en proceso permite ocultar más fácilmente los stocks innecesarios.
- ⇒ El cumplimiento de los tiempos de entrega se pueden ver afectados debido a las pérdidas de tiempo al ser necesario mayor manipulación de los materiales y productos.

⇒ Tarjetas de colores intensos. Estas tarjetas se fabrican en papel de color fosforescente para facilitar su identificación a distancia. El color intenso sirve ayuda como mecanismos de control visual para informar que sigue presente el problema “denunciado”. Estas tarjetas contienen la siguiente información:

- ⇒ Nombre del elemento innecesario
- ⇒ Cantidad.
- ⇒ Porqué creemos que es innecesario
- ⇒ Área de procedencia del elemento innecesario
- ⇒ Posibles causas de su permanencia en el sitio
- ⇒ Plan de acción sugerido para su eliminación.

Es necesario preparar un informe donde se registre y se informe el avance de las acciones planificadas, como las que se han implantado y los beneficios aportados. El jefe del área debe preparar este documento y publicarlo en el tablón informativo sobre el avance del proceso 5 “s”.

Formato utilizado:

No.	Elemento	Plan y fecha para eliminarlo	Responsable (s)	Control: realizado, en proceso, sin acción

Fig. 6.5 Informe de avance del proceso de 5 “s”

6.12.2 Como implantar Seiton - Orden

La práctica del Seiton pretende ubicar los elementos necesarios en sitios donde se puedan encontrar fácilmente para su uso y nuevamente retornarlos al correspondiente sitio. Las metodologías utilizadas en Seiton facilitan su codificación, identificación y marcación de áreas para facilitar su conservación en un mismo sitio durante el tiempo y en perfectas condiciones. Desde el punto de vista de la aplicación del Seiton en un equipo, esta “s” tiene como propósito mejorar la identificación y marcación de los controles de la maquinaria de los sistemas y elementos críticos para mantenimiento y su conservación en buen estado.

En las oficinas, Seiton tiene como propósito facilitar los archivos y la búsqueda de documentos, mejorar el control visual de las carpetas y la eliminación de la pérdida de tiempo de acceso a la información. El orden en el disco rígido de una PC se puede mejorar si se aplican los conceptos Seiton al manejo de archivos.

El no aplicar el Seiton en el sitio de trabajo conduce a los siguientes problemas:

- ⇒ Incremento del número de movimientos innecesarios. El tiempo de acceso a un elemento para su utilización se incrementa.
- ⇒ Se puede perder el tiempo de varias personas que esperan los elementos que se están buscando para realizar un trabajo. No sabemos donde se encuentra el elemento y la persona que conoce su ubicación no se encuentra. Esto indica que falta una buena identificación de los elementos.
- ⇒ Un equipo sin identificar sus elementos (sentido de giro o movimiento de componentes) puede conducir a deficientes montajes, mal funcionamiento y errores graves al ser operado. El tiempo de lubricación se puede incrementar al no saber fácilmente el nivel de aceite requerido, tipo, cantidad y sitio de aplicación. Todo esto conduce a despilfarros de tiempo.
- ⇒ El desorden no permite controlar visualmente los stocks en proceso y de materiales de oficina.
- ⇒ Errores en la manipulación de productos. Se alimenta la máquina con materiales defectuosos no previstos para el tipo de proceso. Esto conduce a defectos, pérdida de tiempo, crisis del personal y un efecto final de pérdida de tiempo y dinero.
- ⇒ La falta de identificación de lugares inseguros o zonas del equipo de alto riesgo puede conducir a accidentes y pérdida de moral en el trabajo.

6.12.2.1 Implantación

La implantación del Seiton requiere la aplicación de métodos simples y desarrollados por los trabajadores. Los métodos más utilizados son los que se detallan a continuación.

1) Controles visuales.

Se utilizan para informar de una manera fácil los siguientes temas:

- ⇒ Sitio donde se encuentran los elementos.
- ⇒ Frecuencia de lubricación de un equipo, tipo de lubricante y sitio donde aplicarlo.
- ⇒ Estándares sugeridos para cada una de las actividades que se deben realizar en un equipo o proceso de trabajo.
- ⇒ Dónde ubicar el material en proceso, producto final y si existe, productos defectuosos.
- ⇒ Sitio donde deben ubicarse los elementos de aseo, limpieza y residuos clasificados.
- ⇒ Sentido de giro de motores.
- ⇒ Conexiones eléctricas.
- ⇒ Sentido de giro de botones de actuación, válvulas y actuadores.
- ⇒ Flujo del líquido en una tubería, marcación de esta, etc.
- ⇒ Franjas de operación de manómetros (estándares).
- ⇒ Dónde ubicar la calculadora, carpetas bolígrafos, lápices en el sitio de trabajo.

Los controles visuales están íntimamente relacionados con los procesos de estandarización. Un control visual es un estándar representado mediante un elemento gráfico o físico, de color o numérico y muy fácil de ver.

La estandarización se transforma en gráficos y estos se convierten en controles visuales. Cuando sucede esto, sólo hay un sitio para cada cosa, y podemos decir de modo inmediato si una operación particular está procediendo normal o anormalmente.

II) Mapa 5 "s":

Es un gráfico que muestra la ubicación de los elementos que se pretende ordenar en un área de la planta, permite mostrar donde ubicar el almacén de herramientas, elementos de seguridad, extintores de fuego, duchas para los ojos, pasillos de emergencia y vías rápidas de escape, armarios con documentos o elementos de la máquina, etc.

Los criterios o principios para encontrar las mejores localizaciones de herramientas y útiles son:

- ⇒ Localizar los elementos en el sitio de trabajo de acuerdo con su frecuencia de uso.
- ⇒ Los elementos usados con más frecuencia se colocan cerca del lugar de uso.
- ⇒ Los elementos de uso no frecuente se almacenan fuera del lugar de uso.
- ⇒ Si los elementos se utilizan juntos se almacenan juntos, y en la secuencia con que se usan.
- ⇒ Las herramientas se almacenan suspendidas de un resorte en posición al alcance de la mano, cuando se suelta recupera su posición inicial.
- ⇒ Los lugares de almacenamiento deben ser más grandes que las herramientas, para retirarlos y colocarlos con facilidad.
- ⇒ Eliminar la variedad de plantillas, herramientas y útiles que sirvan en múltiples funciones.
- ⇒ Almacenar las herramientas de acuerdo con su función o producto.
- ⇒ El almacenaje basado en la función consiste en almacenar juntas las herramientas que sirven funciones similares.
- ⇒ El almacenaje basado en productos consiste en almacenar juntas las herramientas que se usan en el mismo producto. Esto funciona mejor en la producción repetitiva.

III) Marcación de la ubicación.

Una vez que se ha decidido las mejores localizaciones, es necesario un modo para identificar estas localizaciones de forma que cada uno sepa donde están las cosas, y cuántas cosas de cada elemento hay en cada sitio. Para esto se pueden emplear:

- ⇒ Indicadores de ubicación.
- ⇒ Indicadores de cantidad.
- ⇒ Letreros y tarjetas.
- ⇒ Nombre de las áreas de trabajo.
- ⇒ Localización de stocks.
- ⇒ Lugar de almacenaje de equipos.
- ⇒ Procedimientos estándares.
- ⇒ Disposición de las máquinas.
- ⇒ Puntos de lubricación, limpieza y seguridad

IV) Guardas transparentes

Es posible que en equipos de producción se puedan realizar modificaciones para introducir protecciones de plástico de alto impacto transparentes, con el propósito de facilitar la observación de los mecanismos internos de los equipos. Este tipo de guardas permiten mantener el control de la limpieza y adquirir mayor conocimiento sobre el funcionamiento del equipo. No a todas las máquinas se les puede implantar este tipo de guardas, ya sea por la contaminación del proceso, restricciones de seguridad o especificaciones técnicas de los equipos.

