

**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS
POST-GRADO EN CIENCIAS ADMINISTRATIVAS
ESPECIALIDAD: GERENCIA DE PROYECTO DE INVESTIGACION Y
DESARROLLO
PROYECTO DE TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

**DISEÑO CONCEPTUAL DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO COMO
ALTERNATIVA SOLUCION AL PROBLEMA DE MANTENIMIENTO EN EL
CENTRO DE MICROSCOPIA ELECTRONICA DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA**

**TRABAJO ESPECIAL DE GRADO PARA OPTAR EL TITULO
DE ESPECIALISTA EN GERENCIA DE PROYECTO DE
INVESTIGACION Y DESARROLLO**

**PRESENTADO POR:
ANGEL RAFAEL DELGADO**

**TUTOR:
Dr. MANUEL CASTILLO GUILARTE**

CARACAS, SEPTIEMBRE DE 1.997.-

AGRADECIMIENTO

Queremos agradecer a todas aquellas personas que de una u otra manera colaboraron con la realización de este proyecto, el cual constituye una de las metas establecidas para mi desarrollo profesional. Por estar consciente de que los seres humanos necesitamos trabajar en equipo para el alcance de los objetivos que contribuyan al bienestar social, queremos agradecer especialmente a las siguientes personas:

- * Al Dr. MITSUO OGURA, por haberme dado la oportunidad de realizar este proyecto en el Centro de Microscopia Electrónica.
- * Al Profesor Tutor: MANUEL CASTILLO GUILARTE, por su valiosa y oportuna colaboración.
- * A los Profesores, por el material de apoyo o consejo que, en su oportunidad, tuvieron a bien suministrarme.
- * A los investigadores en el Area de Mantenimiento, por su contribución a la tecnificación del Mantenimiento en Venezuela.
- * A los Profesores integrantes del Concejo de Investigación del Centro, por el suministro de información valiosa para el desarrollo del proyecto.
- * A mi esposa e hija por contribuir al logro de mis

objetivos.

- Al Ing. FELIX USTARIS, por la ayuda prestada en la metodología del proyecto.
- Al Ing. SARINO ENMI, por permitirme el tiempo necesario para el desarrollo de la investigación.

A todos ellos, mi más sincero agradecimiento.

DEDICATORIA

A DIOS: Por permitirme realizar con amor toda mi actividad cotidiana, por iluminar mi camino y estar conmigo en todo momento.

A MI MADRE, MIS HERMANOS Y HERMANAS: Quienes constituyen las bases de mis principios.

A MI ESPOSA E HIJA: Quienes serán siempre el destino de mis esfuerzos y constancias.

A MI PADRE: Quien en su vida siempre pensó en la vida profesional de sus hijos.

A MIS TIAS: Por su ayuda y colaboración en el logro de mis metas.

Hoy, junto a todos ellos, veo lograda una de las metas importantes en mi vida profesional.

ANGEL RAFAEL DELGADO

CONTENIDO

	Pág.
AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA	iv
CONTENIDO	v
INDICE DE CUADROS Y/O REPORTES	ix
INDICE DE GRAFICOS	x
INDICE DE PLANILLAS O FORMULARIOS	xii
INTRODUCCION	xiii
CAPITULO	
I EL PROBLEMA	19
1.1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
1.2.- FORMULACION DEL PROBLEMA	28
1.3.- OBJETIVOS	28
1.3.1.- Objetivo General	28
1.3.2.- Objetivos Especificos ..	29
1.4.- JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION	30
CAPITULO	
II MARCO TEORICO	34
2.1.- ELEMENTOS TEORICOS DE UN	

	SISTEMA GERENCIAL DE MANTENIMIENTO	35
2.2.-	CENTRO DE MICROSCOPIA ELECTRONICA	97
2.2.1.-	Antecedentes del Centro	98
2.3.-	LEGISLACION EN VENEZUELA	104
2.4.-	DESCRIPCION DE LA FUNCION DE MANTENIMIENTO	112
2.4.1.-	Rol de la Función de Mantenimiento	113
2.4.2.-	Rol Tradicional	113
2.4.3.-	Nuevo Enfoque de Mantenimiento	114
2.4.4.-	Campo de Aplicación ...	115
2.5.-	SITUACION DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL EN MATERIA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS CIENTIFICOS	116
2.6.-	PROBLEMAS ESPECIFICOS DE MANTENIMIENTO	118
2.7.-	ELEMENTOS CONCEPTUALES	119
CAPITULO III	METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION	132
3.1.-	POBLACION Y MUESTRA	133
3.2.-	TECNICA E INSTRUMENTOS DE	

