

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**“DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTION DE  
CALIDAD EN EL DEPARTAMENTO MECANICO DE  
CAME S.A ”**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

**MARCO ANTONIO HERRERA MEJIA**

**PROMOCION 1999-II**

**LIMA-PERU**

**2006**

## INDICE

<b>PROLOGO</b>	1
<b>CAPÍTULO 1</b>	2
<b>INTRODUCCIÓN</b>	2
Antecedentes.	2
1.1. Objetivos.	5
1.2. Limitaciones.	6
1.3. Alcances	7
1.4. Justificación	7
<b>CAPÍTULO 2</b>	9
<b>MARCO TEORICO DE GESTION DE LA CALIDAD</b>	9
2.1. Fundamento teórico.	9
2.1.1. Sistema de calidad.	10
2.1.2. Aseguramiento de la calidad.	11
2.1.3. Sistemas de normas para el aseguramiento de la calidad.	11
2.1.4. Norma internacional ISO 9001	13
2.2. Indicadores de Gestión	14
2.2.1. Indicadores de desempeño de los procesos.	15
2.2.2. Indicadores de desempeño de equipo.	16
2.2.3. Indicadores de Costos	17
2.3. Organigrama de CAME S.A.	19
2.3.1. Organigrama General de CAME S.A.	20
2.3.2. Organigrama del Departamento Mecánico de CAME S.A.	21
2.3.3. Funciones Generales del Departamento Mecánico	21
2.3.4. Funciones y responsabilidades del Ing. de Mantenimiento.	22
2.3.5. Funciones y responsabilidades del Asist. de equipo mecánico.	23
2.3.6. Funciones y responsabilidades del Mec de mantenimiento.	24

2.3.7.	Funciones y responsabilidades del Elect. de mantenimiento.	24
2.3.8.	Funciones y responsabilidades de los operadores.	25
<b>CAPÍTULO 3</b>		<b>26</b>
<b>DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD EN EL DEPARTAMENTO</b>		
<b>MECANICO DE CAME S.A.</b>		<b>26</b>
3.1.	Características técnicas de las maquinas	27
3.2.	Situación actual	29
3.3.	Satisfacción del cliente.	30
3.4.	Identificación de las actividades	31
3.4.1.	Actividades de inspección	32
3.4.2.	Actividades de conservación.	33
3.4.3.	Actividades de reparación.	34
3.4.3.1.	Reparación planificada.	34
3.4.3.2.	Reparación no planificada.	34
3.5.	Estructura del Sistema de Gestión de la Calidad	35
3.5.1.	Identificación de los procesos	35
3.5.1.1.	Factores relacionados con los procedimientos y las normas.	36
3.5.1.2.	Factores relacionados con el personal.	37
3.5.1.3.	Factores relacionados con los materiales.	37
3.5.1.4.	Factores relacionados con las herramientas y el equipo	38
3.5.2.	Detalle de la secuencia e interacción de los procesos.	38
3.5.3.	Definición de los métodos para garantizar que la operación y el control de estos procesos sean eficaces.	39
3.5.4.	Tipos de mantenimiento.	40
3.5.4.1.	Mantenimiento Planificado.	40
3.5.4.1.1.	Mantenimiento Preventivo	41

3.5.4.1.2.	Mantenimiento Predictivo	43
3.5.4.1.3.	Mantenimiento Programado	43
3.5.4.1.4.	Mantenimiento Correctivo	44
3.5.4.2.	Mantenimiento no Planificado	44
3.5.5.	Tareas de mantenimiento.	45
3.5.6.	Tiempos de ejecución.	45
3.5.7.	Recursos.	46
3.5.8.	Costos de mantenimiento.	46
<b>CAPÍTULO 4</b>		<b>48</b>
<b>PLAN DE IMPLEMENTACION</b>		<b>48</b>
4.1.	Identificación de los mecanismos para garantizar que los recursos e información para las operaciones estén disponibles.	48
4.2.	Seguimiento medición y análisis de los procesos.	49
4.3.	Mejora continua de los procesos.	53
4.3.1.	Diagrama de Pareto (análisis ABC).	55
4.3.2.	Diagrama de Causa y Efecto (Espina de Pescado).	56
4.3.3.	Plan de acción correctiva	58
4.4.	Resultados	64
<b>CAPÍTULO 5</b>		<b>66</b>
<b>INDICADORES Y ESTRUCTURA DE COSTOS</b>		<b>66</b>
5.1.	Aplicación de los indicadores	66
5.2.	Como es la estructura de costos	69
5.2.1.	Costos directos	69
5.2.2.	Costos indirectos	71
5.2.3.	Factores que pueden ayudar a reducir costos	72
5.2.4.	Relación Costo Beneficio	73

5.2.5. Periodo de Recuperación de la inversión.	73
<b>CONCLUSIONES</b>	75
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	77
<b>APÉNDICE</b>	78

## PROLOGO

Este trabajo surge a iniciativa de un grupo de trabajadores de la empresa CAME S.A., principalmente los que pertenecen al Departamento Mecánico. De modo continuo y en diversas reuniones se dejaba entrever la necesidad de afrontar los problemas cotidianos del mantenimiento de otra forma. Se percibía que esa forma de resolver los problemas no necesariamente era la mejor a la luz de los acontecimientos. Es ahí que por iniciativa colectiva y a partir de una conferencia sobre calidad es que nos propones este reto que fue tomado con cierto entusiasmo por las gerencias de la empresa: Desarrollar un Sistema de Gestión de Calidad basado en la Norma Técnica Peruano 9001:2001.

Este trabajo es una aproximación un tanto tímida hacia ello. Enfrentamos el tema con una necesaria introducción, en la que precisamos los objetivos del trabajo tanto así como sus alcances, limitaciones y la justificación. Seguidamente desarrollamos el Marco Teórico de la Calidad, para continuar con el diagnostico de la Calidad en el Departamento Mecánico. En este punto se identifican los procesos y se detalla la interacción de los mismos. Seguidamente pasamos a proponer un Plan de Implementación en el que hacemos hincapié en el uso de algunas herramientas como el diagrama de Pareto y el Diagrama de Causa Efecto. El quinto capítulo muestra la variación de algunos indicadores y se enfoca en el tema de los costos. Culmina el trabajo con el desarrollo de las conclusiones las que evidencian que el trabajo ha dado sus frutos y que la experiencia del Departamento Mecánico sea considerada como modelo para otras áreas de la empresa.

Desde ya, quiero precisar que este trabajo solo hubiera quedado en buenas intenciones sin el decidido apoyo tanto de la Gerencia General de CAME S.A. como del Líder del Departamento Mecánico.

## **CAPITULO 1**

### **INTRODUCCION**

#### **ANTECEDENTES**

CAME Contratistas y Servicios Generales S.A. es una empresa de Construcción y Servicios, constituida con el objeto de brindar servicios y desarrollo de Ingeniería de proyectos Electromecánicos, Civiles y Sanitarios en general. Está integrada por un grupo multidisciplinario de profesionales con el convencimiento de desarrollar Ingeniería con personal netamente peruano.

CAME S.A. fue fundada el año de 1990. Desarrolló sus primeras actividades centrado fundamentalmente en proyectos electromecánicos para la empresa privada. Aquellos años, los problemas que se enfrentaban años eran fundamentalmente debido a la inexperiencia. Si bien los problemas a nivel técnico operativo eran resueltos satisfactoriamente, los problemas a nivel de gestión no se resolvían con la agilidad que los casos lo exigían. Adolecíamos del conocimiento y la experiencia sobre enfoque basado en procesos, procedimientos, retroalimentación y la ausencia de actitudes motivadoras era medianamente importante. Gran parte de las fortalezas en este caso estaban centradas en la voluntad de desarrollar la ingeniería peruana y de demostrar que estábamos en capacidad de hacer empresa.

Actualmente, CAME S.A. tiene, ciertamente, una experiencia de mas de 15 años desarrollando ingeniería. En ese lapso el personal se fue capacitando, actualizando y calificando en todos los niveles jerárquicos. El conocimiento sobre temas de gestión, competitividad, liderazgo, inteligencia emocional y en general sobre las tendencias de la administración moderna se a acrecentado. Hoy día los problemas que enfrentamos son otros, los mismos que tienen que ver con asentarse en el mercado de la ingeniería peruana y por que no proyectarse a desarrollar convenios con otras empresas para enfocarnos en los denominados megaproyectos.

Para ello CAME S.A. , necesita estar a tono con los nuevos retos que se le presentan. Mas aun, actualmente se nos aproxima un entorno bastante previsible de Tratados de Libre Comercio con diferentes naciones, los que nos van a exigir para continuar el desarrollo de nuestras actividades certificaciones de calidad que sean reconocidas a nivel internacional. Ese es el gran reto que tiene CAME S.A. y estamos dispuestos a afrontarlo obteniendo resultados exitosos.

La empresa en el futuro debe tomar la decisión de certificar en ISO 9001:2000. La tarea mas difícil es integrar y completar exitosamente un plan de implantación que equilibre los requerimientos de la norma y las presiones cotidianas de la empresa.

En ese sentido, el Departamento Mecánico de CAME S.A., en su calidad de equipo de apoyo, se encuentra comprometido con el éxito del negocio principal de la empresa Montaje Electromecánico y Obras civiles y sanitarias.

Este trabajo esta enfocado netamente en el Departamento Mecánico y es, por el momento, un intento parcial de avanzar en el camino de obtener certificaciones de calidad para CAME S.A., sabiendo que en el Perú uno de los problemas mas fuertes que enfrentamos en estos procesos es nuestra idiosincrasia.



Por otro lado, consciente de que la seguridad de los trabajadores es lo más importante, CAME Contratistas y Servicios Generales S.A. se preocupa por ofrecer las mejores condiciones de seguridad, garantizando un trabajo Libre de Accidentes. La filosofía de “Cero Accidentes” nos provee de una estrategia de Prevención de Riesgos, basado en la técnica de mejoramiento continuo.

Con el Desarrollo y la práctica de estos conceptos pretendemos reducir al mínimo la frecuencia de Accidentalidad y desarrollar una cultura de seguridad. Porque la seguridad en el proceso de cada obra es una preocupación constante de los Ejecutivos, personal de mando y muy particularmente del responsable de Prevención de Riesgos de Nuestra Empresa. Se conforman comités de auto supervisión de seguridad en cada obra, bajo la supervisión general del responsable del Área de Prevención de Riesgos, quien innovando continuamente; implementa programas Pro-activos a la conducta para mantener un ambiente laboral seguro.

Se comprueba mediante evaluaciones continuas y auditorias periódicas para garantizar no solo la seguridad sino también la calidad de manera que se ajusten a los códigos, normas y procedimientos establecidos por la supervisión y exigencia de cliente.

Por lo tanto, la estandarización de nuestros procedimientos de seguridad y calidad está basada en la dirección de normas internacionales las cuales aseguran la calidad de nuestras actividades de Seguridad, Salud y Ambiente.

La gestión de Calidad, Seguridad y Salud se enmarca dentro de una visión global de nuestro entorno que incorpora la dimensión ambiental en los procesos que llevamos a cabo.

La Política de Calidad de nuestra empresa señala; "La satisfacción de nuestros clientes es la razón de ser de nuestra empresa. Tendremos clientes satisfechos brindando un servicio de calidad a precios competitivos"

## **1.1 OBJETIVOS**

El presente informe desarrolla la adaptación de la Norma Técnica Peruana ISO 9001:2000 a las actividades del Departamento Mecánico de CAME S.A.

El objetivo es mejorar sustancialmente la productividad de los servicios de mantenimiento. Con ello buscamos desarrollar los conceptos de disponibilidad y confiabilidad enfocados en la maquinaria de la empresa.

Bajo esta perspectiva alcanzaremos la plena satisfacción del cliente interno, entendiendo ello como un punto de partida para mejorar los estándares de servicio al cliente externo. Se entiende como cliente interno a aquel miembro de la organización que recibe, para desarrollar su labor, el entregable de un proceso anterior.

Brindar un servicio de mantenimiento enfocado en procesos, resolver los problemas en plazos preestablecidos, cumpliendo plenamente las normas de seguridad es parte constitutiva del objetivo.

Colateralmente, buscamos desarrollar dentro del departamento mecánico, una cultura de servicio al cliente interno como componente fundamental de la excelencia en el servicio al cliente externo.

## **1.2 LIMITACIONES**

La NTP 9001 tiene en su aplicación algunas dificultades debido a problemas de idiosincrasia de la sociedad peruana en general. La adopción de la misma pone en tela de juicio muchas características de nuestra cultura. Ello es una fuerte limitación en este trabajo.

Por otro lado, los límites de este trabajo están determinados por el hecho de que el ámbito de aplicación se circunscribe al Departamento Mecánico de CAME S.A. El departamento mecánico depende y también interactúa con otros departamentos.

Estos tienen pendientes aun trabajos de adaptación al ISO 9001. Como se puede evidenciar, esto se puede convertir en obstáculo cuando de alcanzar los objetivos se trata.

Otro de los límites que se puede tornar vital es el referido al concurso del personal involucrado en el proceso. El enfoque basado en procesos sugiere asegurarse de la disponibilidad de recursos para apoyar las operaciones y el seguimiento respectivo. Hoy en día, el recurso principal que tiene toda empresa es el humano. Tenemos que tener la capacidad de involucrar al personal en los procesos, comprometiéndolos concientemente con la necesidad del éxito. No es suficiente considerar que es una exigencia meramente administrativa. En este caso el equipo de Recursos Humanos debe desarrollar una labor coordinada respecto al nuevo perfil laboral del personal del Departamento Mecánico.

Por el lado de los recursos económicos, hay que precisar que CAME S.A. no esta fuera de la realidad peruana en cuanto a la disponibilidad de estos recursos, los mismos que siempre serán escasos, máxime si los resultados del proyecto no se van a ver a corto plazo. Este es un límite que se va a tener que superar con una buena administración basada en el concepto de costo beneficio.

### 1.3 ALCANCES

El presente trabajo involucra a todo el departamento mecánico de CAME S.A. y a cada una de sus unidades: Equipo mecánico, taller de electricidad, taller de soldadura y taller de pintura.

Para que este proyecto sea exitoso requiere la colaboración de los otros departamentos y de modo fundamental y decisivo el compromiso práctico de la Gerencia General y Gerencia de Operaciones.

### 1.4 JUSTIFICACION

La NTP 9001 promueve un enfoque basado en procesos que adoptado en la organización redundará en benéfico de satisfacer las expectativas de los clientes.

Ello elevará nuestro nivel de competitividad,

El proyecto se justifica por que nos desarrollamos en un entorno altamente competitivo y día a día los retos se tornan mayores. Por ello, la preocupación constante de elevar la eficiencia y la eficacia y en lo posible disminuir los gastos. En otras palabras hacer más con menos.

La competencia en la actualidad exige que las organizaciones replanteen políticas, desarrollen capacidades y planteen estrategias para introducirse, mantenerse y ampliar su presencia en el mercado.

CAME Contratistas y Servicios Generales S.A., y dentro de ello el departamento mecánico, debe desarrollar competencias de tal modo que pueda

permanecer y ampliar su presencia en el mercado peruano de las empresas que desarrollan ingeniería.

## **CAPITULO 2**

### **MARCO TEORICO DE LA GESTION DE LA CALIDAD**

#### **2.1. FUNDAMENTO TEORICO**

Es un aspecto de la función general de gestión, que determina y pone en práctica la política de calidad dentro de una empresa. Constituye un enfoque sistemático para establecer y cumplir los objetivos de calidad en toda empresa.

La gestión de la calidad comprende dos aspectos interrelacionados:

- Los intereses y necesidades de la empresa de atender un negocio o servicio y mantener un nivel de calidad deseado a un costo óptimo.
- Las necesidades y expectativas de los clientes.

La gestión de la calidad comprende, entre otras cosas, las siguientes actividades:

- La planificación y estrategia de la calidad.

- La asignación de recursos.
- La planificación de actividades operativas de la calidad.
- La evaluación de la calidad, etc.

### **2.1.1. SISTEMA DE CALIDAD**

Es el conjunto de elementos para llevar a cabo la gestión de la calidad. Se encuentran constituidos por:

- La estructura organizacional
- Responsabilidades
- Procedimientos
- Procesos y
- Recursos.