Justo a estas guardas transparentes se pueden introducir mejoras al equipo como parte de la aplicación del Seiton y el paso dos del MA, ya que se debe buscar la mejora en la facilidad del acceso del trabajador a los lugares más difíciles para realizar la limpieza de un equipo en profundidad.

V) Codificación de colores

Se usa para señalar claramente las piezas, herramientas, conexiones, tipos de lubricantes y sitio donde se aplican. Por ejemplo, la grasea de color azul puede servir para aplicar un tipo especial de aceite en un punto del equipo marcado con color azul.

VI) Identificar los contornos

Se usan dibujos o plantillas de contornos para indicar la colocación de herramientas, partes de una máquina, elementos de aseo y limpieza, bolígrafos, grapadora, calculadora y otros elementos de oficina. En cajones de armarios se puede construir plantillas en espuma con la forma de los elementos que se guardan. Al observar y encontrar en la plantilla un lugar vacío, se podrá rápidamente saber cual es el elemento que hace falta.

Conclusión

El Seiton es una estrategia que agudiza el sentido de orden a través de la marcación y utilización de ayudas visuales. Estas ayudas sirven para estandarizar acciones y evitar despilfarros de tiempo, dinero, materiales y lo más importante, eliminar riesgos potenciales de accidentes del personal.

6.12.3 Como implantar Seiso - Limpieza

El proceso de implantación se debe apoyar en un fuerte programa de entrenamiento y suministro de los elementos necesarios para su realización, como también del tiempo requerido para su ejecución. A continuación se detallan los pasos a seguir para la implantación de Seiso.

I) Campaña o jornada de limpieza

Es muy frecuente que una empresa realice una campaña de orden y limpieza como un primer paso para implantar las 5 "s". En esta jornada se eliminan los elementos innecesarios y se limpia el equipo, pasillos, armarios, almacenes, etc. Esta clase de limpieza no se puede considerar un Seiso totalmente desarrollado, ya que se trata de un buen inicio y preparación para la práctica de la limpieza permanente. Esta jornada de limpieza ayuda a obtener un estándar de la forma como deben estar los equipos permanentemente. Las acciones Seiso deben ayudarnos a mantener el estándar alcanzado el día de la jornada inicial. Como evento motivacional ayuda a comprometer a la dirección y operarios en el proceso de implantación seguro de las 5 "s".

Esta jornada o campaña crea la motivación y sensibilización para iniciar el trabajo de mantenimiento de la limpieza y progresar a etapas superiores Seiso.

II) Planificar el mantenimiento de la limpieza

El encargado del área debe asignar un contenido de trabajo de limpieza en la planta. Si se trata de un equipo de gran tamaño o una línea compleja, será necesario dividirla y asignar responsabilidades por zona a cada trabajador. Esta asignación se debe registrar en un gráfico en el que se muestre la responsabilidad de cada persona.

III) Preparar el manual de limpieza

Es muy útil la elaboración de un manual de entrenamiento para limpieza. Este manual debe incluir además del gráfico de asignación de áreas, la forma de utilizar los elementos de limpieza, detergentes, jabones, aire, agua; como también, la frecuencia y tiempo medio establecido para esta labor. Las actividades de limpieza deben incluir la Inspección antes del comienzo de turnos, las actividades de limpieza que tienen lugar durante el trabajo, y las que se hacen al final del turno. Es importante establecer tiempos para estas actividades de modo que lleguen a formar parte natural del trabajo diario. Es frecuente en empresas que han avanzado significativamente en el desarrollo del pilar MA encontrar que estos estándares han sido preparados por los operarios, debido a que han recibido un entrenamiento especial sobre esta habilidad. El manual de limpieza debe incluir:

- ⇒ Propósitos de la limpieza.
- ⇒ Fotografía o gráfico del equipo donde se indique la asignación de zonas o partes del taller.
- ⇒ Mapa de seguridad del equipo indicando los puntos de riesgo que nos podemos encontrar durante el proceso de limpieza.
- ⇒ Fotografía del equipo humano que interviene en el cuidado de la sección.
- ⇒ Elementos de limpieza necesarios y de seguridad.
- ⇒ Diagrama de flujo a seguir.
- ⇒ Estándares para procedimientos de limpieza

IV) Preparar elementos para la limpieza

Aquí aplicamos el Seiton a los elementos de limpieza, almacenados en lugares fáciles de encontrar y devolver. El personal debe estar entrenado sobre el empleo y uso de estos elementos desde el punto de vista de la seguridad y conservación de estos.

V) Implantación de la limpieza.

Retirar polvo, aceite, grasa sobrante de los puntos de lubricación, asegurar la limpieza de la suciedad de las grietas del suelo, paredes, cajones, maquinaria, ventanas, etc., Es necesario remover capas de grasa y mugre depositadas sobre las guardas de los equipos, rescatar los colores de la pintura o del equipo oculta por el polvo.

Seiso implica retirar y limpiar profundamente la suciedad, desechos, polvo, óxido, limaduras de corte, arena, pintura y otras materias extrañas de todas las superficies. No hay que olvidar las cajas de control eléctrico, ya que allí se deposita polvo y no es frecuente por motivos de seguridad, abrir y observar el estado interior. Durante la limpieza es necesario tomar información sobre las áreas de acceso difícil, ya que en un futuro será necesario realizar acciones Kaizen o de mejora continua para su eliminación, facilitando las futuras limpiezas de rutina.

Se Debe insistir que la limpieza es un evento importante para aprender del equipo e identificar a través de la inspección las posibles mejoras que requiere el equipo. La información debe guardarse en fichas o listas para su posterior análisis y planificación de las acciones correctivas.

6.12.4 Como implantar Seiketsu - La limpieza estandarizada

Seiketsu es la etapa de conservar lo que se ha logrado aplicando estándares a la práctica de las tres primeras "s". Esta cuarta "s" está fuertemente relacionada con la creación de los hábitos para conservar el lugar de trabajo en perfectas condiciones.

Para mantener las condiciones de las tres primeras "s", cada operario debe conocer exactamente cuáles son sus responsabilidades sobre lo que tiene que hacer y cuándo, dónde y cómo hacerlo. Si no se asignan a las personas tareas claras relacionadas con sus lugares de trabajo, Seiri, Seiton y Seiso tendrán poco significado. Deben darse instrucciones sobre las tres "s" a cada persona sobre sus responsabilidades y acciones a cumplir en relación con los trabajos de limpieza y MA. Los estándares pueden ser preparados por los operarios, pero esto requiere una formación y práctica Kaizen para que progresivamente se vayan mejorando los tiempos de limpieza y métodos. Las ayudas que se emplean para la asignación de responsabilidades son:

- ⇒ Diagrama de distribución del trabajo de limpieza preparado en Seiso.
- ⇒ Manual de limpieza
- ⇒ Tablón de gestión visual donde se registra el avance de cada S implantada.
- ⇒ Programa de trabajo Kaizen para eliminar las áreas de difícil acceso, fuentes de contaminación y mejora de métodos de limpieza.

El estándar de limpieza del MA facilita el seguimiento de las acciones de limpieza, lubricación y control de los elementos de ajuste y fijación. Estos estándares ofrecen toda la información necesaria para realizar el trabajo. El mantenimiento de las condiciones debe ser una parte natural de los trabajos regulares de cada día.

6.12.5 Como implantar Shitsuke - Disciplina, Propósito

La práctica del Shitsuke pretende lograr el hábito de respetar y utilizar correctamente los procedimientos, estándares y controles previamente desarrollados. Un trabajador se disciplina así mismo para mantener "vivas" las 5 "s", ya que los beneficios y ventajas son significativas. Una empresa y sus directivos estimulan su práctica, ya que trae mejoras importantes en la productividad de los sistemas operativos y en la gestión. En lo que se refiere a la implantación de las 5 "s", la disciplina es importante porque sin ella, la implantación de las cuatro primeras "s" se deteriora rápidamente. Si los beneficios de la implantación de las primeras cuatro "s" se han mostrado, debe ser algo natural asumir la implantación de Shitsuke. La disciplina no es visible y no puede medirse a diferencia de la clasificación, Orden, Limpieza y Estandarización. Existe en la mente y en la voluntad de las personas y solo la conducta demuestra la presencia, sin embargo, se pueden crear condiciones que estimulen la práctica de la disciplina.

Visión compartida.

La teoría del aprendizaje en las organizaciones sugiere que para el desarrollo de una organización es fundamental que exista una convergencia entre la visión de una organización y la de sus empleados. Por lo tanto, es necesario que la dirección de la empresa considere la necesidad de liderar esta convergencia hacia el logro de metas comunes de prosperidad de las persona, clientes y organización. Sin esta identidad en objetivos será imposible de lograr crear el espacio de entrega y respeto a los estándares y buenas prácticas de trabajo.

Formación.

Con las 5 “s” no se trata de ordenar en un documento por mandato. Es necesario educar e introducir mediante el entrenamiento de “aprender haciendo” cada una de las 5 “s”. No se trata de construir “carteles” con frases, eslóganes y caricaturas divertidas como medio para sensibilizar al trabajador. Estas técnicas de marketing interno servirán puntualmente pero se agotan rápidamente. En alguna empresa fue necesario eliminar a través de acciones Seiri, los “carteles y anuncios” ya que eran innecesario y habían perdido su propósito debido a la costumbre.

Estos procesos de creación de cultura y hábitos buenos en el trabajo se logran preferiblemente con el ejemplo. No se le puede pedir a un mecánico de mantenimiento que tenga ordenada su caja de herramienta, si el jefe tiene descuidada su mesa de trabajo, desordenada y con muestras de tornillos, juntas, piezas y recambios que está pendiente de comprar.

Tiempo para aplicar las 5 “s”

Es frecuente que no se le asigne el tiempo por las presiones de producción y se dejen de realizar las acciones. Este tipo de comportamientos hacen perder credibilidad y los trabajadores crean que no es un programa serio y que falta el compromiso de la dirección. Es necesita tener el apoyo de la dirección para sus esfuerzos en lo que se refiere a recursos, tiempo, apoyo y reconocimiento de logros.

El papel de la dirección

Para crear las condiciones que promueven o favorecen la Implantación del Shitsuke la dirección tiene las siguientes responsabilidades:

- Educar al personal sobre los principios y técnicas de las 5 “s” y MA.
- Crear un equipo promotor o líder para la implantación en toda la planta.
- Asignar el tiempo para la práctica de las 5 “s” y MA.
- Suministrar los recursos para la implantación de las 5 “s”.
- Motivar y participar directamente en la promoción de sus actividades.
- Evaluar el progreso y evolución de la implantación en cada área de la empresa.

Participar en las auditorias de progresos semestrales o anuales

- Aplicar las 5 “s” en su trabajo.
- Enseñar con el ejemplo para evitar el cinismo.
- Demostrar su compromiso y el de la empresa para la implantación de las 5 “s”.

El papel de trabajadores

- Continuar aprendiendo más sobre la implantación de las 5 “s”.
- Asumir con entusiasmo la implantación de las 5 “s”.
- Colaborar en su difusión del conocimiento empleando las lecciones de un punto.
- Diseñar y respetar los estándares de conservación del lugar de trabajo.
- Realizar las auditorias de rutina establecidas.
- Pedir al jefe del área el apoyo o recursos que se necesitan para implantar las 5 “s”.
- Participar en la formulación de planes de mejora continua para eliminar problemas y defectos del equipo y áreas de trabajo.
- Participar activamente en la promoción de las 5 “s”.

6.13 5 “s” para la mejora de la seguridad

Para conseguir “cero accidentes” en una planta es necesario poner atención a los defectos menores y esta es la base del TPM. La filosofía implícita del TPM y de las 5 “s” consiste en “podar el césped”. Este modelo mental de actuación pretende eliminar todo tipo de defectos o fugas en un proceso productivo o planta industrial. No es posible garantizar la seguridad en el trabajo si no se logran eliminar todos los pequeños problemas.

Cuando cortamos el césped, es posible identificar las rocas ocultas que se encontraban cubiertas por la hierba alta. Estas rocas ocultas son problemas serios que permanecen escondidos. Cuando se aplican las 5 “s” en forma disciplinada logramos eliminar numerosas fuentes de problemas. Las plantas que no eliminan los pequeños problemas están más dispuestas a sufrir las pérdidas de la efectividad global. Estas pérdidas de productividad reducen el interés por el trabajo, se acumula la fatiga al tratar de mantener los mejores estándares de productividad, declina la atención y aparece el accidente. Los accidentes se producen por la combinación de tres factores:

- ⇒ Factores personales (acciones inseguras)
- ⇒ Factores de dirección (deficiencia en el management)
- ⇒ Factores mecánicos y de ambiente

Para lograr un mejor resultado en la aplicación de las 5S orientadas a la seguridad es recomendable identificar por separado los siguientes fugas o defectos de los equipos:

- ⇒ Áreas de difícil acceso
- ⇒ Fuentes de contaminación
- ⇒ Áreas potenciales de riesgo
- ⇒ Fallos en los equipos
- ⇒ Dudas o preguntas sobre el funcionamiento de los equipos

Algunas empresas utilizan tarjetas rojas o de otros colores para identificar estos problemas. Sin embargo, creemos que las listas de trabajo ayudan a mantener bajo control las acciones que se deben desarrollar para eliminar las fugas.

Contar con listas o tarjetas específicas para marcar o destacar las áreas de riesgo potencial ayuda a fortalecer la capacidad de observación de los problemas potenciales de seguridad. Mezclar los problemas de seguridad con los defectos de los equipos que no tienen que ver con la seguridad “ocultan” las acciones de seguridad, por este motivo, sugerimos diferenciar las tarjetas relacionadas con temas de seguridad o salud.

6.13.1 Retos en la transformación de la función de mantenimiento

Es necesario evolucionar la concepción del mantenimiento y proyectarlo a los nuevos escenarios competitivos. Los directivos y técnicos de mantenimiento tienen delante un reto importante que consiste en aprender un nuevo modelo de trabajo que le permita hacer frente a los nuevos desafíos futuros.

6.13.2 Crear una cultura de trabajo en equipo e involucrar a todo el personal

No es posible mejorar el funcionamiento integral de las plantas industriales si no se cuenta con la cooperación de todo el personal involucrado en las operaciones de la fábrica. Una de las constantes que aparece en las nuevas organizaciones industriales es su asociación a un mayor involucramiento de los trabajadores en las actividades de mejora e innovación. El involucramiento del personal, darle poder de decisión y crear una organización altamente eficiente, son expresiones en la misma dirección. El involucramiento del personal se puede estimular desde el mismo momento en que se formulan los objetivos, especialmente los de mejora. El principio fundamental para que exista compromiso es la participación. Uno de los instrumentos más analizados recientemente en los estudios de management es el poder de la conversación y el diálogo dentro de la empresa; los actos de conversación y el diálogo deben ayudar a fortalecer el compromiso con los objetivos de la empresa. El TPM aporta en sus diferentes procesos fundamentales una serie de instrumentos que facilitan la conversación. Los tableros de gestión de información visual empleados dentro de los pilares Kobetsu Kaizen y MA son muy útiles para estimular la conversación innovadora y creativa. Estos tableros presentan los resultados obtenidos en la planta en forma gráfica con el objeto de facilitar su interpretación y conversar sobre las acciones necesarias para mejorar las operaciones de la planta en forma diaria.

6.13.3 Desarrollo de nuevos modelos de mantenimiento fundamentados en el conocimiento.

Un nuevo modelo de dirección de mantenimiento debe poseer procesos muy sólidos para conservar el conocimiento y estimular el aprendizaje organizativo. Estos nuevos modelos deben apoyarse en una nueva cultura de conservación y transferencia del conocimiento. Esto implica desarrollar sistemas para el registro de experiencias adquiridas en las diferentes actividades que se realizan para el cuidado y conservación de equipos. Las funciones del mantenimiento de rutina utiliza metodologías donde los “datos” recogidos son interpretados y analizados, obteniendo como producto final, acciones que permiten mejorar la eficiencia de los equipos. Las enseñanzas de cada evento se deben conservar y transferir a los demás empleados de la fábrica, evitando la presencia de idénticos problemas en otras áreas de la fábrica o su repetición futura. Este tipo de actividades ayudan a mejorar significativamente las acciones de mantenimiento preventivo previstas.