Para que un sistema de calidad pueda contribuir a los objetivos de la calidad de la empresa, tiene que estar documentado y corresponder a las características y necesidades de la organización.

El Sistema de Calidad ya implementado debe crear las condiciones para la toma de decisiones basadas en el conocimiento.

Debe, igualmente, lograr un aumento del éxito de la empresa a través de la disminución de los costos por fallas que generalmente son costos ocultos.

### **2.1.2. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD**

El aseguramiento de la calidad se ha definido como el conjunto de acciones planificadas y sistemáticas para eliminar, reducir y prevenir deficiencias de calidad en todas las fases de un proceso determinado. Se quiere relevar que estas son debidamente previstas y responden a una frecuencia programada, ordenada, documentada, organizada y controlada en la perspectiva de asegurar que los productos alcanzaran la calidad esperada por el cliente y cubrirán sus expectativas.

Dentro de una empresa, el aseguramiento de la calidad se utiliza como una herramienta de gestión. En situaciones contractuales (cliente – proveedor), el aseguramiento de la calidad sirve para depositar confianza en el proveedor.

El aseguramiento de la calidad, se centra en un enfoque sistémico para desarrollar un conjunto de tareas que involucra a toda la empresa con miras a un desarrollo permanente de la calidad.

### **2.1.3. SISTEMAS DE NORMAS PARA ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD**

El aseguramiento de la calidad se orienta hacia la prevención de errores. Con el aseguramiento se pretende evitar reclamaciones, casos de responsabilidad derivada del uso del producto, trabajo suplementario y desperdicio. No es la calidad la que eleva el costo sino la No Calidad.

Un sistema de aseguramiento de la calidad es la mejor garantía de que los productos o servicios colmen las expectativas del cualquier cliente. Por consiguiente es necesario que el generador de un bien o el prestador de un



servicio planifiquen, organicen y mantengan medidas demostrables de aseguramiento de la calidad.

El nivel de la técnica del aseguramiento de la calidad ha sido planteado en una serie de documentos que tienen en su mayoría un carácter normativo.

Las medidas de aseguramiento de la calidad están actualmente estructuradas en reglamentos ordenados. El desarrollo de esta normatividad bastante extendida hoy en día, esta constituida por la serie de normas internacionales aprobadas por la Organización Internacional de Estandarización ISO. Nos estamos refiriendo concretamente a la serie de normas ISO 9000. El Perú adapta estas normas, las mismas que para su aplicación práctica toman el nombre de Norma Técnica Peruana conservando el número que caracteriza a la norma.

La serie ISO 9000 esta compuesta de las siguientes normas:

- ISO 9000: Sistema para la gestión y aseguramiento de la calidad-lineamientos para su selección y uso.
- ISO 9001: Sistemas de calidad. Modelo para el aseguramiento de calidad en diseño / desarrollo, producción, instalación y servicio.
- ISO 9002: Sistemas de calidad. Modelo para el aseguramiento de la calidad en producción e instalación y servicio.
- ISO 9003: Sistemas de calidad. Modelo para el aseguramiento de la calidad en inspección final y ensayo.

- ISO 9004: Lineamientos para la gestión de la calidad.  
Elementos del sistema de calidad.

#### **2.1.4. NORMA INTERNACIONAL ISO 9001**

Esta norma especifica los requisitos de un Sistema de Gestión de Calidad, con el cual una organización busca evaluar y demostrar su capacidad para suministrar productos que cumplan con los requisitos de los clientes y los reglamentarios aplicables y con ello aumentar la satisfacción del cliente. Promueve la adopción de un enfoque basado en procesos. Para que una organización funcione de manera eficaz, tiene que identificar y gestionar numerosas actividades relacionadas entre sí. Una actividad que utiliza recursos, y que se gestiona con el fin de permitir que los elementos de entrada se transformen en resultados, se puede considerar como un proceso. Frecuentemente el resultado de un proceso constituye directamente el elemento de entrada del siguiente proceso.

La aplicación de un sistema de procesos dentro de la organización, junto con la identificación e interacciones de estos procesos, así como su gestión, puede denominarse como "Enfoque basado en procesos". Una ventaja del enfoque basado en procesos es el control continuo que proporciona sobre los vínculos entre los procesos individuales dentro del sistema de procesos, así como sobre su combinación e interacción.

Un enfoque de este tipo, cuando se utiliza dentro de un sistema de Gestión de la Calidad, enfatiza la importancia de:

- a) La comprensión y el cumplimiento de los requisitos,
- b) la necesidad de considerar los procesos en términos que aporten valor,
- c) la obtención de resultados del desempeño y eficacia del proceso, y
- d) la mejora continua de los procesos con base en mediciones objetivas.

## **2.2. INDICADORES DE GESTION**

Los indicadores son necesarios para poder mejorar. Lo que no se mide no se puede controlar y lo que no se puede controlar no se puede gestionar. Hay diversos tipos de indicadores dependiendo del proceso u actividad que se quiere gestionar.

En el caso de equipos hablamos de índices de eficiencia. Existen varios índices que miden la eficiencia del mantenimiento y brindan una cuantificación razonable de rendimiento de los equipos. Ellos nos dan una idea aproximada de cómo se encuentra nuestra organización en cuanto al aprovechamiento de sus recursos. Estos índices pueden evidenciar eficiencias tanto a nivel de equipos, del componente humano y de los procesos en general. Donde haya elementos susceptibles de medir y posteriormente mejorar existe la posibilidad de generar un nuevo índice.

### 2.1.1. INDICADORES DE DESEMPEÑO DE LOS PROCESOS

- a) Emergencia.- Es un indicador que compara el total de horas hombre asignadas a la tarea de mantenimiento frente al total de horas hombre asignadas a las actividades de emergencia. Nos permite evaluar que

tanto de nuestros recursos se van consumiendo en las operaciones de emergencia.

$$\frac{\text{Horas-hombre de trabajo en emergencia}}{\text{Total horas-hombre en mantenimiento}} \times 100\%$$

- b) Preventivo.- Es un indicador que compara el total de horas hombre asignadas a las actividades de mantenimiento preventivo frente al total de horas hombre asignadas al mantenimiento en general. Este indicador nos da una idea de cómo nuestro plan de mantenimiento en general se está desarrollando a través del tiempo. Es ideal que este índice por lo menos no decrezca en una situación dada.

$$\frac{\text{Horas-hombre en mantenimiento preventivo}}{\text{Total horas-hombre en mantenimiento}} \times 100\%$$

- c) Ordenes.- Este índice compara las ordenes de trabajo planeadas y programadas frente al total de ordenes de trabajo ejecutadas. Nos brinda una idea cuanto hacemos de lo planificado.

$$\frac{\text{Ordenes de trabajo planeadas y programadas}}{\text{Ordenes de trabajo total efectuadas}} \times 100\%$$

- d) Servicios Externos.- Índice que representa la relevancia del costo de los servicios externos frente al costo total del mantenimiento. Nos permite evaluar la trascendencia económica de los servicios externos de mantenimiento.

$$\frac{\text{Costos de servicios externos}}{\text{Costo total del mantenimiento}} \times 100\%$$

## 2.1.2. INDICADORES DE DESEMPEÑO DE EQUIPO

### 2.1.2.1 Disponibilidad (D)

Capacidad de un ítem para desarrollar su función en un determinado momento ó durante un determinado periodo de tiempo, en unas condiciones y con un rendimiento definido.

La filosofía en este caso puede precisarse como: "el equipo preciso, en el momento preciso".

El rango óptimo de este indicador se encuentra entre el 85 y el 95%.

$$D = \frac{T_d}{T_d + T_{nd}}$$

Td: Tiempo disponible  
Tnd: Tiempo no disponible  
D: Disponibilidad

### 2.1.2.1 Productividad (P)

Es la medida de cuan bien un obrero o grupo se esta desempeñando en total en comparación con el estándar de tiempo trabajo. El rango optimo de este índice se encuentra entre el 90 y 98%.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Tiempo estimado de trabajo}}{\text{Total de horas utilizadas}}$$

### 2.1.3 INDICADORES DE COSTOS

- a) Preventivo.- Es aquel indicador que compara el costo total del mantenimiento preventivo con el costo total de descompostura.

$$\frac{\text{Costo total del mantenimiento preventivo}}{\text{Costo total de descompostura}} \times 100\%$$

- b) Materiales.- indicador que compara el costo de los materiales frente al costo total del mantenimiento. Permite visualizar la relevancia del costo de los materiales.

$$\frac{\text{Costo de materiales}}{\text{Costo total del mantenimiento}} \times 100\%$$

- c) Mano de Obra.- Compara el costo total de la mano de obra frente al costo total de mantenimiento. Permite visualizar la trascendencia de la mano de obra en todo el proceso del mantenimiento.

<b>Costo de mano de obra</b>	— x100%
<b>Costo total del mantenimiento</b>	

La exposición siguiente muestra un caso práctico, tanto para la disponibilidad como para la productividad:

### Disponibilidad (D)

Unidad: Camión de placa XD-1158

Modelo Canter 30

Tiempo de operación programada = 31 días

Tiempo muerto en días = 6

Numero de fallas = 3

Haciendo uso de los indicadores tenemos:

$$D = \frac{31-6}{31} \times 100\% = 80.60\%$$

El rango óptimo debería de estar entre 85% y 95%.

### Productividad (P)

Para el cálculo de la productividad consideramos que se intervino a una unidad por motivo de falla del arrancador, para lo cual tomamos los datos correspondientes a los tiempos utilizados:

Horas planificadas o estimadas	= 4 horas
Total de horas utilizadas	= 5.3 horas
Retrasos (tiempo de espera)	= 0.3 horas
Tiempo neto trabajado	= 5.0 horas

$$P = \frac{4}{5.3} \times 100\% = 75.40\%$$

Deberíamos procurar que se alcance una productividad que este en el rango comprendido entre 90.0% y 98%.

### 2.3. ORGANIGRAMA DE CAME S.A.

CAME S.A. Es una empresa dedicada a proyectos de construcción y mantenimiento de líneas y subestaciones de transmisión, sub transmisión, minicentrales eléctricas y pequeños sistemas eléctricos. Instalaciones y montaje de redes y subestaciones de media y baja tensión; subterráneas y aéreas en el sistema convencional y autoportante. Administración y control de perdidas, administración comercial.

Por otro lado dentro de la actividad minera ejecutamos montajes electromecánicos de los equipos de control y mando de las diferentes instalaciones en centros mineros.

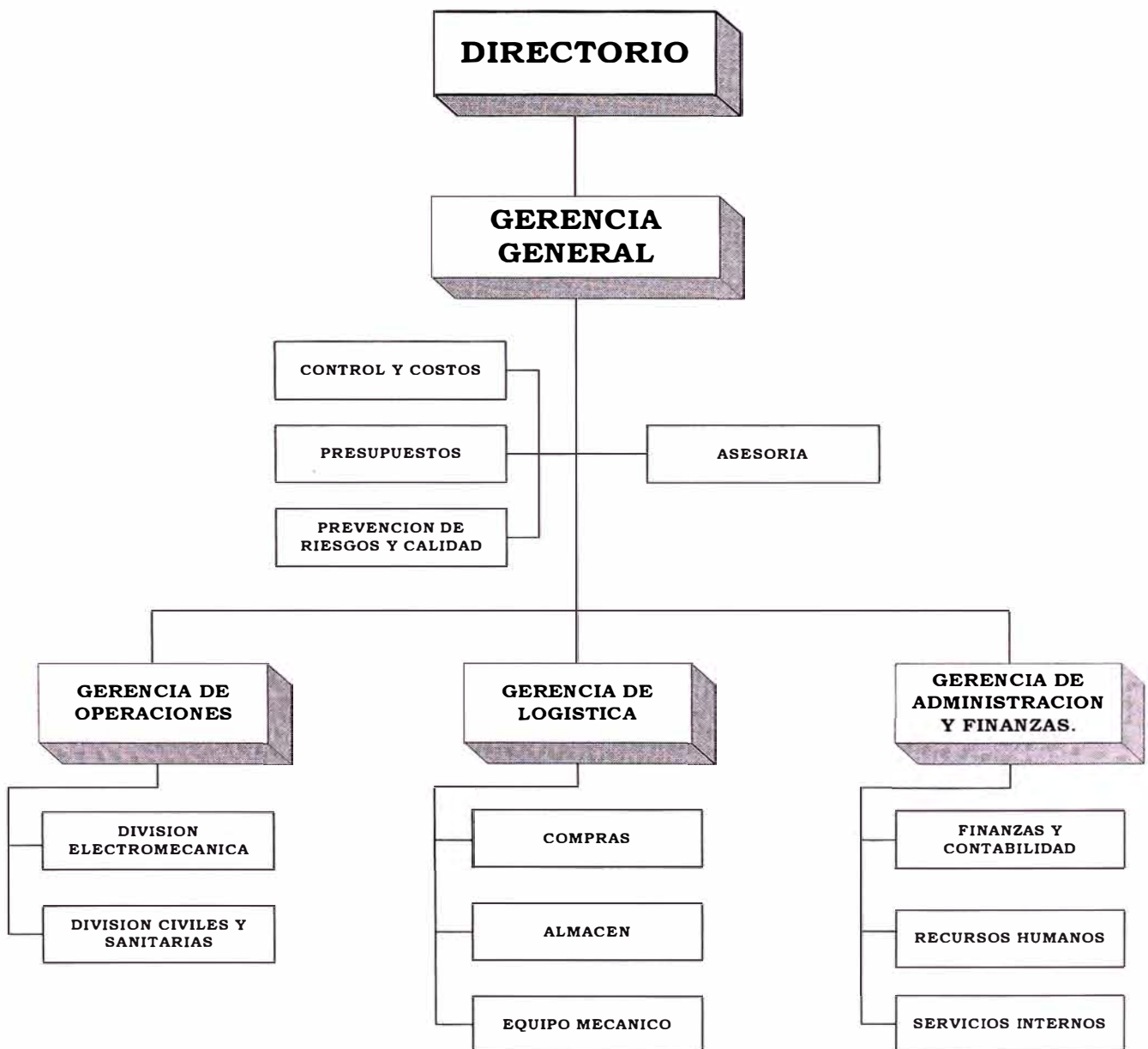
Desarrollamos así mismo proyectos civiles, sanitarios e integrales que tienen que ver con la industria en general.

Para ello CAME S.A. ha adoptado un organigrama como se detalla a continuación.



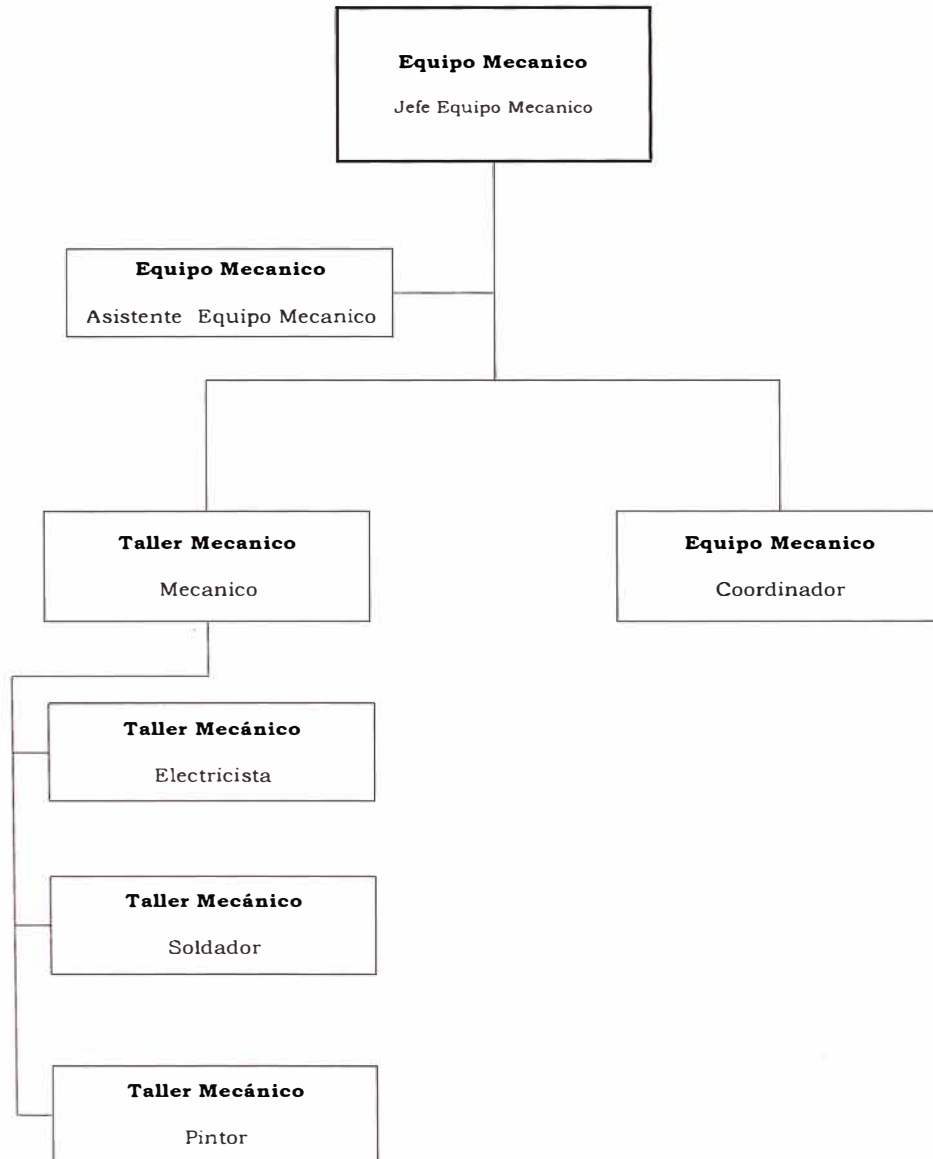
### 2.3.1. ORGANIGRAMA GENERAL DE CAME S.A.