6.13.4 Crear depósitos de conocimiento y facilitar su acceso

En las empresas que han desarrollado procesos de transformación de mantenimiento y que han visto la necesidad de "asegurar su conocimiento" han creado depósitos o almacenes de conocimiento. No es suficiente gestionar la información para la administración del mantenimiento. Es necesario conservar el saber que poseen las personas sobre el comportamiento de los equipos. Una alternativa de creación de estos depósitos es la de observar el conocimiento como una "cosa" o entidad separada de las personas que lo crean y lo utilizan. El objetivo es el de recoger documentos llenos de conocimiento -como informes técnicos, estudios de fallos, artículos técnicos, presentaciones, etc.- y almacenarlos donde puedan ser recuperados con facilidad para su uso. Algunas empresas han invertido en ayudas informáticas para conservar el conocimiento como proyectos de inteligencia artificial y redes neuronales aplicadas al diagnóstico de equipos industriales. Otra forma menos estructurada de conservar el conocimiento es el empleo de bases de datos de conversaciones, donde los participantes guardan su propia experiencia de intervenciones en equipos o sobre un tema técnico concreto. Las empresas han visto en la tecnología Lotus Framework la posibilidad de conservar estos conocimientos y compartirlos con el número mayor posible de personas.

6.13.5 Fomentar el ambiente propicio para los conocimientos

Otro elemento a tener en cuenta en un plan de acción para transformar el área de mantenimiento consiste en promover un ambiente donde se estimule la creación, transmisión y utilización del conocimiento en forma eficaz. Varias empresas están inmersas en desarrollar maneras para cambiar las normas y valores relativos al conocimiento. Algunas organizaciones han incorporado dentro de sus objetivos estratégicos nuevos valores relacionados con la necesidad de conservar, registrar, compartir el conocimiento. Una vez formulados los propósitos estratégicos, han procedido a difundir los principios de gestión del conocimiento y han asignado recursos para el inicio de algunos proyectos, siendo el de conservar el conocimiento el más utilizado. Algunas de las prácticas más habituales empleadas son: digitalización de planos, sistematización de información técnica, elaboración de manuales de procedimientos, preparación de inventarios de conocimientos, etc. En la medida en que los individuos de una organización tengan muy arraigada la cultura de no compartir el conocimiento, cualquier programa de cambio que exija romper con ella implicará mayores dificultades si no existe una capacidad de desaprender los viejos modelos existentes.

6.13.6 Aprender mediante el análisis y solución de problemas.

El aprendizaje se inicia con las acciones individuales y a este se le conoce como "tácito" creado a través del tiempo y mediante la acumulación de las experiencias vividas. Este conocimiento se puede transferir a la organización mediante procesos de "socialización" para que esta se beneficie del aporte de todos los individuos. El aprendizaje se define como la adquisición de conocimientos o habilidades. Esta definición hace referencia a dos tipos de significados: a la adquisición de habilidades, que implica la capacidad física para producir una acción y la adquisición de conocimientos, que supone la capacidad de articular un entendimiento conceptual de una experiencia. En especial el proceso Kobetsu Kaizen del TPM le ayuda al personal a desarrollar una mayor capacidad de análisis, ya que posee metodologías científicas para identificar las causas profundas de las averías. Por ejemplo, la aplicación sistemática de la técnica Porque-Porque permite crear una nueva actitud ante los fallos de los equipos.

Se estudian y conocen las causas profundas de los problemas y estos se confirman directamente sobre la máquina. Esta forma de trabajo probando las hipótesis o supuestos evita la especulación muy frecuente dentro del personal técnico. Ayuda a incrementar el saber cuando se reflexiona sobre los posibles fenómenos que produjeron la avería y su posterior verificación en el sitio.

6.14 Implantación del TPM:

Una de las claves para la puesta en marcha del TPM en forma exitosa es que la dirección comunique el motivo del cambio estratégico que se inicia en los centros productivos con tanta claridad y en una forma que logre el interés en un principio y un compromiso total en todos los niveles para llevar a cabo esta estrategia. Se debe crear el suficiente entusiasmo para lograr que la puesta en práctica del TPM sea una verdadera cruzada contra todo lo que sea despilfarro en la organización. Sin embargo, no existe o es imposible contar con un menú de trayectorias para implantar con éxito la estrategia TPM en compañías occidentales. Los pasos sugeridos por el JIPM deben ser tomados como pautas concretas para abordar el trabajo. **La implantación del TPM en empresas con carácter latino es la menos estudiada**; la mejor evidencia de lo que se debe hacer o no se debe hacer proviene de las experiencias reportadas y de las lecciones aprendidas por los directivos y de las compañías. A continuación no pretendo presentar una lista de verificación, sino resumir algunos de los puntos que se deben tener en cuenta en la reflexión para el inicio de una estrategia como TPM.

- ⇒ Diseñar una organización con los componentes, capacidades y recursos para llevar a cabo la estrategia. El equipo directivo de un centro productivo forma el comité TPM. Cada directivo o pequeños grupos de directivos constituyen el equipo líder de cada pilar TPM. El objetivo consiste en involucrar a todos los directivos en la dirección de las acciones TPM. La coordinación de estos equipos la realiza la dirección superior del centro productivo. El segundo elemento organizativo es la coordinación. No es aconsejable asignar el proyecto a una sola persona de la empresa, especialmente con la interpretación de “responsable”. Esta figura de un diseño organizativo deficiente puede conducir a dificultades en la realización de la estrategia TPM. Una tercera figura organizativa son los equipos de trabajo a nivel operativo. Estos equipos son los responsables de ejecutar numerosas acciones TPM.
- ⇒ Asignar presupuestos para el desarrollo de la estrategia TPM. Implantar TPM implica realizar acciones que requieren inversiones. Es posible que la más significativa tiene que ver con la recuperación del deterioro acumulado de los equipos de las instalaciones industriales. Si se pretende mejorar el nivel de productividad de una planta, es necesario mejorar la gestión de los equipos, mejorar el mantenimiento preventivo y esto exige inversiones que se recuperarán posteriormente con los mejores niveles de productividad y utilización de los equipos. Otro factor es la formación técnica de los niveles operativos y la mejora de la capacidad de gestión de los mandos medios y encargados.
- ⇒ Establecer políticas y procedimientos que respalden la implantación del TPM. Las acciones TPM requieren de un sistema de gestión que estimule la mejora continua y la responsabilidad de los integrantes de la organización por los procesos productivos. Es necesario establecer las “reglas del juego” como objetivos específicos, índices de gestión, sistemas de control de las rutinas y todo aquello que ayude a mejorar el management de las operaciones industriales.
- ⇒ El modelo de control es fundamental. Es necesario implicar a toda la organización en las acciones de “autocontrol”; un buen diseño de sistemas de control de una estrategia TPM debe contemplar la utilización de mecanismos de gestión visual, auditorias de progreso por etapa

en cada uno de los pilares y la aplicación permanente del Ciclo Deming como principio de las acciones de mejora permanente.

- ⇒ Desarrollar sistemas de comunicación eficaces que permitan que el personal de la compañía pueda realizar su trabajo “alineado” a los objetivos de la empresa. El TPM se apoya en modelos de comunicación informales como encuentros, jornadas internas, comunicación visual entre otros, como medios para mantener el entusiasmo de los trabajadores con los objetivos establecidos. Un buen ejemplo son las reuniones de trabajadores en los empalmes de turnos en una fábrica para comentar logros, plan de trabajo de acciones TPM y problemas rutinarios. El sistema de dirección conocido como DPP será de gran ayuda para lograr una base excelente de comunicación funcional e interfuncional.
- ⇒ Cerrar el ciclo de gestión con la evaluación del desempeño, reconocimiento y programas de motivación. Es necesario reconocer los logros, siguiendo los mecanismos actuales o nuevos diseñados específicamente para el TPM. Una buena ejecución de las acciones TPM deben tener un reconocimiento por parte de la dirección y de todos los integrantes de la empresa. Es necesario contar con un plan específico para este punto.
- ⇒ Crear un ambiente de trabajo participativo y de capacidad para resolver problemas en forma autónoma. Una cultura de “creer en la capacidad del trabajador” ayudará a introducir acciones autónomas presentes en el TPM como en el MA. Esto exige que la dirección promueva la formación permanente del trabajador y la asignación gradual de responsabilidades mayores. El directivo debe mejorar su capacidad de asumir riesgo controlado, ya que la urgencia de controlar todas las acciones, ya sea por desconfianza o estilo de gestión, imposibilita el desarrollo de nuevas capacidades latentes en el trabajador. Otro aspecto a tener en cuenta en los factores culturales es la necesidad de ir eliminando progresivamente la interpretación existente en las empresa de la división del trabajo entre mantenimiento y producción. El viejo principio “yo opero y tu reparas” es necesario erradicarlo de una empresa industrial. Esta es una responsabilidad de los líderes de las diferentes áreas funcionales.

Ejercer liderazgo para impulsar la puesta en práctica. La continua comunicación personal de los líderes con los integrantes de los equipos, la energía permanente de valorar avances, las señales coherentes que se envían a los niveles operativos son fundamentales para mantener el entusiasmo en las personas. Es necesario comprender la existencia de la estrategia dual un directivo: **debe dirigir**, esto es, lograr los objetivos de la empresa y también, **debe liderar** o transformar la empresa simultáneamente. Existen numerosos directivos que logran resultados cada año, sin embargo, no logran renovar la capacidad competitiva de la empresa. Para el éxito del TPM se requiere una alta dosis de aplicación de esta estrategia dual de líder y directivo

6.14.1 Resistencia al cambio en las empresas

La mayoría de las empresas que desean dar un cambio en la estructuración industrial y/o sistemática, tienen grandes problemas con sus empleados; los cuales se resisten a este cambio. Esta resistencia conlleva a que el cambio sea lento, demorado y muchas veces con pocos resultados.

Decidí incluir este tema en mi trabajo debido a que no es nuevo el hecho de que todo tipo de cambio a implementar genera “miedo”, y por sobre todas las cosas es un tema que en la actualidad viven muchas empresas.

En este momento hay muchas empresas que viven este “problema”, y por este motivo investigué en libros y artículos publicados referentes a este tema. Me surgieron preguntas como ser ¿por qué el cambio genera cambio en la actitud de las personas?, ¿Por qué del rechazo?. Ya que de algún modo este cambio nos beneficia, nos favorece y facilita las tareas dentro de la empresa.

6.14.2 Descripción

Las crisis, problemas de mercado y la tendencia de los precios han obligado a las empresas a tener nuevos y mejores enfoques en sus niveles administrativos, esto lleva a que sus directivos busquen mejores tecnologías que ayuden a mejorar el rendimiento de sus empleados; todo esto con ayuda de estrategias de calidad y mejoramiento continuo.

Todos estos esfuerzos tienen un objetivo común: implantar cambios conduciendo los negocios a un ambiente desafiante y mercados altamente competitivos.

Las empresas buscan un mejor rendimiento por medio de consultores y asesores, los cuales concentran su mayor atención en las posibles fallas que ésta presenta; luego por medio de reuniones indican su estado, pero muchas veces concentran sus discursos en contenidos que por momentos se tornan triviales y repetitivos, trayendo como consecuencia el desencanto de los empleados, en los intentos por mejorar la gestión.

A partir de este momento empiezan a surgir comentarios, rumores de lo que pasa en la compañía; y por este motivo nos podemos dar cuenta que la raíz del problema es común: la visión de la gerencia y la de los empleados cambia de distinta forma (diferentes formas de ver la situación). La empresa espera de sus empleados:

⇒ Entusiasmo
⇒ Colaboración

⇒ Actitud
⇒ Motivación

⇒ Aceptación
⇒ Compromiso

6.14.3 Formulación

- ⇒ El entusiasmo hace parte de este problema (Resistencia al Cambio)?
- ⇒ Se colabora para que el cambio se realice satisfactoriamente ?
- ⇒ La actitud que se tiene frente a este cambio es la más adecuada?
- ⇒ La motivación entre jefes y compañeros dentro de la empresa se siente?
- ⇒ La aceptación de los empleados contribuyen a que el cambio se realice bien?
- ⇒ Que compromiso que tomaste con la empresa en este cambio ?

6.14.4 Teorías del problema

Hacia los últimos años se ha visto que las empresas quieren ser las mejores, para ello buscan la forma de aumentar su producción, de ser más competitivos, de llenar las expectativas del mercado, satisfacer al cliente.

Por todas estas causas hacen mejoras en la fábrica, para obtener mejor producción; implantar nuevas aplicaciones, las cuales hacen más rápida y eficiente la información. Para que todo esto funcione bien, buscan la asesoría de consultores externos, los cuales evalúan el rendimiento no solo del personal, sino las herramientas que se utilizan.

Todo esto hace que los empleados se vuelvan “reservados, agresivos”, ya que creen que toda esta mejora por la empresa va en contra de ellos.

(1) “Es como si la compañía estuviese siendo sometida a cinco procedimientos médicos al mismo tiempo”. Es análogo a pensar: “Una persona está a cargo del tratamiento de conductos, alguien más arregla el pie fracturado, otra trabaja en el hombro dislocado y otra más se ocupa del cálculo biliar. Cada una de las operaciones es un éxito, pero el paciente muere de shock”.

(1) Harvard Business Review, Dirección ejecutiva (El arte del equilibrio por Jeanie Daniel Duck).

Muchas veces las directivas tienen “gran culpa” de que los empleados se resistan al cambio, ya que los anuncios que hacen dejan mucho que pensar. El presidente anuncia: “Tenemos que hacer algunos cambios, los cuales incluyen la eliminación de procesos que se hacen repetitivos; para ello necesitamos toda su colaboración”.

Esto hace que los empleados se prevengan y corran rumores, como: “Si van a eliminar procesos, ¿Qué ocurrirá con los empleados que los ejecutan?”. Por este motivo se vuelven agresivos, reacios a dar cualquier tipo de información y muchas veces descuidan sus labores ó por el contrario se esmeran por hacerlas mejor.

Los empleados actúan como enemigos, ya que por salvarse de regaños o sanciones por labores mal hechas, le asignan la culpa a sus compañeros, para demostrar su “eficiencia”.

Los empleados no encuentran trato diferencial entre quienes mejoran y los que permanecen igual o peor ante el cambio. Es difícil efectuar reuniones cuando los integrantes no se sienten relacionados, partícipes y responsables.

6.14.5 Encuesta

Se podrían hacer encuestas para evaluar el grado de colaboración de parte de los empleados.

Ejemplo:

Esta encuesta es de tipo personal, no necesita escribir su nombre; será completamente confidencial.