El organigrama contempla la existencia de un Directorio, una Gerencia General y tres órganos de línea: Gerencia de Operaciones, Gerencia de Logística y gerencia de Administración y finanzas, tal y como se muestra a continuación:



### 2.3.2 ORGANIGRAMA DEL DEPARTAMENTO MECANICO DE CAME S.A.

El organigrama del Departamento Mecánico de CAME S.A. se muestra a continuación:



### 2.3.3 FUNCIONES GENERALES DEL DEPARTAMENTO MECANICO DE CAME S.A.

El Departamento Mecánico de CAME S.A. se encarga del mantenimiento de todas las unidades que soportan el proceso productivo de la empresa. Para cumplir

con este encargo contamos tanto con las maquinas y herramientas apropiadas, el espacio necesario para el desarrollo de nuestra labor y el personal especializado para tales efectos.

La responsabilidad del departamento Mecánico está referida a la operatividad de camiones, camionetas y autos.

#### **2.3.4 FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DEL INGENIERO DE MANTENIMIENTO (Jefe de Equipo Mecánico)**

El Jefe de Equipo Mecánico es responsable de desarrollar y asegurar el cumplimiento de los planes de mantenimiento y control de los equipos mecánicos.

Es responsable de la elaboración del Plan Anual de Mantenimiento (PAM) y lograr su respectiva aprobación en el directorio a más tardar la primera quincena de diciembre del año en curso. La implementación de este plan es a partir del primero de enero del año siguiente. Este Plan Anual de Mantenimiento contempla los Programas de Mantenimiento Específico (PME) para cada uno de los equipos de la empresa. Igualmente es responsable de la emisión de los diversos programas de trabajo.

El Jefe de Equipo Mecánico utiliza el Programa de Mantenimiento Específico de cada uno de los equipos para programar las actividades de mantenimiento de acuerdo al ritmo de la producción, así como la gestión de las requisiciones de materiales, herramientas y repuestos necesarios para dichos mantenimientos.

En el caso de los proyectos que se desarrollan en provincias la programación será realizada por los coordinadores adscritos a cada proyecto.

Aprueba las diversas programaciones específicas que contemplan distribución y asignación de tareas.

El Jefe de Equipo Mecánico y/o Asistente archivan la documentación referente al mantenimiento de los equipos. Para cada equipo del proyecto se registra la siguiente documentación básica. ( ver anexo ).

- Hoja de vida
- Diagnóstico Mecánico (Informe técnico)
- El Plan de Mantenimiento.
- Mantenimiento de Equipos
- Relación de Equipos de Producción Directa.

En el Caso de Equipos Menores, el Jefe de Equipo Mecánico coordina con el Jefe de Almacén el Programa de Mantenimiento a ejecutar.

### **2.3.5 FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DEL ASISTENTE DE EQUIPO MECANICO**

El Asistente de Equipo Mecánico o el responsable de Equipo en el proyecto deben informar mensualmente a la Jefatura de Equipo Mecánico, los reportes de horas-máquina indicando las horas que estuvo operando, en espera y en reparación.

Se encarga de elaborar las respectivas programaciones específicas, incluyendo la distribución y asignación de tareas contemplando la programación anual y las emergencias que se presenten.

### **2.3.6 FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DEL MECANICO DE MANTENIMIENTO**

El Mecánico inspecciona los equipos y verifica la condición de operatividad para programar el mantenimiento correctivo si fuese necesario, caso contrario ingresa a taller hasta próxima programación de uso.

El mecánico reporta diariamente el informe de su labor mediante el "Parte Diario de Mecánicos".

### **2.3.7 FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DEL ELECTRICISTA DE MANTENIMIENTO**

Revisar de modo programado y cuando las necesidades lo ameriten el sistema eléctrico de las unidades y mantenerlos en perfectas condiciones de funcionamiento.

Detectar las fallas eléctricas que hubiera y subsanarlas.

Preparar y presentar al ingeniero de mantenimiento los pedidos de repuestos necesarios para corregir las fallas presentadas.

Recoger los repuestos de almacén y ejecutar el programa de reparaciones que determine el ingeniero de mantenimiento.

Detallar por escrito y haciendo uso de los formatos respectivos los casos presentados en cada jornada laboral.

### **2.3.8 FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DE LOS OPERADORES**

Operar apropiadamente el equipo que esta a su cargo, obteniendo la mejor producción del mismo.

Confeccionar el parte diario de equipo según las instrucciones recibidas del ingeniero de mantenimiento, efectuar los reclamos de la maquina en forma oportuna.

Revisar diariamente el estado de la maquina antes de prender el motor haciendo uso de su hoja de chequeo.

Informar cualquier anomalía que se detecte en la unidad.

## **CAPITULO 3**

### **DIAGNOSTICO DE LA CALIDAD EN EL DEPARTAMENTO MECANICO DE CAME S.A.**

#### **3.1. CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS UNIDADES**

En los cuadros siguientes mostramos las unidades con las que cuenta la empresa. Se detalla las especificaciones técnicas de los mismos. Hay que precisar que estas unidades tienen gran variedad en cuanto a los años de fabricación.

La mayoría de unidades y dependiendo de su función tienen un historial en el que se detalla con cierto grado de precisión los mantenimientos a los que han sido sometidos en los últimos años. Ello incluye un ítem correspondiente a los costos asociados a la reparación respectiva.



### UNIDADES CON LAS QUE CUENTA LA EMPRESA

Items	Codigo	Clase	Placa	Marca	Modelo	Carrocería	Color	Ejes	N° Motor	N° Serie	Carga Útil
1	100	Station Wagon	SQ - 6271	Datsun	WNLA-10-XDL	Sedan	Beige	2	PJ-41037	WNLA10-A17028	
2	101	Automovil	AOD - 325	Toyota	Corolla	Sedan	Blanco	2	4E-1192354	ELA1-0218849	0.35
3	102	Automovil	BQC - 527	Tobota	Yans LX 11.3 Gas	Sedan	Azul Oscuro	2	2N22191352	JTDBW113600035812	0.435
4	120	Cmta Panel	QG - 2561	Fiat	Fiorino	Cabina Simple	Blanco	2	1683428	ZFA14600000460904	0.62
5	121	Cmta Pickup	PGZ - 938	Mitsubishi	Dakar	Cabina Doble	Azul	2	4D56AJ0480	MMBJNK740XD038108	1185
6	122	Cmta Pickup	PGZ - 654	Mitsubishi	Dakar	Cabina Doble	Azul	2	4D56AH4464	MMBJNK740XD031549	1185
7	123	Cmta Pickup	PIH - 788	Mitsubishi	Dakar	Cabina Doble	Azul	2	4D56AY7167	MMBJNK7402D009479	1130
8	124	Cmta Pickup	PGZ - 652	Mitsubishi	Dakar	Cabina Doble	Azul	2	4D56AH4493	MMBJNK740XD031941	1185
9	125	Cmta Pickup	OQ - 1642	Nissan	UNLM-D21-SF	Cabina Doble	Blanco	2	Z24-011809W	UNMD21-A22434	0.75
10	126	Cmta Rural	RQD - 051	Toyota	Hiace	Metropolitano	Azul Oscuro	2	2L5171055	LH1147008902	1135
11	127	Cmta Rural	RIY - 366	Nissan	Homy	Metropolitano	Blanco Azul	2	TD27408918	VRMGE14112580	1120
12	128	Cmta Pickup	PIA - 612	Mitsubishi	Canter 20	Baranda	Blanco	2	4D30964569	FE301B560731	1500
13	129	Cmta Pickup	PGZ - 465	Hyundai	Porter	Baranda	Blanco	2	D4BAS925041	KMFFA17APSU197799	2000
14	130	Cmta Pickup	PGO - 789	Toyota	Hi Lux	Cabina Doble	Azul Oscuro	2	3L4100259	LN1060134622	1120
15	131	Cmta Pickup	PIF - 854	Toyota	Hi Lux	Cabina Doble	Azul Oscuro	2	3L4997585	JTFDE626X00049625	0.96
16	132	Cmta Pickup	PIJ - 388	Toyota	Hi Lux	Cabina Doble	Azul Oscuro	2	3L5230519	JTFDE626700081027	0.95
17	150	Camión	XO - 3526	Hyundai	Dump Truck	Volquete	Blanco	3	8DC4976728	KMCDB19YPMU009172	15000
18	151	Camión	XO - 1158	Mitsubishi	Canter 30	Brazo Telescopico	Blanco	2	4D33911500	FE33911500	1500
19	152	Camión	XI - 9393	Toyota	Dina	Baranda	Blanco	2	14D1126453	BU880010075	2000
20	153	Camión	XO - 2069	Mitsubishi	Canter 20	Baranda	Blanco	2	4D33967951	FE317BN560189	2000
21	154	Camión	WO - 7603	Mitsubishi	Canter Turbo	Baranda	Blanco	2	4D31P810384	FE214EA00276	2830
22	155	Camión	XQ - 3090	Hyundai	Super Turbo	Baranda	Blanco	2	D4AEV026852	KMFHA17EPWC109	4500
23	156	Camión	XO - 2061	Nissan	Condor	Grua Baranda	Blanco	2	FD46004788	H5NS41015156	3500
24	180	Ben - Track	YG - 1188	Volvo	N-1050	Cabina Simple	Celeste	3	61785	2476-J	2000
25	181	Camión	XI - 1286	Volvo	F 612	Grua Baranda	Blanco	2			9100
26	182	Camión	XQ - 6868	Hyundai	Cargo	Grua Baranda	Blanco	2	D6BJN080155	KMFLA17JPNU006046	5000
27	183	Camión	XQ - 1836	Volvo	F12	Grua Baranda	Blanco	4	1S122FH140180890	YV2H3A1G8MA360960	20000
28	184	Camión	XG - 3247	M. Benz	Unimog	Baranda	Blanco	2	3.56955E+15	WDB4371101W172956	1995
29	185	Camión	XG - 5089	Mitsubishi	FE44EXSLNF1	Baranda Rebatible	Blanco	2	4D31B13039	FE444EA68136	4000
30	186	Camión	XI - 2876	M. Benz	LAK - 1418/42	Volquete	Celeste	2	3.76962E+13	9BM384145SB079346	7080

Tabla 3.1- A



**UNIDADES CON LAS QUE CUENTA LA EMPRESA**

Items	Codigo	Llantas	Filtro Aceite	Cant.	Filtro C.	Cant.	Filtro Aire	Cant.	Bateria	Tamaño	Cant.	SOAT
1	100											09/09/2005
2	101											28/08/2005
3	102	175765 R 14 82 T		1		1		1	13	Chico	1	18/09/2005
4	120	185-70D x13	LF - 27	1	LFP 68	1	AFL - 2058	1	13	Chico	1	09/09/2005
5	121	700 x16 Chasqui 12 Lonas	LF 604	1	LFP 521	1	AFL 6900 HD	1	13	Grande	1	28/08/2005
6	122	700 x16 Chasqui 12 Lonas	LF 604	1	LFP 521	1	AFL 6900 HD	1	13	Grande	1	09/09/2005
7	123	750 x16	LF 604	1	LFP 521	1	AFL 6900 HD	1	13	Grande	1	29/08/2005
8	124	700 x16 Chasqui 12 Lonas	LF 604	1	LFP 521	1	AFL 6900 HD	1	13	Grande	1	28/08/2005
9	125	650 x 16	LF 3401	1	LFP 265	1	AFL 6902	1	13	Grande	1	28/08/2005
10	126	650 x 14 Chasqui 8 Lonas		1		1	AFL 4031	1	13	Grande	1	09/09/2005
11	127	650 x 14 / 185 R 14	LF 54	1	LFP 354	1	AFL 4031 HD	1	13	Grande	1	18/09/2005
12	128	700 x 15	LF838 / LFP68	1	PER 108	1	AFL 1201	1	13	Grande	1	09/09/2005
13	129	700 X15 75.50 X 13	LF 604	1	F 55175 Purolator	1	AF 10206	1	13	Grande	1	28/08/2005
14	130	750-15-LP Hi Miller	15600-41010	1	LFP 305	1	AFL 1050 HD	1	13	Grande	1	28/08/2005
15	131	750x16 Hi Miller - 12 Lonas	15600-41010	1	LFP 305	1	AFL 4170 HD	1	13	Grande	1	18/09/2005
16	132		15600 - 41010	1	23390-64480	1		1	13	Grande	1	28/08/2005
17	150	12 x 20	L 1900 Micronico/ PP256 Micronico Purolator	1	LFP 544	1		1				09/09/2005
18	151	750 x 16	LF 838 / LFP 833	1	LFP 68	1	AF 1201	1	13	Grande	2	09/09/2005
19	152	700 x 15 / 650 x 14	LF 3002	1	LFP 354	1	AFL 4801	1	13	Grande	2	09/09/2005
20	153	750 x 16	LF838 / LFP833	1	LFP 68	1	AFL 1201	1				28/08/2005
21	154	750 x 16	LF838 / LFP833	1	LFP 68	1	AF - 10124	1				09/09/2005
22	155	750 x 16	LF838 / LFP833	1	LFP 68	1	AF - 10124	1				09/09/2005
23	156	750 x 16	LF38 / LF 1	1	LFP 355	1	AF 1205	1				09/09/2005
24	180	12 x 20	LF 38	2	4669875	2	AFL 6463 HD	1	13	Grande	2	09/09/2005
25	181	11 x 20	L 50068	1	F 53125	2	AF 3447	1	13	Grande	2	28/08/2005
26	182	16 x 8.25	L 312	1	LFP 829	1	AF 10270	1	13	Grande	2	09/09/2005
27	183	12 x 20	46634-3	2	PC 42	2	AF 4942	1				09/09/2005
28	184	12 R 20 / 14.5R 20 XI	OX 150 D	1	C11860PL / KX 43	1	C 27585	1				09/09/2005
29	185	750 x16	LF833 / FL194	1	LFP 68	1	AFL 1204 HD	1	13	Grande	2	18/09/2005
30	186	12 x 20	LF - 38 Lys Exterior Largo	1	P 550860 Donaldson	2	S/m			Grande	1	09/09/2005

Tabla 1b

### 3.2. SITUACION ACTUAL

La situación actual del departamento mecánico se identifica mediante una diagnóstico de la misma. Esta es desarrollada con la participación de la propia organización de acuerdo con las metas y los plazos a ser alcanzados.

Elemento primordial en este proceso es formar un grupo de trabajo, que evalúe la situación de los distintos aspectos de la gestión del mantenimiento. Este grupo de trabajo, coordina con el Jefe de Mantenimiento y deberá estar compuesto por representantes de las áreas de ejecución del mantenimiento y otras a ésta directamente e indirectamente relacionadas (Operación, material, recursos humanos, capacitación y desarrollo, compras, procesamiento de datos, contabilidad, etc. Algunos de los cuales tendrán su participación limitada, solamente a los temas de su nivel de acción.

La metodología para el desarrollo de los trabajos esta compuesta por las siguientes etapas:

- Elaboración de un cuestionario que servirá como guía para desarrollar los trabajos de análisis.
- Visitas a las instalaciones, talleres y oficinas de las áreas de actuación del mantenimiento.
- Reuniones y debates con los profesionales directa o indirectamente incluido en el proceso de análisis.
- Consultas a la documentación en uso y determinación del flujo de información existente.
- Análisis a los procesos a ser administrados.

- Reuniones con los coordinadores de cada área para la discusión de las informaciones y elaboración del informe del diagnóstico.

La metodología nos permite conocer el status de cada área, identificando sus puntos débiles, la cual nos permitirá tomar acciones correctivas.

A continuación se examinarán los principales factores que se emplean en un esquema de Auditoría:

- Organización y personal.
- Productividad de la mano de obra.
- Capacitación de los técnicos.
- Administración y control del presupuesto.
- Control de almacenes, materiales y herramientas.
- Mantenimiento preventivo e historia del equipo.
- Medición del trabajo e incentivos.

### **3.3. SATISFACCION DEL CLIENTE**

Lograr la calidad en el mantenimiento y los objetivos de confiabilidad es responsabilidad del personal de mantenimiento. El esfuerzo combinado y la dedicación del personal de control de calidad, los supervisores de mantenimiento, y los técnicos (equipo mecánico) son esenciales para garantizar un mantenimiento de alta calidad y confiabilidad del equipo.

El Departamento Mecánico de CAME S.A. establece los sistemas: mantenimiento y reparación de vehículos, de control en computadora, de planificación, de organización de personal, de documentos y registros. Estos

sistemas están formados por personas, recursos, políticas y procedimientos, que interactúan en forma organizada para lograr o mantener los resultados esperados. Para tener clientes satisfechos, trabajar sin afectar la salud de los trabajadores, maximizar las utilidades, asegurar equipos, etc.

Es necesario tomar conciencia de la importancia de controlar la calidad de los productos de mantenimiento sin descuidar la seguridad de los trabajadores.

Consciente de que la seguridad de los trabajadores es lo más importante, CAME S.A. se preocupa por ofrecer las mejores condiciones de seguridad, procurando garantizar un trabajo Libre de Accidentes.

La filosofía de "Cero Accidentes" es nuestra estrategia de Prevención de Riesgos, basado en la técnica de mejoramiento continuo.

La gestión de Calidad, Seguridad y Salud se enmarca dentro de una visión global de nuestro entorno que incorpora la dimensión ambiental en los procesos que llevamos a cabo.

#### **3.4. IDENTIFICACION DE LAS ACTIVIDADES**

El desarrollo de un sistema adecuado de control de la calidad del mantenimiento es esencial para asegurar reparaciones de alta calidad, estándares exactos, máxima disponibilidad, extensión del ciclo de vida del equipo y tasas eficientes de producción del equipo.

Un mantenimiento efectivo, que reduzca al mínimo las averías y los defectos, será rentable al propiciar que los índices de operación mejoren, los costos se

reduzcan, los almacenamientos sean mínimos y, por tanto, que la productividad del personal aumente.

Por otro lado, el mantenimiento al prevenir y mantener los recursos en condiciones óptimas y rentables contribuye de manera importante a que los procesos de producción sean ambientalmente limpios, evitando la contaminación y garantizando la seguridad de los recursos humanos y físicos.

Es por lo tanto necesario que el personal de la empresa conozca la necesidad de los trabajos de mantenimiento y se involucre en algunas actividades de mantenimiento.

El conjunto total de actividades del mantenimiento comprende las medidas preventivas para impedir averías y medidas provocadas por las averías.

Entre las medidas preventivas podemos identificar las actividades de inspección y de conservación.

Las actividades o trabajos de reparación, en cambio, se llevan a cabo solamente cuando es de esperarse que haya una avería o cuando esta ya se ha producido.

#### **3.4.1. ACTIVIDADES DE INSPECCION**

Forma parte de la inspección toda las medidas que sirven para averiguar y evaluar el estado de los equipos de producción, tales como maquinas e instrumentos técnicos de trabajo. La inspección consiste en examinar si estos equipos o instrumentos están en buen estado y funcionan

correctamente. La inspección es una de las actividades preventivas fundamentales y propias del mantenimiento. Su carácter preventivo se manifiesta en el hecho de que las inspecciones se realizan a intervalos prefijados. Se puede fijar el intervalo según la cantidad de horas de funcionamiento de la maquina.

En la inspección se efectúan también controles en materia de seguridad y de contaminación ambiental. Todas las instalaciones de la empresa tienen que cumplir las normas vigentes de seguridad y preservación del medio ambiente. Estas actividades la efectúa diariamente el operador de la unidad, mediante el documento de inspección o de chequeo.

### **3.4.2. ACTIVIDADES DE CONSERVACION**

La conservación abarca todas las actividades que contribuyen a mantener en buen estado los recursos físicos. Los objetivos de los trabajos de conservación son:

- Mantener la capacidad de funcionamiento de los equipos y maquinaria, evitando que sufran fallas.
- Disminuir la frecuencia de fallas, aminorando el desgaste.

Las actividades de conservación tienen un carácter preventivo. Al igual que los trabajos de inspección hay que realizarlos a intervalos regulares de tiempo. También aquí los intervalos entre dos trabajos de conservación se pueden calcular de acuerdo con el tiempo calendario y la cantidad de horas de funcionamiento. Las medidas de conservación se desarrollan de acuerdo a un cronograma previamente establecido

### **3.4.3. ACTIVIDADES DE REPARACION**

Por trabajos de reparación se entiende todas las medidas que contribuyan a restaurar el estado de las maquinas si estas han sufrido una avería.

Existen dos tipos de reparaciones:

- La reparación planificada y
- la reparación no planificada.

#### **3.4.3.1 REPARACION PLANIFICADA**

La reparación planificada se lleva a cabo cuando en una inspección se ha constatado un estado que indique suponer que pronto va a sufrir una falla o que el equipo esta próximo a dejar de mantener su capacidad de calidad y/o en cantidad. En tales casos, se dispone generalmente de tiempo para planificar y preparar las medidas necesarias de mantenimiento. Esta tiene la ventaja de que la separación se pueda ejecutar en forma rápida y racional.

#### **3.4.3.2 REPARACION NO PLANIFICADA**

La reparación no planificada resulta necesaria cuando se produce una falla repentina que no se había previsto. La causa de este tipo de fallas puede hacer que se conviertan en fallas de material o de reparación. Antes que se haga la reparación propiamente dicha, es necesario examinar el tipo y la causa de la falla. Esto es lo que suele

llamarse comprobación del daño. Esta constatación permite determinar concretamente las reparaciones por efectuar y las medidas de conservación o mejoramiento por tomar para evitar su repetición.

### 3.5 ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD

#### 3.5.1 IDENTIFICACION DE LOS PROCESOS

El enfoque basado en procesos asegura que los elementos de entrada del proceso se definan y registren con el fin de proporcionar una base para la formulación de requisitos que pueda utilizarse para la verificación y validación de los resultados.

Un proceso es una secuencia de pasos (operaciones) que permiten transformar un conjunto de entradas o insumos en un conjunto de salidas o productos. Los procesos por su propia naturaleza también tienen un mecanismo de retroalimentación, lo que permite su mejora continua.

#### CICLO DE REALIMENTACION DE UN PROCESO

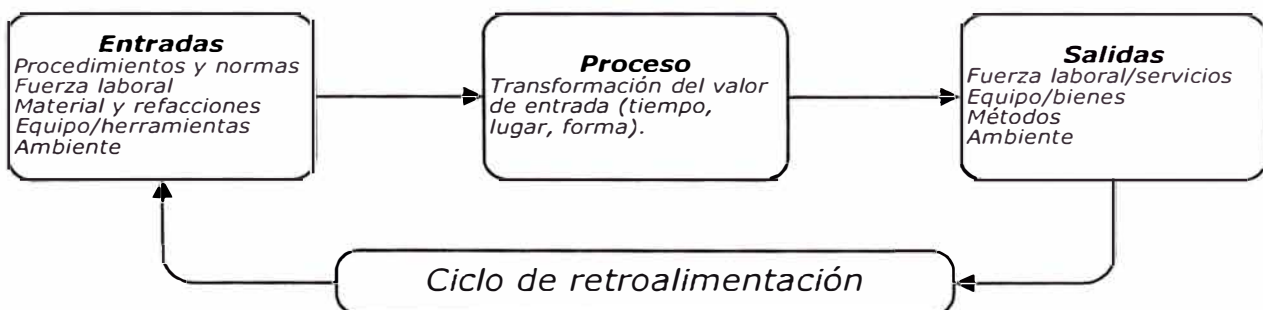


Figura 3.1

El departamento mecánico de CAME S.A., considera que las principales entradas al proceso de mantenimiento son las siguientes:



- a) Procedimientos y normas de mantenimiento.
- b) Personal.
- c) Materiales y refacciones.
- d) Equipo y herramientas.

Estas cuatro entradas son críticas para la calidad de trabajo de mantenimiento. El elemento clave para la calidad de trabajo de mantenimiento es desarrollar normas de calidad para trabajos críticos, no repetitivos. Así, si un trabajo no cumple la norma, se emplea un diagrama de causa y efecto para investigar las causas fundamentales del trabajo que esta por debajo de la norma.

#### **3.5.1.1 FACTORES RELACIONADOS CON LOS PROCEDIMIENTOS Y LAS NORMAS**

Los procedimientos y las normas se escriben 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. En ese sentido las operaciones son consideradas para los clientes internos.

Los siguientes son los principales factores que afectan la eficacia de los procedimientos y las normas:

- a) Calidad del procedimiento (su habilidad y/o capacidad para satisfacer los requerimientos del cliente).
- b) Documentación de los procedimientos y las normas.
- c) Adecuación de las normas para el ambiente de trabajo.
- d) Mecanismo para la mejora de los procedimientos y las normas.

### **3.5.1.2 FACTORES RELACIONADOS CON EL PERSONAL**

El papel de 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 de trabajo de mantenimiento:

- a) Tamaño de la fuerza de trabajo
- b) Nivel de destrezas
- c) Capacitación
- d) Motivación
- e) Actitud
- f) Ambiente de trabajo
- g) Formación y experiencia.

### **3.5.1.3 FACTORES RELACIONADOS CON LOS MATERIALES**

Las características de los materiales obedecen a los requerimientos del cliente. Para ello el proveedor debe cumplir los requisitos predefinidos por el cliente, que en este caso es el departamento mecánico. El proveedor debe poder demostrar fehacientemente que colma las expectativas del cliente. Igualmente, la disponibilidad de los materiales cumpliendo los requisitos de calidad y en cantidades correctas en el momento correcto contribuye a la calidad del 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, manejo y despliegue de materiales.

#### **3.5.1.4 FACTORES RELACIONADOS CON LAS HERRAMIENTAS Y EL EQUIPO**

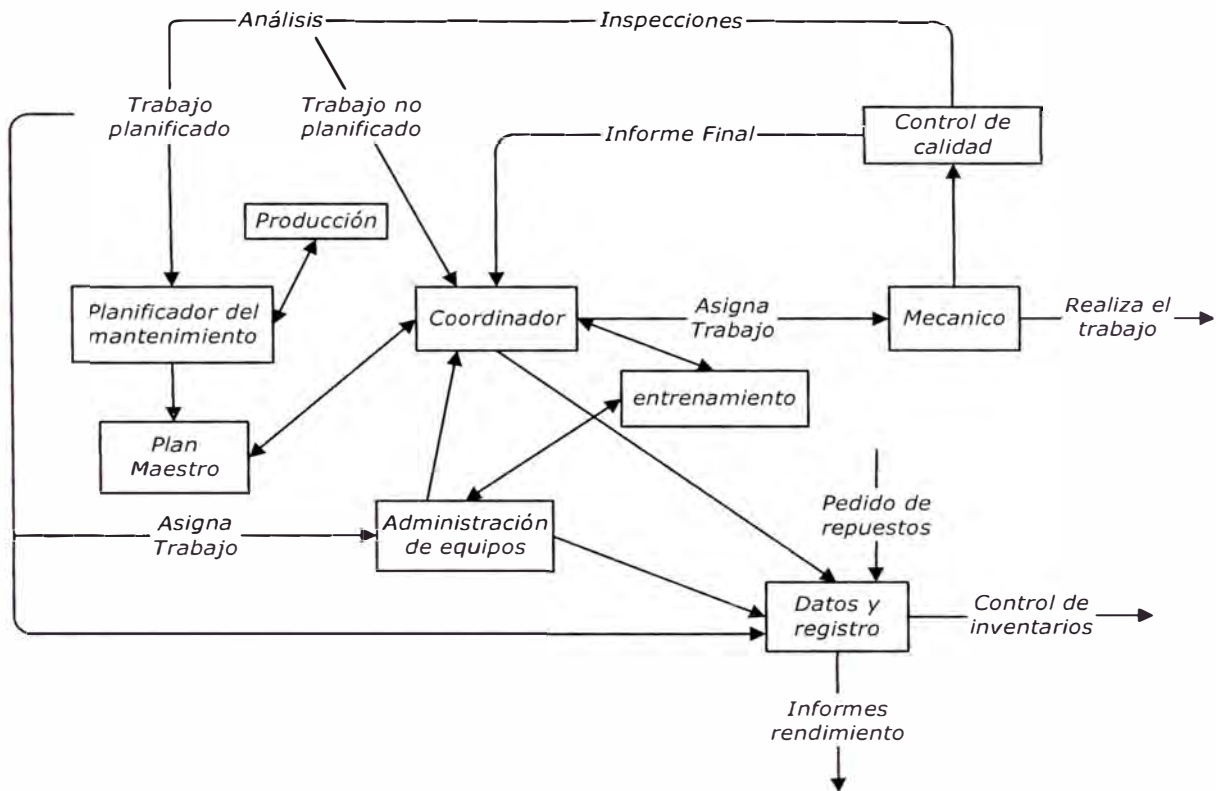
La disponibilidad de equipo y herramientas para realizar el mantenimiento de producción puede ser un factor limitante en algunas circunstancias. Un caso puede ser la exactitud de los instrumentos de calibración y precisión que podría tener un impacto significativo en la calidad de los trabajos de mantenimiento.

Los factores que afectan la disponibilidad del equipo y herramientas correctos incluyen en el presupuesto, la prontitud operativa, la capacitación, la compatibilidad y el número disponible. Estos factores podrían constituir una lista inicial para una sesión de lluvias de ideas para el impacto de la disponibilidad del equipo y las herramientas en la calidad del trabajo de mantenimiento.

#### **3.5.2 DETALLE DE LA SECUENCIA E INTERACCION DE LOS PROCESOS**

La secuencia e interacción de los procesos de mantenimiento son como se muestra en la figura siguiente:

### INTERACCION DE LOS PROCESOS



**Grafico 3.2**

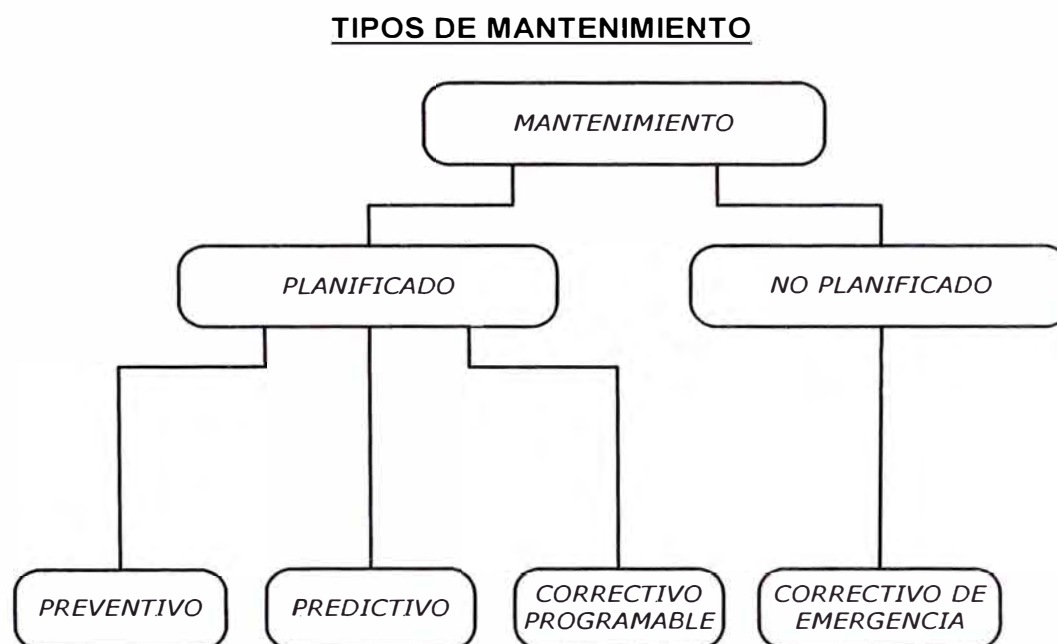
### 3.5.3 DEFINICION DE LOS METODOS PARA GARANTIZAR QUE LA OPERACIÓN Y EL CONTROL DE ESTOS PROCESOS SEAN EFICACES

Para realizar una buena operación y control de mantenimiento es necesario definir algunos conceptos y métodos utilizados en el proceso de mantenimiento como son:

- Tipos de mantenimiento
- Tareas de mantenimiento (programación)
- Tiempos de ejecución
- Recursos
- Costos.