- 1) ¿Estas a gusto con las labores que realizas en tu cargo ?
- 2) ¿Te preocupa que las cosas que desempeñas sean cambiadas?
- 3) ¿Conoces algún cambio que se esté realizando en la empresa?, Cómo cuál?
- 4) ¿Crees que este cambio beneficie o favorezca a la empresa?
- 5) ¿Crees que tienes suficiente información sobre el cambio?, ¿Te gustaría tener más información sobre el tema?
- 6) ¿Cuáles crees que son los factores que influyen en el comportamiento del empleado?
- 7) ¿Cómo te sientes con respecto a este cambio?
- 8) ¿Estarías dispuesto a comprometerte con este cambio?
- 9) ¿Crees que tus aportes son importantes para él?
- 10) ¿Crees que se ha dado un buen tratamiento al manejo del cambio?
- 11) ¿Qué harías por la empresa?
- 12) ¿Estás motivado realmente para el cambio

6.15 Benchmarking y Mantenimiento de Clase Mundial

El benchmarking es un proceso sistemático continuo para evaluar productos, servicios y procesos del trabajo en las organizaciones de las que se reconoce que representan las mejores practicas con fines de mejora de la organización. La selección de los socios puede provenir de otros departamentos (interno), competidores directos, el sector industrial en general, o de cualquier empresa independiente del sector industrial que realiza la función o proceso que está bajo revisión mejor que la mayoría. Es como una metodología para la mejora continua, busca tanto los parámetros como los procesos para alcanzar estos parámetros. La metodología comienza con una comprensión total del desempeño de la planta anfitriona y aquellos procesos que son elementales para el éxito de la planta. Esto representará el alcance de lo que debe fijarse como referencia. En la administración del mantenimiento se hace la evaluación de 10 áreas y 3 o 4 de las áreas más críticas son candidatas para el ejercicio de benchmarking. Un equipo de trabajo formado por el personal de mantenimiento, ingeniería, materiales, compras, y operaciones examina lo siguiente:

1. Planeación a largo plazo e iniciativa de mejoras.
2. Organización y planeación de la fuerza laboral.
3. Planeación, programación y control del trabajo.
4. Compras almacenes y control de inventarios.
5. Mantenimiento preventivo y predictivo.
6. Medidas y estadística de desempeño.
7. Administración y sistemas de información
8. Ingeniería de confiabilidad.
9. Interfaz y comunicación de mantenimiento/producción
10. Administración y procesos productivos.

El benchmarking es como una boleta de calificaciones que mantiene a todos enterados del progreso de la compañía y de cuales áreas necesita mejorar. Existen tres tipos de ejercicios de benchmarking, los cuales son:

- ⇒ Interno: las firmas con plantas múltiples establecen estándares corporativos que deben acatarse por todas las locaciones y después se presenta en gráficas la manera en que dichos estándares se están cumpliendo.
- ⇒ Industrial: el desempeño de la compañía se mide contra el de otras compañías del mismo sector.
- ⇒ Mejores prácticas: el rendimiento se mide con el de otras compañías consideradas líderes de la industria independientemente del tipo de negocio.

Se sugiere que las empresas comiencen por evaluar su rendimiento interno para después salir a darse cuenta de lo que los demás están haciendo. Un programa de mantenimiento de clase mundial hace uso de las técnicas más modernas como son el análisis de fallas, análisis de causas fundamentales, métodos rutinarios para el monitoreo de vibraciones, análisis de funcionamiento de equipo, como análisis de lubricantes, termografía y análisis de tendencias mediante un historial del equipo y un sistema de expertos en diagnóstico. El mantenimiento de clase mundial puede lograrse mediante la adaptación a las circunstancias de las mejores prácticas en todas las áreas y mediante la aplicación de los factores clave del éxito de una operación individual.

CONCLUSIONES



El mantenimiento industrial hasta el momento había sido considerado e incluso sigue siendo en algunas empresas como el mal para poder producir, pero afortunadamente y gracias a los japoneses este tipo de mentalidades ha cambiado y los empresarios están empezando a ver de que manera pueden lograr que todas las actividades y elementos de sus empresas aporten algo para el crecimiento de la misma.

Si bien es cierto que todas las empresas son diferentes y sus problemas dependen del tipo de industria que se trate, del personal que labora en ella y hasta de la zona geográfica en que se encuentre ubicada, pero todas persiguen el mismo fin que es “ser cada día más productivas” para poder mantenerse y es por eso que en este trabajo se presentaron diferentes tipos y estrategias de mantenimiento con una breve explicación de sus características, ventajas y desventajas para que pueda ser de utilidad a cualquier empresario que no sepa que tipo de mantenimiento le convenga más.

La propuesta de esta tesis es hacia técnicas administrativas procedimientos y programación del mantenimiento más que ha cuestiones técnicas, por que es allí donde se necesita el conocimiento y la orientación. De nada serviría tener a los mejores técnicos del mundo a nuestros servicios si no somos capaces de organizar un plan y una programación adecuada del mantenimiento.

El TPM es un sistema que no requiere inversión (\$) y que puede ser aplicado no solo en las áreas productivas de las empresas, sino a las de servicio e incluso a las administrativas, y es por eso que después de desarrollar esta investigación lo considero el sistema más completo y que más puede aportar en las industrias del mundo.

Sin embargo el TPM es el producto de varios sistemas y filosofías de control de calidad y calida total llevadas a su punto más alto de evolución hasta ahora, por lo que para hacerlo funcionar requiere de un cambio de filosofía del común denominador del personal de las empresas de nuestro país. Solo teniendo al personal de la empresa motivado y con una gerencia productiva cuyo sistema esté atento a mejorar continuamente todos los aspectos relacionados con las “5M” (Materia prima, Mano de obra, Maquinaria y/o equipo, Mantenimiento, Mentalidad) se podrá llegar a un punto de “Cero Pérdidas”.

La motivación del personal es una cuestión que ha venido tomando auge en los últimos años y sobre todo en nuestro país es el tema al cual le falta mucho por desarrollar y por tal motivo representa la etapa más complicada y tardada para la implantación del TPM ya que en México el personal de las empresas difícilmente confía en el mismo, además de estar acostumbrados a “hacer como que trabajan para que la empresa haga como que las paga” y considerar que cualquier aportación o mejora a su trabajo es aumentar su explotación.

Pero cuando se logra que comprendan los beneficios mutuos de trabajar en equipo y aprender cada día más se logra una entrega y un entusiasmo que logra unos resultados sorprendentes.

La empresa para la cual laboro (Productos Mendoza S.A. de C.V.© ya hemos comenzado con la implantación de este sistema con unos resultados excelentes. El primer paso fue formar grupos voluntarios , que si bien se convoco a toda la planta (500 personas) al principio solo contábamos con 20 personas a las cuales se comenzó a capacitar y que posteriormente fueron motivando a los demás hasta que logramos que casi toda la planta estuviera involucrada y con ganas de aprender.

Parece mentira pero para poder iniciar con este proyecto primero se tuvo que motivar a un grupo de personas que estarían involucradas en este y otros proyectos más (ISO-9000) con un curso de liderazgo y lo que pude descubrir es que los niveles más altos del organigrama (gerencias y direcciones) son los que están más cerrados a la realidad, tal vez por que sus múltiples ocupaciones les impiden bajar a la planta y conocer a su gente y por lo mismo no saben lo que el personal de “abajo” es capaz de hacer con una guía adecuada.

En este momento seguimos con capacitación a las personas y es sorprendente descubrir las habilidades y cualidades de nuestro personal.

El TPM representa una serie de ventajas que para cualquier empresa no serían nada despreciables y además no requieren inversión, las cuales son:

- ⇒ Cambiar obreros pasivos a obreros participativos que cooperan y ayudan y que se forman el hábito de aportar y mejorar cada día algo nuevo a su trabajo y si es posible incluso a los demás.
- ⇒ Los rechazos por defectos disminuyen en un 80% ya que el obrero además de aprender a cuidar su máquina o equipo también aprende a hacer su trabajo con más calidad por que comprende el valor de lo que produce en lugar de verlo como simples piezas.
- ⇒ El impacto de la productividad es considerable pues al disminuir los rechazos se aprovecha más el material = más \$, el producir mejorando cada día representa una mayor eficiencia = más \$.
- ⇒ Se crea un ambiente de trabajo más cordial, agradable y cooperativo ya que se comprende que todos formamos parte de lo mismo y si sale adelante el beneficio es para todos.
- ⇒ El presente trabajo presenta toda una guía para la implementación de este sistema lo cual no quiere decir que solo esos puntos se deben abarcar, ya que el sistema puede llegar hasta donde se quiera y con las variantes que sean necesarias.