### 3.5.4 TIPOS DE MANTENIMIENTO

Los principales tipos de mantenimiento que consideramos en el Departamento Mecánico de CAME S.A. son:



**Figura 3.3**

#### 3.5.4.1 MANTENIMIENTO PLANIFICADO

El mantenimiento planificado es un esfuerzo integrado para convertir la mayor parte del trabajo en mantenimiento programado.

El mantenimiento planificado es el trabajo que se identifica mediante el mantenimiento Preventivo y Predictivo. Incluye las inspecciones y el servicio de trabajos que se realizan a intervalos recurrentes específicos. También incluye el mantenimiento con base en las condiciones.

En el mantenimiento planificado, todas las actividades se planean previamente. Esto incluye la planeación y abastecimiento de materiales. La planeación de los materiales permite una programación más confiable. El mantenimiento planificado ofrece un enfoque acertado para el mantenimiento y cumplir con los objetivos establecidos.

#### **3.5.4.1.1 Mantenimiento Preventivo**

El Mantenimiento Preventivo se definió como una serie de tareas planeadas previamente, que se llevan a cabo para contrarrestar las causas conocidas de fallas potenciales de las funciones para las que fueron creadas los activos. Puede planearse y programarse con base en el tiempo, el uso o la condición del equipo.

Es el enfoque preferido frente al mantenimiento correctivo por cuatro razones principales:

- La frecuencia de fallas prematuras puede reducirse mediante una lubricación adecuada, ajustes, limpieza e inspecciones promovidas por la medición del desempeño.
- Si la falla no puede prevenirse, la inspección y la medición periódica pueden ayudar a reducir la severidad de la falla.
- En donde podamos vigilar la degradación graduable una función o un parámetro, como la calidad de un producto o la vibración de una máquina, puede detectarse el aviso de una falla inminente.
- Finalmente, hay importante diferencias en costos tanto directos (por ejemplo: materiales) como indirectos (por ejemplo: perdidas de producción) debido a una interrupción no planeada. Este tipo de interrupción a menudo provoca

un gran daño a los programas de producción y a la producción misma. Por otro lado, el costo real de un mantenimiento de emergencia es mayor que uno no planeado ya que la calidad de la reparación puede verse afectada de manera negativa bajo la presión de una emergencia.

Si el mecanismo dominante de falla se basa en el tiempo entonces las tareas de mantenimiento tienen que basarse en el tiempo. Si por otra parte, la probabilidad de una falla es constante independientemente del tiempo, la edad o el uso, y existe una demanda gradual desde el principio de la falla, entonces las tareas de mantenimiento pueden basarse en las condiciones. Las tareas basadas en el tiempo se justifican si un restablecimiento o un reemplazo periódicos de componentes restablecen el equipo al estado en que pueda realizar las funciones para las que fue creado.

El mantenimiento basado en el tiempo es técnicamente factible si la pieza tiene una vida promedio identificable. La mayoría de las piezas sobreviven dicha edad y la acción restablece la condición de la pieza a su función deseada.

El mantenimiento basado en las condiciones es técnicamente factible si es posible detectar condiciones o funcionamiento degradado, si existe un intervalo de inspección práctico, y si el intervalo de tiempo es suficientemente grande para permitir acciones correctivas o reparaciones.

**Ventajas:**

- Disminución de paradas imprevistas.
- Mejor conservación del equipo mecánico.
- Se reduce las horas extras del Personal de Mantenimiento.

- Disminución de reparaciones grandes.
- Mejoramiento en las condiciones de seguridad.
- Costo de mantenimiento preventivo menores que el correctivo.

#### **3.5.4.1.2 Mantenimiento Predictivo**

El Mantenimiento Predictivo es una modalidad avanzada del Mantenimiento Preventivo para diagnosticar en forma precisa las condiciones del equipo, mediante equipos sofisticados de medición y ensayo no destructivos a partes del equipo que son muy costosas o a las que no se les puede permitir fallar en forma imprevista, debido a los riesgos para el operario o por las altas pérdidas que se producirían en caso de avería.

Usualmente la mayoría de las inspecciones deben realizarse con el equipo en funcionamiento para no causar paros en la producción.

El Mantenimiento Predictivo sirve de base informativa para realizar los programas de Mantenimiento Preventivo.

#### **3.5.4.1.3 Mantenimiento Programado**

En este mantenimiento, las piezas que se van desgastando en los recursos físicos se cambian o reparan de manera preventiva, de acuerdo con un plan prefijado, siguiendo intervalos fijos u otros datos como los estadísticos o los del fabricante. Hay que tener presente que la reparación preventiva es independiente de la inspección.

Aunque este sistema es mejor que el correctivo, una de sus desventajas consiste en desarmar o desmontar piezas que están



funcionando bien, para hacer el mantenimiento de las piezas programadas. Conviene completar esta estrategia con trabajos de conservación e inspección.

#### **3.5.4.1.4 Mantenimiento Correctivo**

Se aplica en un determinado momento, es decir, se reparan los recursos físicos solamente cuando fallan o se averían. Su objetivo es reparar el equipo que ha fallado lo más pronto y al menor costo posible.

Una de sus mayores desventajas consiste en que a medida que transcurre el tiempo, el desgaste del equipo será mayor, trayendo como consecuencia altos costos de operación, incremento de fallas, tiempos perdidos por paros y mal funcionamiento, reducción de la vida útil del equipo, inseguridad e incumplimiento en los programas de producción.

#### **3.5.4.2 MANTENIMIENTO NO PLANIFICADO**

Se refiere a los trabajos correctivos de emergencia que deberá realizarse el mismo día. El mantenimiento de emergencia, por su naturaleza, permite muy poco tiempo para su planeación. Se deberá reducir al mínimo la cantidad de trabajo de emergencia y no deberá exceder el 10% del trabajo total de mantenimiento.

### 3.5.5 TAREAS DE MANTENIMIENTO

Las tareas abarcan la elaboración de planes de trabajo para los trabajos de inspección, conservación y reparación, tanto los asignados a los usuarios como al personal de mantenimiento.

Para realizar las tareas es necesario elaborar planes de trabajo:

- Para trabajos que se repitan periódicamente,
- Para trabajos que se repitan en forma irregular,
- Para trabajos de reparación que ocurran una sola vez.

Los planes de trabajo para trabajos que se repitan periódicamente se elaboran una sola vez y se pueden utilizar muchas veces nos referimos al programa de mantenimiento preventivo.

En el plan de trabajo en general debemos de considerar:

- El tipo de trabajo (inspección, conservación, reparación)
- Las herramientas necesarias.
- Los repuestos y demás materiales que se necesiten.
- El lugar de ejecución de trabajo.
- La persona o personas que deban ejecutar el trabajo.

### 3.5.6 TIEMPOS DE EJECUCION

Consiste en calcular el tiempo que requiere los trabajos de mantenimiento. El tiempo prefijado e esta manera para trabajos de conservación, inspección y reparación se incorporan en los planes de trabajo. El cálculo del tiempo se puede efectuar de las siguientes maneras:

- Apuntándolo uno mismo y registrándolo,
- Estimando y comparando,
- Utilizando catálogos de datos cronométricos.

### **3.5.7 RECURSOS**

Los recursos más importantes son los talleres y los almacenes.

Los demás recursos que hay que planificar son los siguientes:

- Recursos físicos,
- Personal,
- Material.

### **3.5.8 COSTOS DE MANTENIMIENTO**

Su objetivo es lograr que el mantenimiento resulte lo mas económico posible. Para esto hay que registrar los costos en forma completa y sin errores.

Los informes de los costos indicaran los programas de reducción que más se necesitan. La reducción de los costos tiene que ser un esfuerzo permanente de todos los involucrados en las actividades del departamento mecánico.

Los costos de mantenimiento comprenden:

- a) El costo directo de mantenimiento, que es el costo de la mano de obra, las refacciones, los materiales, el equipo y las herramientas.
- b) Costo de redundancia debido a equipos de respaldo.
- c) Costo de deterioro del equipo por falta de mantenimiento adecuado.
- d) Costo de mantenimiento excesivo.

Casi toda la información sobre los costos esta disponible en las ordenes de trabajo. Se deben entregar mensualmente un resumen de los costos de mantenimiento por orden de trabajo.

La información de los costos de operación y mantenimiento nos permiten conocer:

- El rendimiento de las máquinas.
- Alteraciones en el ritmo previsto.
- Las cifras de los costos reflejan la eficiencia del personal.

## **CAPITULO 4**

### **PLAN DE IMPLEMENTACION**

#### **4.1 IDENTIFICACION DE LOS MECANISMOS PARA GARANTIZAR QUE LOS RECURSOS E INFORMACION PARA LAS OPERACIONES ESTEN DISPONIBLES**

Para garantizar que los recursos e información estén disponibles tendremos que realizar una planeación.

Cuando hablamos de planeación en el contexto de mantenimiento nos referimos al proceso mediante el cual se determina y prepara todo los elementos requeridos para efectuar una tarea de mantenimiento antes de iniciarlo.

El proceso de planeación comprende todas las funciones relacionadas con la preparación de la orden de trabajo, lista de materiales, requisición de compras, los estándares de tiempo y todos los datos necesarios antes de programar y liberar una orden de trabajo.

Durante el procedimiento de la planeación tendremos que tener presente:

- a) Tipos y contenidos de trabajo (tipos de mantenimiento).

- b) Desarrollo del plan de trabajo, esto comprende la secuencia de actividades en el trabajo y el abastecimiento de los mejores métodos y procedimientos para realizar el trabajo.
- c) Establecer el tamaño de la cuadrilla para el trabajo.
- d) Planear y solicitar repuesto.
- e) Verificar si se necesitan equipos y herramientas especiales y obtenerlos.
- f) Revisar los procedimientos de seguridad.
- g) Establecer prioridades para el trabajo de mantenimiento (de emergencia, urgente, programado)
- h) Elaborar y liberar ordenes de trabajo.
- i) Revisar los trabajos pendientes.
- j) Controlar los costos.

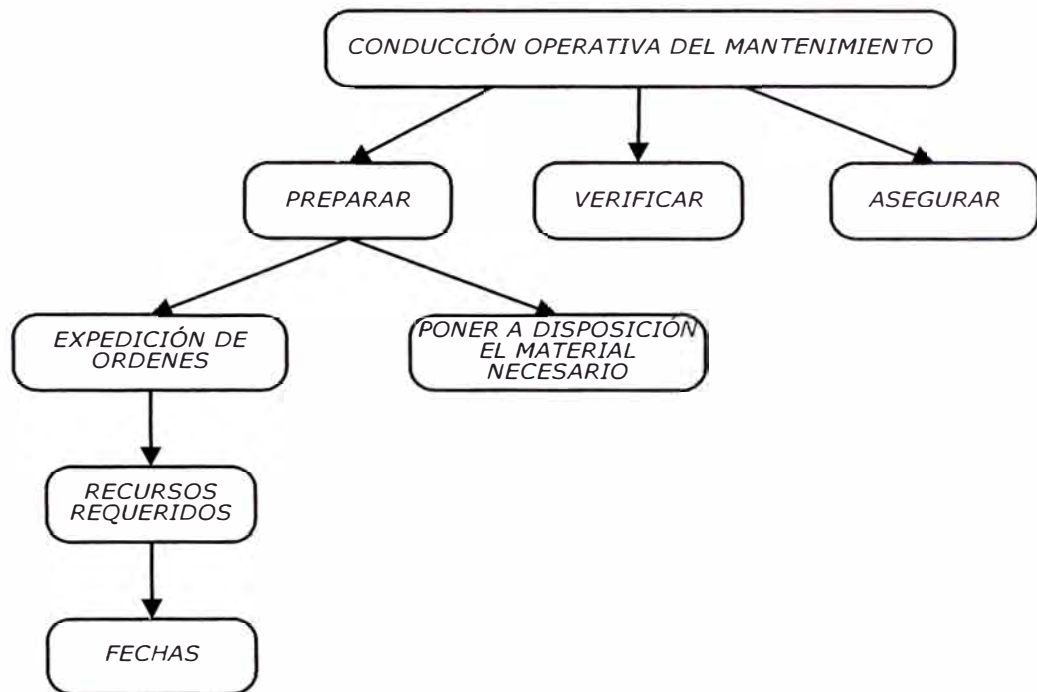
## **4.2 SEGUIMIENTO MEDICION Y ANALISIS DE LOS PROCESOS**

Hay que conducir operativamente los trabajos de mantenimiento basándose en la planificación.

La conducción operativa la constituyen todas las medidas y mecanismos que, de acuerdo con los planes de trabajo ya elaborados, son necesarias para atender las ordenes de realización de trabajo de mantenimiento. La conducción operativa tiene que crear las condiciones requeridas para los trabajos de mantenimiento planificados los mismos que se deben llevar a cabo de acuerdo con los plazos previstos y las fallas de los recursos físicos puedan ser atendidas de inmediato.

Dicha conducción debe cumplir también una función controladora durante la ejecución y después de terminados los trabajos.

## CONDUCCION OPERATIVA DEL MANTENIMIENTO



**Grafico 4.1**

### **a) PREPARAR**

El primer paso para preparar consiste en la expedición de órdenes y elaboración de cronogramas de trabajo.

El segundo paso para preparar consiste en poner a disposición el material necesario.

Para ello hay que calcular el material requerido y ocuparse de que el material que se necesite para ejecutar el trabajo sea entregado a tiempo por los almacenes. Para ello hay que saber cuantos repuestos de este tipo se tienen en existencia. Hay que determinar que repuestos se necesita para una reparación determinada.

De esta manera se llega a saber si hay que requerirlos o si se puede disponer inmediatamente de ellos. Hay que darles a los almacenes las informaciones necesarias para que proporcionen los repuestos correspondientes cuando llegue la fecha fijada para hacer la reparación prevista.

## **b) VERIFICAR**

La función de verificar consiste en constatar el estado real que existe antes de la ejecución de los trabajos y durante su realización.

Antes de iniciar los trabajos de mantenimiento, hay que controlar si se dispone de los repuestos y materiales necesarios. Además, hay que examinar si ya están preparados los recursos físicos que se necesitan para realizar el trabajo.

Durante la ejecución del mantenimiento, hay que controlar el cumplimiento de las fechas y, dado el caso, también los tiempos prefijados en la planificación.

Para verificar los tiempos prefijados, el obrero que está ejecutando el trabajo puede encargarse de anotar la duración de cada una de las operaciones.

El control de los trabajos de mantenimiento, especialmente después de que se ha realizado una reparación, abarca también la verificación del funcionamiento, una vez terminado los trabajos.



En esencia, se debe hacer una inspección del equipo, una vez que haya sido reparado y controlar que el estado real haya quedado dentro del estado teórico requerido.

El supervisor tendrá que controlar, además, que en el desarrollo del trabajo se cumplan las normas de seguridad.

Así mismo se deberá supervisar los costos de los trabajos de mantenimiento, para que no se sobrepasen los costos planificados.

Jamás deberá ocurrir que para ahorrar tiempo, o por comodidad u otros motivos similares, se dejen de cumplir las normas y se pongan en peligro al personal o los recursos físicos.

### **c) ASEGURAR**

Luego de hacerse la verificación, se procede a asegurar la conducción operativa. Se requiere solo cuando la verificación de la ejecución del trabajo ponga de manifiesto que hay desviaciones entre el estado teórico y el real; entonces la función de asegurar consistirá en disponer las medidas correctivas.

La actividad de asegurar consiste o bien en intervenir correctivamente en la ejecución de los trabajos de mantenimiento o, si esto no fuera posible, en modificar la planificación establecida, como también determinar el porque del daño y las medidas correctivas que eviten su repetición.

Se interviene en el proceso de trabajo también cuando, por un caso no se pueden cumplir los tiempos prefijados. Si es posible, se dedica más personal para poder cumplir con la fecha prevista.

### **4.3 MEJORA CONTINUA DE LOS PROCESOS**

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,
- Instalaciones, almacenes y material,
- Mantenimiento preventivo e historia del equipo y
- Sistema de información.

A continuación se presenta un programa paso a paso de mejora continua para los sistemas de mantenimiento. (Ver Fig.).

### DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA MEJORA CONTINUA DE LOS SISTEMAS DE MANTENIMIENTO

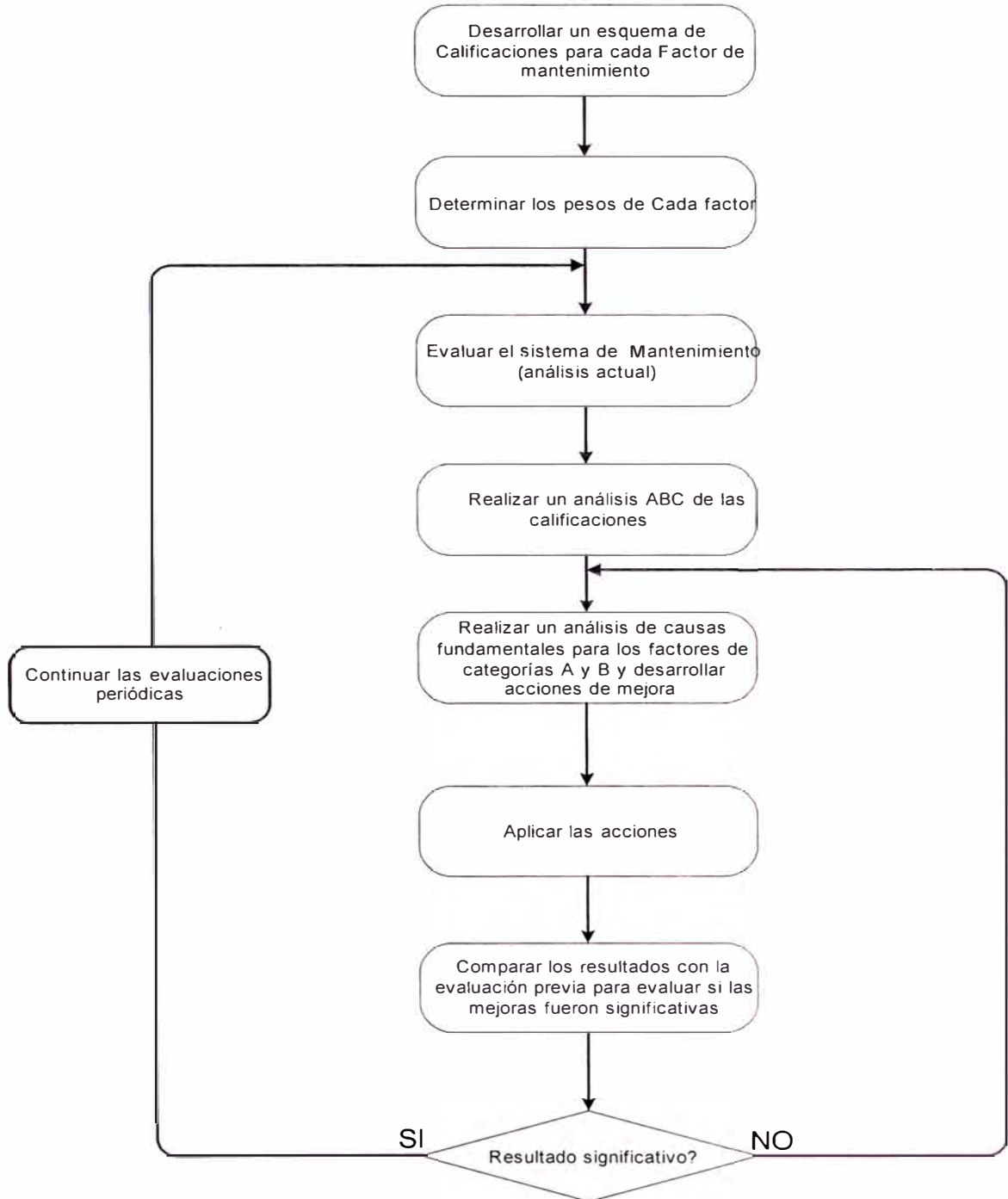


Grafico 4.2

## **PLAN DE MEJORA CONTINUA PARA LOS SISTEMAS DE MANTENIMIENTO**

La meta del programa es lograr establecer un sistema de mantenimiento productivo, basado en la mejora de los factores anteriores. El punto inicial en el diseño de este programa de mejora es evaluar el estado actual del sistema. Esta evaluación se realiza mediante un esquema de auditoria.

El primer paso es la calificación de los factores esenciales del sistema de mantenimiento.

El paso dos consiste en obtener una calificación de auditoria. Para obtener una calificación de auditoria debe determinarse el peso de cada factor o su contribución al sistema de mantenimiento.

El tercer paso del programa de mejora consiste en determinar los principales factores no productivos del sistema. Para este fin se hace uso del análisis ABC.

Después de la identificación de los factores cruciales no productivos del sistema, debe realizarse un análisis de causa y efecto para identificar éstas y de aplicarlas, puede repetirse el programa para volver a evaluar el sistema.

### **4.3.1 Diagrama de Pareto (Análisis ABC)**

El diagrama de Pareto es una herramienta utilizada en programas de mejoramiento de la calidad para identificar y separar en forma critica los factores que provocan la mayor parte de los problemas analizados también ayuda a establecer prioridades acerca de cual curso de acción es más benéfico.

El diagrama de Pareto es un gráfico de dos dimensiones que se construye listando las causas de un problema en el eje horizontal, empezando por la izquierda con aquellas que tienen un mayor efecto sobre el problema y van disminuyendo en orden de magnitud. El eje vertical se dibuja en ambos lados del diagrama: El lado izquierdo representa la magnitud del efecto provocado por las causas, mientras que el lado derecho refleja el porcentaje acumulado de efectos de las causas empezando por la de mayor magnitud.

Pareto, observó que el 80% de los efectos de un problema se debe solamente el 20% de las causas involucradas.

#### **4.3.2 Diagrama de causa y efecto (Espina de pescado)**

Estos diagramas representan un conjunto de causas potenciales que podrían estar provocando el problema bajo estudio o influenciando en una determinada característica de calidad.

Un diagrama de causa y efecto puede utilizarse como herramienta para identificar las razones de una eficacia por debajo de las normas de mantenimiento.

El diagrama de causa y efecto conocido también como espina de pescado (por la forma que adquiere), ha sido utilizado para clasificar las causas y organizar relaciones mutuas, el efecto se considera de la calidad que necesita mejora, y las causas son los factores de influencias.

El diagrama causa y efecto puede utilizarse en la administración e ingeniería de mantenimiento para identificar las causas de:

- a. Baja productividad de los trabajadores.
- b. Excesivo tiempo muerto.
- c. Descompostura recurrente.
- d. Repetición de trabajo.
- e. Trabajos pendientes.
- f. Excesivos errores en el registro de datos, etc.

Se recomienda que las causas potenciales se clasifiquen en 6 categorías, que comúnmente se le conoce como las 6 M's:

- a. Materiales.
- b. Maquinarias.
- c. Métodos de trabajo.
- d. Medición.
- e. Mano de obra.
- f. Medio ambiente.

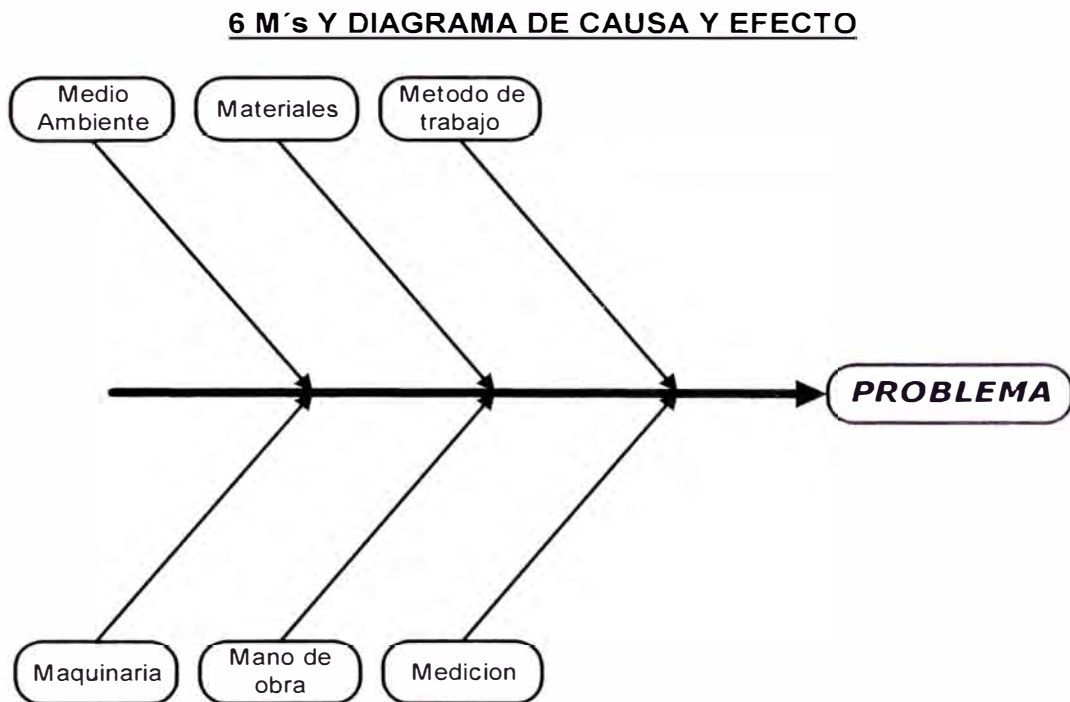
Los pasos para la elaboración de un diagrama causa – efecto son:

Paso 1.- Decidir cual es el problema a analizar lo cual se hace normalmente mediante el uso del diagrama de Pareto.

Paso 2.- Escriba las características seleccionada en un recuadro en el lado derecho de una hoja y dibujar una flecha gruesa que comienza en lado izquierdo y apunte hacia el recuadro.

Paso 3.- Escribir los factores principales que se cree podrían estar causando el problema en cuestión, de acuerdo con la clasificación ya mencionada de las 6 M's; puede incluir cualquier otra categoría que considere ayude a un mejor entendimiento del problema.

Paso 4.- En cada rama según la categoría de que se trate, se debe escribir con el mayor nivel de detalle las causas que considere podrían estar provocando el problema.



**Grafico 4.3**

#### **4.3.3 Plan de acción correctiva**

Las acciones deben ser específicas y estar alineadas con los objetivos planteados, de acuerdo con la ingeniería de mantenimiento.

Para desarrollar un programa de mejoras es necesario corregir los factores críticos identificados en el análisis ABC. El análisis de causas fundamentales es una herramienta adecuada para identificar las causas y remediar los factores críticos.

La herramienta más poderosa para el análisis de causas fundamentales es el diagrama de causa y efecto. Es una herramienta formal para aislar las causas reales y fundamentales de un problema.

Determinadas las causas fundamentales desarrollaremos las acciones de mejora. Luego de aplicar las acciones correctivas comparamos los resultados para evaluar si las mejoras fueron significativas.

La siguiente exposición muestra el desarrollo de nuestro plan de mejoras. Ver cuadros siguientes).

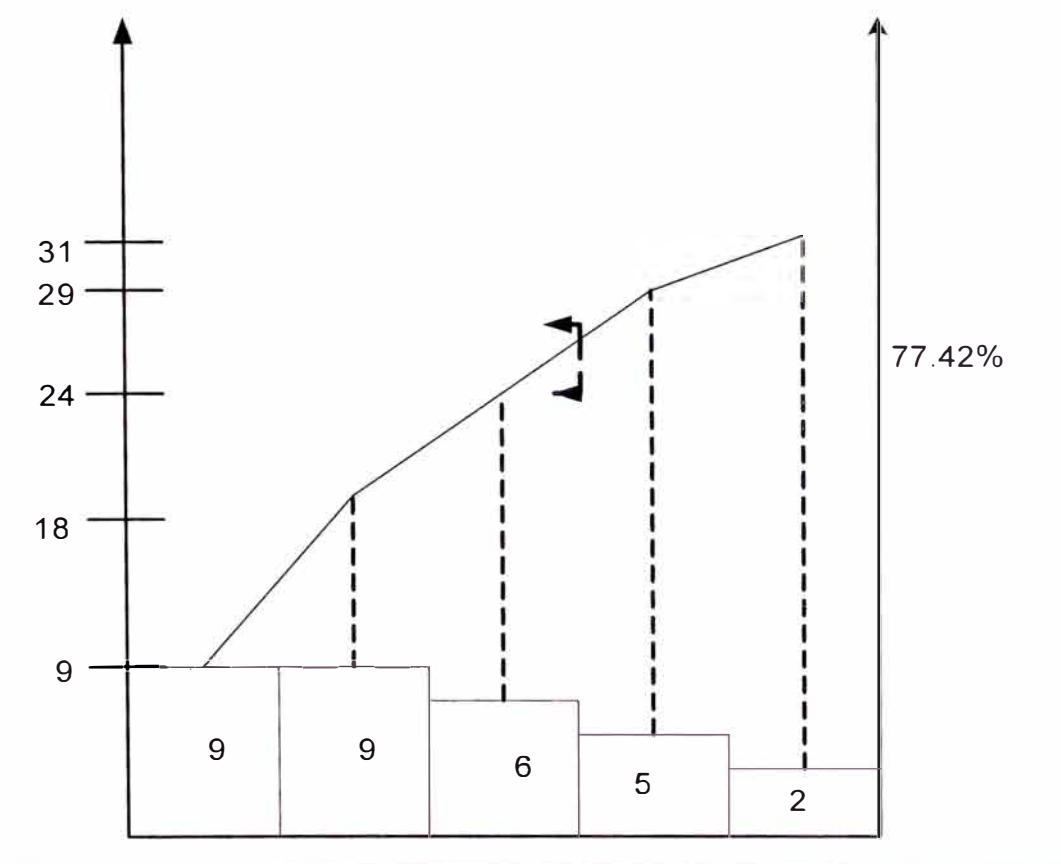
### PLANIFICACION Y PROGRAMACION

<b>PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN</b>										
<b>ASPECTOS A CONSIDERAR</b>	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
<i>Se planifica correctamente el proceso de mantenimiento, se elaboran métodos para la planificación de tiempos.</i>										x
<i>El trabajo cumple con las especificaciones , se usa hojas de trabajos, formulario de plan de trabajo</i>										x
<i>Se cuenta con recursos físicos bien equipados.</i>						x				
<i>Se planifica eficazmente los costos.</i>							x			
<i>Se coordina oportunamente con el área de producción</i>							x			
<i>Se tiene en cuenta la carga de trabajo de mantenimiento preventivo</i>			x							
			8			5	8			2
	<b>TOTAL : 38%</b>									

Tabla 4.1



## DIAGRAMA DE PARETO



**Grafico 4.4**

De acuerdo al diagnóstico y al diagrama de Pareto del área correspondiente, observamos que los problemas más importantes a resolver serán:

- Planificar correctamente las tareas de mantenimiento.
- Desarrollar trabajos que cumplan con las especificaciones técnicas.