Por otra parte es una propuesta de interés académica para el beneficio de futuras generaciones dentro de la materia de sistemas productivos, ya que el temario de la misma incluye mantenimiento pero solo de los sistemas obsoletos y sería de gran ayuda para todos los estudiantes contar con información actual y que les servirá en su vida profesional.

Esta país donde nacimos, se encuentra falto de gente con la capacidad adecuada y es responsabilidad de nosotros los Universitarios, demostrar que siempre estamos dispuestos a afrontar cualquier desafío.

BIBLIOGRAFÍA



- ⇒ Bain David, *Productividad*, México Mc Graw Hill 1990
- ⇒ Baldin - L. Furlenetto - A. Roversi - F. Turco, *Manual de mantenimiento de Instalaciones Industriales*, Barcelona, Gustavo Gili S.A. 1982.
- ⇒ Barnes Ralph M. *Estudio de Movimientos y Tiempos*, España, Economía de la empresa.
- ⇒ Barnes Ralph M. *Manual de Métodos de Trabajo*, España, Aguilar S.A. Ediciones 1999.
- ⇒ Castanyer Figueras Francecs, *Como Mejorar la Productividad en el Taller*, Barcelona, Marcombo, Serie Productica, 2002.
- ⇒ Dounce Villa Nueva Enrique, *Administración del Mantenimiento*, México CECSA, 1992.
- ⇒ Dounce Villa Nueva Enrique, *La Productividad en el Mantenimiento Industrial*, México CECSA, 2000.
- ⇒ Duffa, Raouf, Dixon, *Sistemas de Mantenimiento, Planeación y Control*, México, Limusa Wiley 2000.
- ⇒ Elizondo Decani Alfredo, *Manual ISO-9000*, México Ediciones Castillo, 2005.
- ⇒ Dr. Mario Gutiérrez, *Administrar para la calidad*, México, Limusa, 1995
- ⇒ Kume Hitoshi, *Herramientas Estadísticas Básicas para el Mejoramiento de la Calidad*, Colombia, Norma, 1997.
- ⇒ Imai Masaaki, *Gemba Kaizen (Como Implementar el Kaizen en el Sitio de Trabajo)*, México, Mc. Graw Hill, 2000.
- ⇒ Kanawaty George, *Introducción al Estudio del Trabajo, OIT, 4ª. Edición Revisada*, México, Noriega-Limusa.
- ⇒ Lewis Bernanrd T. y William Pearson W. *Reducción de Costos de Mantenimiento*, México, Herrero Hermanos, 1990.
- ⇒ Meyers Fred E. *Estudio de Tiempos y Movimientos para la Manufactura Ágil*, México, Pearson Educación, 2000.
- ⇒ M.I. Carlos Morán e Ing. Salomón Selnekabeck de ILICA (Instituto de Liderazgo y Calidad Total)
- ⇒ Morrow L.C. *Manual de Mantenimiento Industrial*, México, Compañía editorial Continental, S.A. 1990.
- ⇒ Newbrogh E.T, *Administración del Mantenimiento Industrial*, México, Diana, 1990
- ⇒ Niebel Benjamín, *Ingeniería Industrial Métodos y Procesos*, México, CECSA, 2001.
- ⇒ Prokopenko Joseph, *La Gestión de la Productividad*, México, Limusa, 1991.
- ⇒ Roberto Rico Ruben, *Total Quality Management (calidad estratégica total)*, Buenos Aires, Ediciones Mach, 1993.
- ⇒ Sosa Pulido Demetrio, *Conceptos y Herramientas para la Mejora Continua*, México, Limusa, 2000.
- ⇒ Sumanth David J. *Ingeniería y Administración de la Productividad*, México, Mc. Graw Hill.

MESOGRAFÍA.

- ⇒ www.cerofallas.com.mx
- ⇒ www.manufacturaweb.com.mx
- ⇒ www.monografías.com
- ⇒ www.manufactura.com.mx.

GLOSARIO DE TERMINOS



Almacén: instalación para guardar productos durante largos periodos de tiempo, entre etapas de producción o productos terminados.

Atributo. Es la propiedad o característica de una unidad de producto, la cual se evalúa solamente en términos de que si se tiene o no.

Benchmarking: (escalamiento). Se trata de un método para superar de manera continua las habilidades. El objetivo es observar y aplicar las mejores técnicas que usa la competencia.

Proceso: Secuencia de operaciones enfocadas a un objetivo.

Característica de Calidad: Propiedades de una unidad de producto que puede compararse con respecto a los requisitos establecidos.

Calidad: Conjunto de características de un elemento que le confieren la aptitud de satisfacer necesidades explícitas e implícitas.

Calidad Total: Consiste en un enfoque sistemático para determinar y alcanzar los estándares exigidos por los clientes de un producto o de un servicio. Incluye el proceso de fabricación y el servicio hasta alcanzar "cero defectos".

Cliente: Quien compra varias veces la marca o el producto, no es el que compra una sola vez sino el que considera el artículo suficientemente bueno para volverlo a comprar.

Conformidad: Es la medida en la que el proceso es capaz de reproducir consistentemente los requerimientos del usuario (traducido en una especificación).

Control Total de la Calidad: Es un sistema efectivo de esfuerzos de varios grupos en una organización para la integración del desarrollo, mantenimiento y de la superación de la calidad con el fin de hacer posibles la mercadotecnia, ingeniería, fabricación y servicios.

Datos Estándar: Colección estructurada de los valores de tiempos normales para los elementos de trabajo, codificados en forma tabular o gráfica.

Defecto: Es cualquier discrepancia o inconformidad de la unidad con respecto a sus especificaciones establecidas.

Demora: Cualquier interrupción de la rutina de trabajo que no ocurre en el proceso típico.

Eficiencia: Razón de la producción real entre la producción estándar.

Especificación: Documento que establece requisitos. Es el requerimiento de ingeniería que permite juzgar la aceptabilidad de una característica en particular.

Estudio de Tiempos: Se define como un análisis científico y minucioso de los métodos y aparatos utilizados para realizar un trabajo, el desarrollo de los detalles prácticos de la mejor manera de hacerlo y la determinación del tiempo necesario.

Estudio de Movimientos: Consiste en dividir el trabajo en los elementos más fundamentales posibles estudiar éstos independientemente y en sus relaciones mutuas, y una vez conocidos los tiempos que absorben ellos, crear métodos que disminuyan al mínimo el desperdicio de mano de obra.

Funcionalidad: Principio usado en la distribución de controles o pantallas según funciones similares.

Inspección: Es el proceso de medición, examen o prueba o cualquier otra forma de comparación de la unidad de producto bajo consideración, con respecto a sus especificaciones.

Kaizen: Sistema de actividades de mejora continua.

Mejora continua: Proceso en marcha para asegurar la calidad total en una compañía.

Método: Pasos para conseguir que algo funcione. No es flexible.

Planeación Estratégica: Busca determinar la evolución deseable de una empresa y los medios para lograrlo. Se determina el potencial de la actividad, se articulan claramente los objetivos y las metas se asocian a las acciones y los recursos.

Proceso: Pasos para hacer una acción o para llegar un objetivo.

Producción: Salida total de una máquina, proceso o trabajador en una unidad de tiempo específica.

Productividad: Puede definirse como la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados. En la fabricación la productividad sirve para evaluar el rendimiento de los talleres, las máquinas, los equipos de trabajo y los empleados.

Reingeniería: Consiste en rehacer de manera radical los procesos clave de la empresa para aumentar de manera sustancial la productividad y la calidad. Esta técnica persigue reorganizar a la empresa de acuerdo a las necesidades del cliente.

Servicio: Acción para la mejora de algo tangible y cuantificable. Un servicio beneficia a una persona o empresa.

Valor Agregado: Es un extra que se otorga para que el cliente compre un producto. El valor agregado puede ser una garantía, una póliza de servicio o incluso la atención brindada.

Variable: Es una propiedad o característica, la cual se evalúa en términos numéricos de una escala continua.