**CAUSA Y EFECTO A TRAVÉS DE PARETO**

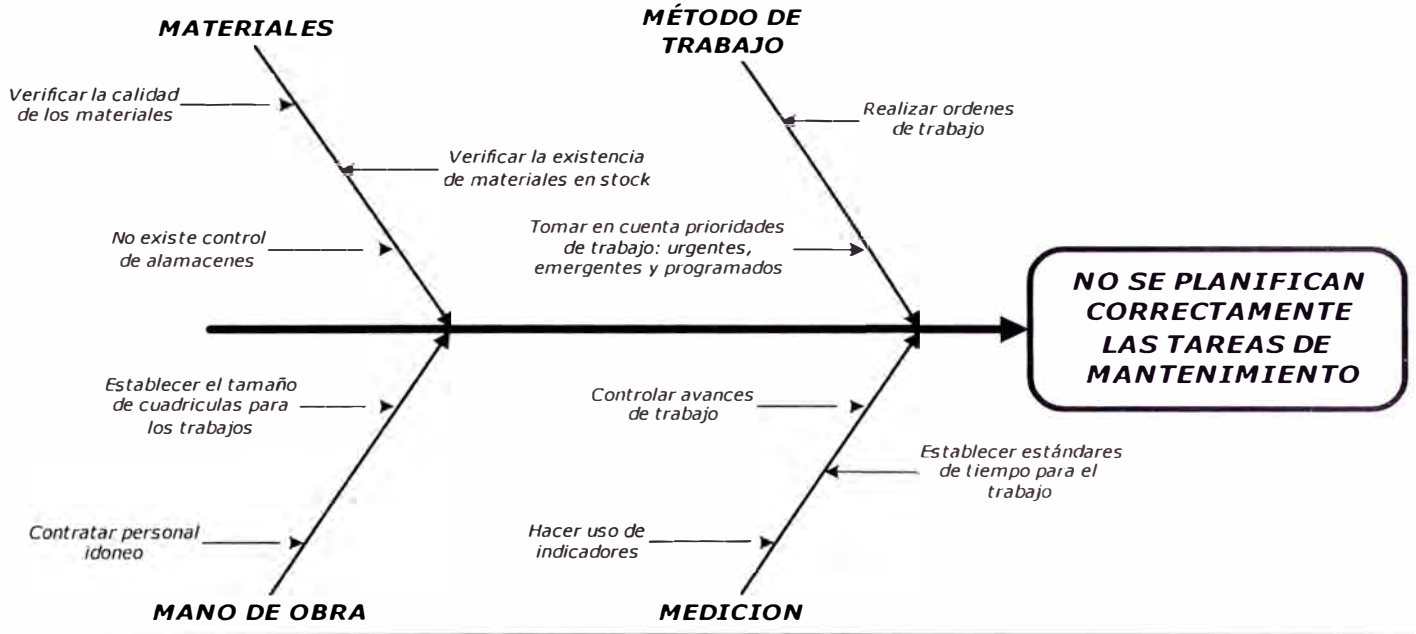


Grafico 4.5

**CAUSA Y EFECTO A TRAVÉS DE PARETO**

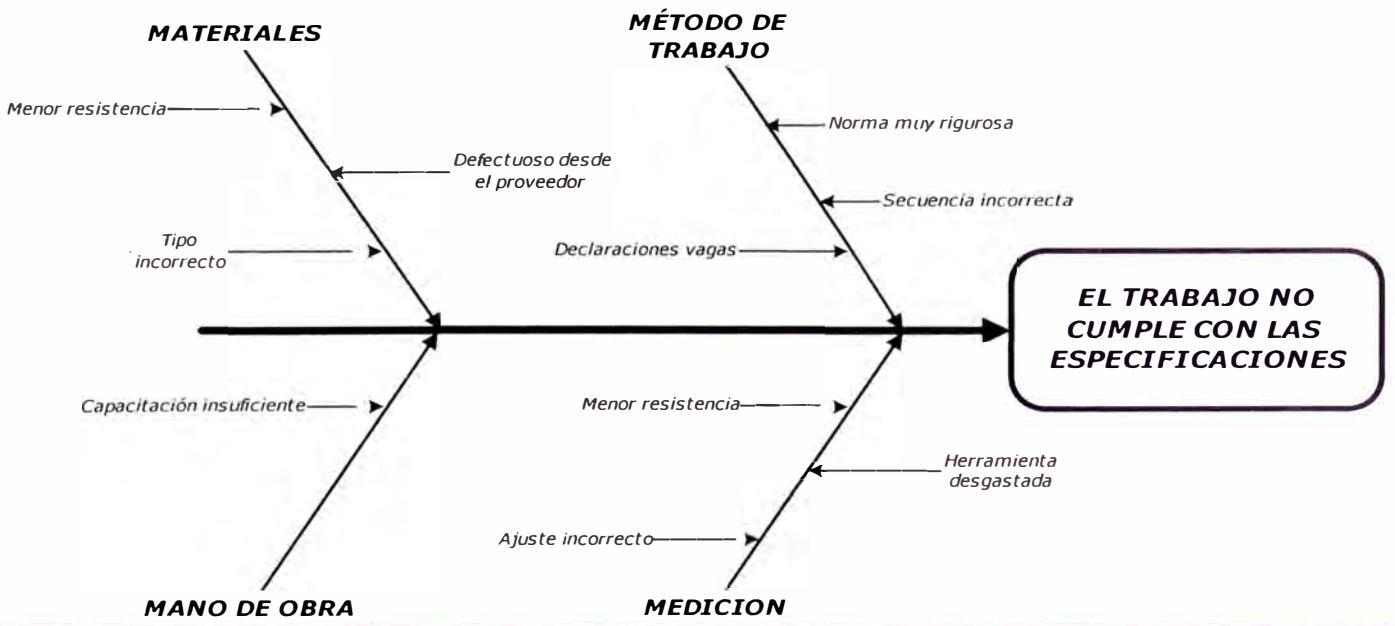


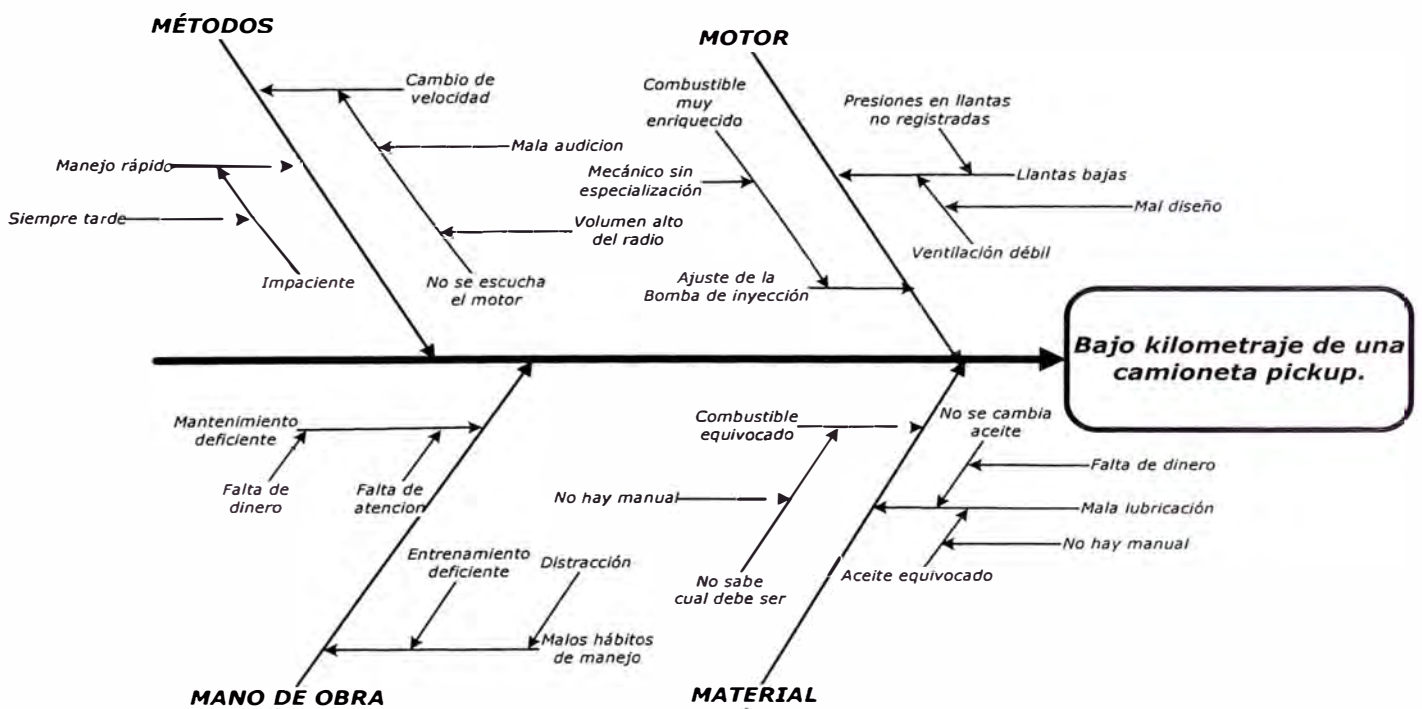
Grafico 4.6

De acuerdo al diagrama de causa y efecto tenemos que:

- Controlar los avances de trabajo.
- Realizar estándares de tiempo para los trabajos.
- Verificar la existencia de stock de los materiales.
- Contratar personal idóneo.
- Capacitar al personal.
- Hacer uso de indicadores

En un caso de la vida real aplicado en el departamento mecánico de a una camioneta pickup.

El análisis causa efecto arrojó el siguiente diagrama:



Ello evidencia, a modo de ejemplo, los problemas que presenta esta camioneta cuatro por cuatro. La metodología usada es aquella que involucra las 6M's y se logran identificar problemas a nivel de:

**Materiales.-** Los que tienen en su base la falta de efectivo y la falta de manuales.

**Mano de obra.-** los que tienen en su base problemas de entrenamiento deficiente y distracción y disposición de efectivo.

**Métodos.-** Que tiene en su base problemas de actitud por parte del personal.

**Medición.-** En este caso se enfrentan los problemas del motor. Los que nos lleva a detectar como causa la falta de especialización de los mecánicos y el no uso de manual y procedimientos.

#### 4.4 RESULTADOS

El adaptar las actividades del departamento mecánico de CAME S.A. a la NTP 9001 genera beneficios internos para el equipo y oportunidades con relación al entorno de la empresa.

Se reducen sustancialmente las actividades correctivas y se ha elevado el indicador de disponibilidad de los equipos.

En términos genéricos los beneficios internos incluyen:

- Enfoque basado en procesos de nuestras actividades .
- Trabajo orientado a la satisfacción del cliente.
- Toma de decisiones basados en el conocimiento.
- Mejores condiciones de trabajo para el personal
- Mayor motivación por parte del personal.
- Costos debido a fallas internas y externas se reducen.
- Mejora continua

El avance de los trabajos se controlan en base al hecho de que las actividades están documentadas y relacionadas al Sistema de Gestión de la Calidad. En ella se estiman los tiempos necesarios para cada actividad. Los indicadores de disponibilidad y productividad permiten el aseguramiento de la calidad.

Por otro lado el personal del Departamento Mecánico de CAME S.A. se encuentra familiarizado con los requisitos del Sistema de Calidad.

La capacitación del personal a través de la contratación de consultores y motivadores especializados es un elemento que contribuye a mejorar continuamente la calidad.

A nivel de nuestros clientes los beneficios son los siguientes:

- Nuestros clientes internos tienen mayor confianza en que recibirán productos conforme a sus requerimientos.
- Ello redundará en la mayor satisfacción de nuestro cliente.
- Mejor imagen del Departamento Mecánico

## CAPITULO V

### INDICADORES Y ESTRUCTURA DE COSTOS

#### 5.1. APLICACIÓN DE LOS INDICADORES

Los indicadores de desempeño son los que nos van a permitir evidenciar el trabajo realizado. Estos indicadores han sido precisados en el Capítulo II.

La Disponibilidad (D) de los equipos inicialmente se encontraba en el orden del 81.01%. Actualmente la disponibilidad de los equipos bordea el 87%, como se muestra en el cuadro siguiente:

#### MONITOREO DE LA DISPONIBILIDAD

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
HDO	8,748.0	8,852.0	8,590.0	8,693.0	8,795.0	8,815.0
HNO	2,052.0	1,948.0	2,210.0	2,107.0	2,005.0	1,985.0
HT	10,800.0	10,800.0	10,800.0	10,800.0	10,800.0	10,800.0

	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
HDO	8,912.0	9,226.0	9,315.0	9,486.0	9,624.0	9,712.0
HNO	1,888.0	1,574.0	1,485.0	1,314.0	1,176.0	1,088.0
HT	10,800.0	10,800.0	10,800.0	10,800.0	10,800.0	10,800.0

#### LEYENDA:

HDO Horas de Operación  
HNO Horas de No Operación  
HT Horas totales

**Tabla 5.1**

**VARIACION DE LA DISPONIBILIDAD**

	THD	DISPONIBILIDAD
ENE - JUN	52.493.0	81.01%
JUL - DIC	56,275.0	86.84%
TOTAL HORAS	64,800.0	

**LEYENDA:**

THD Total de horas disponibles

**Tabla 5.2**

En cuanto a la Productividad (P) del Departamento Mecánico como equipo que enfrenta los problemas de mantenimiento se precisa que esta ha mejorado llegando a situarse en el 85.18% habiendo estado en el orden del 80%.

Esto se evidencia en los cuadros mostrados a continuación:

**MONITOREO DE LA PRODUCTIVIDAD**

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
TE	4,042.0	3,922.0	4,012.0	4,024.0	4,048.0	3,986.0
TA	940.0	1,011.0	1,072.0	1,012.0	1,038.0	934.0
TUR	4,982.0	4,933.0	5,084.0	5,036.0	5,086.0	4,920.0

	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
TE	4,010.0	4,090.0	4,216.0	4,192.0	4,280.0	4,320.0
TA	652.0	708.0	776.0	709.0	815.0	709.0
TUR	4,662.0	4,798.0	4,992.0	4,901.0	5,095.0	5,029.0

**LEYENDA:**

TE Tiempo estimado  
 TA Tiempo adicional  
 TUR Tiempo utilizado realmente

**Tabla 5.3**



### VARIACION DE LA PRODUCTIVIDAD

	<i>TET</i>	<i>TTUR</i>	<i>RENDIMIENTO</i>
<b>ENE - JUN</b>	24,034.00	30,041.00	80.00%
<b>JUL - DIC</b>	25,108.00	29,477.00	85.18%

**LEYENDA:**

THD	Total de horas disponibles
TET	Tiempo estimado total
TTUR	Tiempo total utilizado realmente

**Tabla 5.4**

Sin embargo conforme se afirme el Sistema de Gestión de Calidad estos índices deben aumentar hasta situarse en niveles recomendados del orden del 93 al 98% en ambos casos.

El Departamento Mecánico de CAME S.A. y dentro de ello cada uno de sus integrantes tienen que hacer suyo la idea de que la Calidad se planifica, se controla y se mejora continuamente.

Cuando se Planifica se determina quienes son los clientes, cuales son sus necesidades, los servicios que responden a esas necesidades y los procesos involucrados para desarrollar esos servicios.

El Control tiene que ver con comparar el servicio real frente al teórico y actuar sobre las diferencias.

Y en el caso de la Mejora primero establecemos cierta infraestructura. Luego nos valemos de los recursos, la motivación y la formación que permitan mejorar continuamente la calidad.

Esto es lo que el Departamento Mecánico de CAME S.A. tiene que asumir como reto suyo.

## 5.2. COMO ES LA ESTRUCTURA DE COSTOS

### 5.2.1. Costos Directos

Por definición son aquellos costos que se pueden identificar o cuantificar plenamente con un producto culminado o un servicio brindado.

En nuestro proyecto, ello comprende:

- Contratación de consultores externos
- Capacitación del personal externamente
- Adquisición de las NTP 9001
- Adquisición de equipos adicionales.
- Digitación de documentos y papelería.

Los costos directos en nuestro caso tienen que ver con la contratación de dos consultores externos, la capacitación de los involucrados en el proyecto, adquisición de algunos equipos adicionales, la digitación de los documentos y toda la papelería involucrada. Elemento importante es la adquisición de información relevante para el proyecto que tiene que ver con las normas NTP ISO 9000. Si bien es cierto que se incidencia en cuanto a los costos no es tan importante si lo es para el entendimiento y desarrollo del proyecto.