APÉNDICE 1

SISTEMA BARNES PARA VALORACIÓN DEL RITMO DEL OPERARIO

RITMO	PORCENTAJE	FACTOR
Demasiado alto	125%	1.25
Muy alto	120%	1.20
Regularmente alto	115%	1.15
Alto	110%	1.10
Ligeramente alto	105%	1.05
NORMAL	100%	1
Ligeramente bajo	95%	0.95
Bajo	90%	0.90
Regularmente bajo	85%	0.85
Muy bajo	80%	0.80
Demasiado bajo	75%	0.75

MÉTODO NORRIS PARA COMPENSACIONES

Esfuerzo Físico (E.F)		Esfuerzo Mental (E.M)		Esfuerzo Visual (E.V)		Monotonía (M)	
Grado	Factor	Grado	Factor	Grado	Factor	Duración del ciclo (min)	%
Muy poco	0.8	Muy poco	0.6	Muy poco	0.6	0.01-0.05	9.0
Poco	1.6	Poco	1.2	Poco	1.2	0.06-0.10	8.0
Regular	3.2	Regular	2.4	Regular	2.4	0.11-0.20	7.0
Medio	5.4	Medio	4.0	Medio	4.0	0.21-0.50	6.0
Mucho	7.2	Mucho	5.7	Mucho	5.7	0.51-1.00	5.0
Demasiado	9.0	Demasiado	7.2	Demasiado	7.2	1.01-2.00	4.0
						2.01-3.00	3.0
						3.01-5.00	2.0
						5.01-10.00	1.0
						10.00 en adelante	1.0

Para necesidades fisiológicas (N.F) y suplementos (S) como preparar instrumentos se le da siempre un 5% a cada uno.

Tiempo total (T.T)= Sumatoria de todas las lecturas (en promedio 10)

Tiempo promedio (T.P) = Tiempo total entre el número de lecturas tomadas (T.T/Lec)

Valoración (V) = Depende el criterio de la persona que realice el estudio

Tiempo básico en minutos (T.B) = (V) (T.P en minutos) (min/pza)

Compensaciones = (E.F) + (E.M) + (E.V) + (M) + (N.F) + (S) (en %)

Tiempo estándar o tiempo tipo = T.B (1 + % de compensaciones)

Cuota de producción por hora = 60/ tiempo estándar

APÉNDICE 2

		Evaluación del Operador		Fecha	
Nombre:		No.		Departamento	
Evaluó:				Area	
1. Orden y Limpieza ♦ Mantiene Limpio su lugar siempre 1.50 () ♦ Solo limpia cuando se el indica 0.75 () ♦ No limpia nunca 0.25 () ♦ Ensucia el área de más 0.00 ()		5. Ideas y aportaciones ♦ Tiene iniciativa en su trabajo y aporta ideas en general 1.25 () ♦ Solo aporta ideas e iniciativa a su trabajo 1.00 () ♦ Esporadicamente aporta ideas 0.75 () ♦ No aporta nada 0.00 ()			
2. Cumple con la cantidad requerida ♦ Excede su producción regularmente 2.00 () ♦ Cumple con lo solicitado normalmente 1.50 () ♦ Llega a cumplir su producción esporadicamente 1.00 () ♦ No cumple con su producción 0.25 ()		6. Cooperación en el trabajo ♦ Realiza su trabajo y ayuda a los demás 2.00 () ♦ Realiza su trabajo y ayuda a los demás por instrucciones del supervisor 1.25 () ♦ No coopera con los demás, solo realiza su trabajo 0.25 ()			
3. Cumple con la calidad requerida ♦ Nunca tiene rechazos y lleva registros 1.50 () ♦ No tiene rechazos pero no lleva registros 1.25 () ♦ Tiene rechazos y no lleva registros 0.75 () ♦ Le rechazab todo 0.00 ()		7. Habilidades ♦ conoce todas las operaciones y puede capacitar a los demás 1.50 () ♦ Conoce todas las operaciones pero no puede capacitar 1.25 () ♦ Conoce algunas operaciones 0.75 () ♦ No domina ninguna operación 0.25 ()			
4. Disciplina ♦ Se dedica a su trabajo y cumple con las normas 1.50 () ♦ Se dedica a su trabajo pero infringe las normas 1.00 () ♦ No cumple con las normas 0.25 () ♦ Distrae e los demás 0.00 ()		8. Seguridad ♦ No tiene accidentes y no provoca fallas en los equipos 1.50 () ♦ No tiene Accidentes pero provoca fallas 1.00 () ♦ Tiene Accidnetes Menores 0.25 () ♦ Tiene Accidnetes Mayores 0.00 ()			
Llenado por Relaciones Industriales Puntualidad y Asistencia					
9. Puntualidad ♦ 0 a 3 retardos en un periodo de 6 meses 2.00 () ♦ 4 a 6 retardos en un periodo de 6 meses 1.25 () ♦ 7 a 9 retardos en un periodo de 6 meses 0.50 () ♦ Más de 9 retardos en un periodo de 6 meses 0.25 ()		11. Asistencia faltas injustificadas ♦ 0 a 1 falta por periodo de 6 meses 1.25 () ♦ 2 a 3 faltas por periodo de 6 meses 0.75 () ♦ Más de 3 faltas en periodo de 6 meses 0.25 ()			
10. Faltas justificadas ♦ 0 a 2 faltas por periodo de 6 meses 2.00 () ♦ 3 a 5 faltas por periodo de 6 meses 1.25 () ♦ más de 5 faltas en un periodo de 6 meses 0.25 ()		12. Incapacidades ♦ 0 Incapacidades en periodo de 6 meses 2.00 () ♦ 1 Incapacidad en periodo de 6 meses 1.25 () ♦ Más de 1 incapacidad en periodo de 6 meses 0.25 ()			
1 ____ . ____	9 ____ . ____	Total 1 ____ . ____ / 12.5 X 5 = ____ . ____		Puntos a Mejorar	Observaciones o aclaraciones
2 ____ . ____	10 ____ . ____	Total 2 ____ . ____ / 12.5 X 5 = ____ . ____			
3 ____ . ____	11 ____ . ____	Suma de total 1 + total 2 = ____ . ____			
4 ____ . ____	12 ____ . ____				
5 ____ . ____					
6 ____ . ____		Malo	menos de 6		
7 ____ . ____		Regular	de 6.1 a 7.9		
8 ____ . ____		Bueno	de 8 a 8.9		
____ . ____	____ . ____	Excelente	de 9 a 10		
Total 1	Total 2				
Nombre		Dirección	Supervisión	Rel. Industriales	Persona Evaluada

APÉNDICE 4

Números al Azar o Aleatorios

columna línea	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	10480	15011	01536	02011	81647	01646
2	22368	46573	25595	85393	30995	89198
3	24130	48360	22527	97265	76393	61809
4	24167	93093	06243	61680	07856	16376
5	37570	39975	81837	16556	05121	91782
6	77921	06907	11008	42751	27756	53498
7	99562	72905	56420	69994	96872	31015
8	96301	91977	05463	07972	18876	20922
9	89579	14342	63661	10281	17453	18103
10	85475	36857	53342	53988	53060	59533
11	28918	69578	88231	33276	70997	79936
12	63553	40961	48235	03427	49626	69445
13	09429	93969	52636	92737	88974	33488
14	10365	61129	87529	85689	48237	52267
15	07119	97386	71048	08178	77233	13916
16	51085	12765	51821	51259	77452	15308
17	02368	21382	52404	60268	89368	19885
18	01011	54092	33362	94904	31273	014146
19	57162	53916	45369	58586	23216	14513
20	07056	97628	33787	09998	42698	08691
21	48663	91245	85828	14345	09172	30168
22	54164	58492	27421	74103	47070	25305
23	32639	32363	05597	24200	13353	38005
24	29334	27001	87637	87303	58731	00256
25	02488	33062	28834	07351	19731	92420
26	81525	72295	04839	96123	24879	82651
27	29676	20591	63086	26432	46001	20849
28	66742	57392	39064	66434	81673	40027
29	05366	04213	25669	26422	44407	44048
30	91921	26418	64117	94305	26766	25910