En los cuadros siguientes se muestra la inversión desagregada por cada ítem con la salvedad que los consultores fueron contratados para un período de tres meses.

**INVERSION REALIZADA EN EQUIPOS**

<b>ITEM</b>	<b>INVERSION</b>	
	<b>Dolares</b>	<b>Soles</b>
<i>Dos computadores completas</i>	1300.00	S/. 4,264.00
<i>Una impresora laser</i>	500.00	S/. 1,640.00
<i>Una impresora matricial</i>	480.00	S/. 1,574.40
<i>Sistema de lavado de alta presión</i>	1200.00	S/. 3,936.00
<i>Sistema de aire comprimido</i>	400.00	S/. 1,312.00
<i>Analizador de gases</i>	780.00	S/. 2,558.40
<i>Torquimetro</i>	240.00	S/. 787.20
<b>SUBTOTAL</b>	<b>4900.00</b>	<b>S/. 16,072.00</b>

Tabla 5.5

**INVERSION REALIZADA EN LAS NTP**

<b>NOMBRE DEL DOCUMENTO</b>	<b>PRECIO</b>
<i>Recomendaciones para el establecimiento de un manual de calidad</i>	S/. 10.08
<i>Recomendaciones para la redacción del manual de calidad</i>	S/. 60.51
<i>Documento para la introducción y soporte de la serie de normas ISO 9000</i>	S/. 20.17
<i>Documento para la introducción y soporte de la serie de normas ISO 9000 (Ap. 1.2)</i>	S/. 30.25
<i>Guía de interpretación de la NTP-ISO 9001:2001 para el sector construcción</i>	S/. 80.68
<i>Sistemas de Gestión de la Calidad. Fundamentos y vocabulario</i>	S/. 63.53
<i>Sistemas de Gestión de la Calidad. Requisitos</i>	S/. 58.49
<i>Sistemas de Gestión de la Calidad. Directrices para la mejora del desempeño.</i>	S/. 96.82
<i>Orientación sobre las técnicas estadísticas para la NTP 9001:2001.</i>	S/. 60.51
<b>SUBTOTAL</b>	<b>S/. 481.04</b>

Tabla 5.6

**INVERSION REALIZADA EN CAPACITACION**

<b>ITEM</b>	<b>INVERSION</b>	
	<b>Dolares</b>	<b>Soles</b>
<i>Uso de la Herramienta Informatica</i>	1250.00	S/. 4,100.00
<i>Capacitación Soldadura</i>	400.00	S/. 1,312.00
<i>Capacitacion Pintura</i>	360.00	S/. 1,180.80
<i>Capacitación Mecanico</i>	580.00	S/. 1,902.40
<i>Capacitación Seguridad</i>	600.00	S/. 1,968.00
<b>SUBTOTAL</b>	<b>3190.00</b>	<b>S/. 10,463.20</b>

Tabla 5.7

**COSTO DIRECTO TOTAL**

<b>ITEM</b>	<b>INVERSION TOTAL</b>	
	<b>Dolares</b>	<b>Soles</b>
<i>Consultor externo 01</i>	4000.00	S/. 13,120.00
<i>Consultor externo 02</i>	2000.00	S/. 6,560.00
<i>Documentos NTP</i>	146.66	S/. 481.04
<i>Capacitación</i>	3190.00	S/. 10,463.20
<i>Equipos Adicionales</i>	4900.00	S/. 16,072.00
<b>TOTAL</b>	<b>14236.66</b>	<b>S/. 46,696.24</b>

Tabla 5.8

**5.2.2. Costos indirectos**

Son los costos que no son identificables directamente con el proyecto. Son los costos que usualmente tienen que ser prorrateados entre varias áreas e incluyen, entre otros, los siguientes:

- Tiempo empleado por la dirección y personal de otras áreas para el desarrollo del sistema.
- Reorganización de procesos en otras áreas de la empresa.

- Seguridad y servicios varios.

En nuestro caso asumimos que los costos indirectos son aproximadamente equivalentes al ochenta por ciento de los costos directos. Por tanto, el monto involucrado por concepto de costos indirectos es de:

**COSTO INDIRECTO TOTAL**

<b>COSTOS INDIRECTOS</b>	<b>S/. 37,356.99</b>
--------------------------	----------------------

**Tabla 5.9**

Por tanto los costos totales son:

**COSTO TOTAL**

<b>COSTOS DIRECTOS</b>	<b>S/. 46,696.24</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>	<b>S/. 37,356.99</b>
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>S/. 84,053.23</b>

**Tabla 5.10**

### **5.2.3. Factores que pueden ayudar a reducir costos**

Existen algunos factores que pueden ayudar a reducir los costos en general:

- El personal de la empresa debe familiarizarse con los requisitos del Sistema de Gestión de Calidad.
- Benchmarking: Contar con actividades documentadas relacionadas con el sistema, como por ejemplo instructivos de trabajo, planes de calidad, procedimientos, etc., ya implementadas en otros entornos.
- La contratación de consultores externos únicamente para actividades específicas y paralelamente contar con personal interno para supervisar actividades también específicas.

#### **5.2.4. Relación Costo Beneficio**

En general, el análisis costo beneficio permite definir la factibilidad de un proyecto. Tiene como objetivo el proporcionar una medida de los costos en los que se incurren en la implementación del Sistema de Gestión de Calidad y compararlos con el beneficio que se obtiene por ello. La utilidad de esta técnica es:

- a. Para valorar la necesidad y oportunidad de acometer este proyecto
- b. Para seleccionar la alternativa mas beneficiosa para la realización del proyecto.
- c. Para estimar adecuadamente los recursos económicos necesarios en el plazo de realización del proyecto.

La secuencia de trabajo seguida la siguiente: Se elaboraron dos listas en las cuales se precisaban por un lado todo lo que se requería para desarrollar el Sistema de Gestión de Calidad y por otro lado todos los beneficios que se obtendrían con el mismo. Hay que tener en cuenta que los costos de un modo u otro son susceptibles de ser medidos. Sin embargo a veces los beneficios pueden ser tangibles y no tangibles. Por ejemplo un beneficio no tangible es la nueva actitud proactiva del personal y su lealtad para con la empresa y particularmente con CAME S.A. Otro beneficio no tangible es el ambiente de participación, colaboración y confianza que se tiene en la actualidad.

#### **5.2.5. Periodo de recuperación de la inversión.**

Para determinar el periodo de recuperación solo tomamos en cuenta los indicadores sobre los cuales hemos trabajado: Disponibilidad y Productividad. Vamos a utilizar los datos del periodo 2005. En el periodo que va de enero a junio el Departamento Mecánico todavía no implementaba el Sistema de Gestión de

Calidad. A partir de Julio se ha implementado el Sistema de Gestión de Calidad y los parámetros sobre los cuales se ha trabajado contemplan incluso diciembre.

Por mayor disponibilidad de unidades la empresa ahorra. Por mayor productividad del personal la empresa también obtiene cierto ahorro. En las tablas siguientes mostramos los ahorros obtenidos por ambos conceptos:

#### **AHORRO POR DISPONIBILIDAD**

ENE-JUN	S/. 52,493.00
JUL-DIC	S/. 56,275.00
HUA	S/. 3,782.00
C/HORA	S/. 25.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 94,550.00</b>

HUA: Horas utiles adicionales

**Tabla 5.11**

#### **AHORRO POR PRODUCTIVIDAD**

ENE-JUN	S/. 6,007.00
JUL-DIC	S/. 4,369.00
TA	S/. 1,638.00
C/HORA	S/. 8.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 13,104.00</b>

TA: Tiempo ahorrado

**Tabla 5.12**

Por lo tanto en un periodo de seis meses se compara lo invertido con lo ahorrado, evidenciando un ahorro de mas de veinte mil soles como se muestra en la Tabla 5.13.


#### **INVERSIÓN VS AHORRO**

Primeros seis meses

INVERSION TOTAL	S/. 84,053.23
AHORRO TOTAL	S/. 107,654.00
<b>SALDO</b>	<b>S/. 23,600.77</b>

**Tabla 5.13**

## CONCLUSIONES

- a) El Sistema de Gestión de Calidad tiene como propósito planear, organizar, ejecutar y controlar los procesos en los que incurre el departamento mecánico de CAME S.A.
- b) Para el control de la calidad de los procesos de mantenimiento es necesario el uso de los índices de mantenimiento como son los indicadores de desempeño de equipos.
- c) El Plan de mejoras y su acción correctiva se llevará a cabo en forma gradual y deberá apuntar principalmente a la disminución de los mantenimientos correctivos y consecuentemente a los costos de reparaciones
- d) Es necesario capacitar continuamente al personal de mantenimiento e incentivarlos de tal manera que se ello se vea reflejada en un aumento de su productividad.
- e) Existe hoy en día una mejor calidad de prestación de servicios y se cumple con los plazos prefijados para cada obra de tal manera que nuestros clientes quedan satisfechos.
- f) Producto del trabajo desarrollado se ha elevado el porcentaje de disponibilidad de los equipos. Igualmente se observa una reducción de las reparaciones correctivas.
- g) Consecuentemente se ha elevado el rendimiento de los equipos 
- h) Estando las unidades con una mayor disponibilidad y siendo la productividad mayor se garantiza un apoyo real y continuo en la ejecución de las obras



- i) La imagen del departamento Mecánico de CAME S.A. a evolucionado favorablemente y se esta tomando como modelo para mejorar las actividades en otras áreas.

## **CONCLUSIONES**

- a) La adaptación de las actividades del Departamento Mecánico de CAME S.A. a la Norma Técnica Peruana 9001:2001 a permitido elevar el índice de Disponibilidad de las unidades móviles y maquinaria pesada dentro de la empresa. En un período de seis meses, este índice pasó de 81.01 a 86.84%. Ello permitió ubicar este índice dentro del rango recomendado que es del 85 al 95%.
  
- b) Igualmente, la adaptación de las actividades del Departamento Mecánico de CAME S.A. a la Norma Técnica Peruana 9001:2001 a permitido elevar el índice de Productividad del personal involucrado en estas actividades. En el mismo período de seis meses, este índice pasó de 80.00 a 85.18%. Ello no a permitido aún ubicar este índice dentro del rango recomendado que es del 90 al 98%.
  
- c) La metodología que propone, la Norma Técnica Peruana 9001:2001 a permitido identificar los procesos en los que incurre el Departamento Mecánico de CAME S.A. y a permitido brindar un servicio de mantenimiento enfocado en procesos. Como parte de ello, los procedimientos específicos para cada caso han sido establecidos y el personal involucrado los conoce a cabalidad.

- d) Para la adaptación eficaz de las actividades del Departamento Mecánico de CAME S.A. a la Norma Técnica Peruana 9001:2001, la capacitación del personal es elemento determinante. En este rubro se invirtió la suma de tres mil novecientos dólares y ello ha permitido capacitar a dos ingenieros, siete técnicos y diez ayudantes. Esta capacitación incluyó temas técnico operativos, así como de gestión y superación personal.
  
- e) La adaptación de las actividades del Departamento Mecánico de CAME S.A. a la Norma Técnica Peruana 9001:2001 a significado ahorrar, solo por elevar el índice de Disponibilidad, la suma de noventaicuatro mil quinientos cincuenta nuevos soles. Igualmente, por elevar el índice de Productividad, la empresa ahorró la suma de trece mil ciento cuatro nuevos soles. Todo ello durante los primeros seis meses de implementado el proyecto.
  
- f) El balance entre lo invertido y el beneficio económico obtenido, por la adaptación de las actividades del Departamento Mecánico a la Norma Técnica Peruana 9001:2001 es positivo y corresponde al monto de veintitrés mil seiscientos nuevos soles. Ello durante los seis primeros meses de implementación del proyecto.

## BIBLIOGRAFIA

ISO 9001:2000 APLICADA A LOS SERVICIOS

Autor: CIANFRANI, CHARLES A. y WEST, JOHN E.

1ra Edición

Año de Edición: 2004

LA NUEVA ISO 9000:2000: ANALISIS COMPARATIVO CON LA ISO 9000:1994

Autor: FREIRE SANTOS, JOSE LUIS ET AL.

2da Edición

Año de Edición: 2001

LAS CLAVES PRACTICAS DE SEIS SIGMA: UNA GUIA DIRIGIDA A LOS EQUIPOS DE  
MEJORA DE PROCESOS

MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A.

Traductor: JUAN MANUEL CARO BERNAT

1ra Edición

Año de Edición: 2004

TPM Para los Latino Americanos

Autor: Enrique Mora

1ra Edición

Año de Edición: 2001

Normas Técnicas Peruanas

Serie ISO 9000

Documentos elaborados por INDECOPI

Manual del Curso: EVALUACIÓN FINANCIERA DE PROYECTOS

UPC

Profesor: Paúl Lira Briceño

Año 2002

## APÉNDICE

**OPERADOR:**.....**TIPO DE UNIDAD:**.....**PLACA:** .....

<b>KILOMETRAJE</b>	<b>INICIO DE LABORES</b>	<b>FINAL DE LABORES</b>	<b>HORAS LABORADAS</b>
Final : .....	Lugar : .....	Indicar en que Dpto. se trabajo:	
Inicial .....	Fecha : .....	.....	
Total : .....	Hora : .....	Final Hora .....	

**INICIO DE LABORES DE PRODUCCION PROGRAMADO**

<b>HORA</b>		<b>KM.</b>	<b>LUGAR</b>	<b>LABORES REALIZADAS</b>
<b>Salida</b>	<b>Llegada</b>			

**OBSERVACIONES:** (INDICAR DESPERFECTO Y HORA) **HORAS DE USO DE GRUA**

<b>FIRMA DEL OPERADOR</b>	<b>V°B° ING. /CAPATAZ</b>	<b>V°B° DPTO. EQ. MECANICO</b>

**GAME S.A.**  
CONTRATISTAS GENERALES

**IDENTIFICACIÓN EQUIPOS PRODUCCIÓN DIRECTA**  
(Cruce de Información)

EM-R-001/B

CC:

Pag de

ITEM	CODIGO	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	EXISTE	INEXISTENTE	UBICACIÓN	OBSERVACIONES

Emitido por:		Revisado por:		Aprobado por:	
Nombre y Cargo:		Nombre y Cargo:		Nombre Cargo:	
Firma:	Fecha:	Firma:	Fecha:	Firma:	Fecha:

<b>CODIGO / PLACA:</b>	<b>DESCRIPCION :</b>	<b>FECHA</b>
<b>DIAGNOSTICO :</b>		<b>HORA DE INGRESO</b>

TIPO DE MANTENIMIENTO:

PREVENTIVO

CORRECTIVO

**TRABAJO REALIZADO:**


**REPUESTOS UTILIZADOS**

ITM	DESCRIPCIÓN / CANTIDAD	ITM	DESCRIPCIÓN / CANTIDAD
1		7	
2		8	
3		9	
4		10	
5		11	
6		12	

**OBSERVACIONES**


**DESPERFECTOS NO SOLUCIONADOS.**


**MOTIVO**

Emitido por:		Revisado por:		Aprobado por:	
Nombre y Cargo:		Nombre y Cargo:		Nombre y Cargo:	
Firma:	Fecha:	Firma:	Fecha:	Firma:	Fecha:





CODIGO / PLACA:

NOMBRE DEL EQUIPO :

FECHA DIAGNOSTICO :

FECHA INGRESO :

**MOTIVO:** (utilizar en caso de devoluciones)Termino de la obra Por reparación (x) Otro (especificar) 

(X) detallar en el diagnostico

**Diagnostico:****Repuestos a Compras**

Ítem	Descripción	Costo aprox.

**Observaciones**


Emitido por:		Revisado por:		Aprobado por:	
Nombre y Cargo:		Nombre y Cargo:		Nombre y Cargo:	
Firma:	Fecha:	Firma:	Fecha:	Firma:	Fecha:

CODIGO :

DESCRIPCIÓN:

MODELO:

COMBUSTIBLE

 D2 97 90 84

Marcar con X al que corresponda

CANT COMBUST:

NOMBRE DEL OPERADOR:

O.T	HORA		TOTAL HORAS	UBICACION
	INICIO	FINAL		

OBSERVACIONES:


OPERADOR		SUPERVISOR / ING RESIDENTE		EQUIPO MECANICO	
Nombre y Cargo:		Nombre y Cargo:		Nombre y Cargo:	
Firma:	Fecha	Firma:	Fecha	Firma:	Fecha