	RECOLECCION DE INFORMACION	134
CAPITULO IV	DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL	137
	4.1.- ORGANIZACION	138
	4.2.- APOYO TECNICO (Control de Equipos)	139
	4.3.- PLANIFICACION, PROGRAMACION Y CONTROL DE MANTENIMIENTO	141
	4.4.- COSTOS DE MANTENIMIENTO	143
	4.5.- CONTROL DE GESTION (REPORTES) ..	144
	4.6.- USO DE CONTRATISTA	144
	4.7.- APOYO LOGISTICO (CONTROL DE MATERIALES)	145
CAPITULO V	SISTEMA GERENCIAL DE MANTENIMIENTO PARA EL CENTRO DE MICROSCOPIA ELECTRONICA ..	149
	5.1.- SISTEMA GERENCIAL DE MANTENIMIENTO	152
	5.1.1.- Apoyo Técnico (Control de Equipos)	156
	5.1.2.- Planificación, Programación y Control. ..	189
	5.1.3.- Costos de Mantenimiento ..	212
	5.1.4.- Reporte de Mantenimiento ..	220

INDICE DE CUADROS Y/O REPORTES

CUADRO	Pág.
4.1.- DEFICIENCIA ESPECIFICA DEL MANTENIMIENTO	147
4.2.- DEFICIENCIA ESPECIFICA DEL MANTENIMIENTO CONTINUACION	148
5.1.1.1.- Resultado del Análisis de Mantenimiento (Mantenibilidad)	184
5.1.1.2.- Resultados del Análisis de Mantenimiento.	186
5.1.3.1.- Registro de Costos por Tipo de Mantenimiento.	218
5.1.3.2.- Registro y Cálculo de Costos Directos	219
5.1.3.3.- Registro y Cálculo de Gastos Administrativos y Operativos .	219
5.1.4.2.- Indicadores del Plan Funcional.	224
5.1.4.3.- Indicadores del Sistema Gerencial del Mantenimiento.	225

5.1.5.- Organización	233
5.1.6.- Logística de Repuestos.	235
5.1.7.- Uso de Contratista	238
CONCLUSIONES	241
RECOMENDACIONES	244
BIBLIOGRAFIA	247
ANEXOS	249
ANEXO 1.- ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DEL CENTRO DE MICROSCOPIA ELECTRONICA	250
ANEXO 2.- INVENTARIO DE EQUIPOS	251
ANEXO 3.- LISTADO DE EQUIPOS DEL CENTRO DE MICROSCOPIA ELECTRONICA	252
ANEXO 4.- ESTRUCTURA DE SUBSISTEMA CONTROL DE EQUIPOS	255
ANEXO 5.- PAPEL PROBABILISTICO DE WEIBULL.	256
ANEXO 6.- ENCUESTA CUESTIONARIO	257

INDICE DE GRAFICOS

GRAFICO NUMERO		Pág.
2.1.1.-	Obtención de Parámetros de Mantenimiento	45
2.1.2.-	Función de Tiempo Generada por un equipo	49
2.1.3.-	Función de la Rata de Falla para un equipo ..	50
2.1.4.-	Comportamiento Cronológico de Fallas .	53
2.1.2.1.-	Proceso de Control	77
5.1.1.-	Esquema de un Sistema Gerencial de Mantenimiento	154
5.1.1.1.-	Esquema del SubSistema Control de Equipos	157
5.1.1.2.-	Comportamiento de los Tiempos de Reparación	179
5.1.2.1.-	Esquema del SubSistema Control de Trabajo	190
5.1.3.1.-	Esquema del SubSistema Control de Costos	212

INDICE DE PLANILLAS O FORMULARIOS

FORMULARIO NUMERO		Pág.
5.1.1.1.-	Registro de Equipos	159
5.1.1.2.-	Registro de Fallas	171
5.1.1.3.-	Solicitud de Mantenimiento Preventivo Anual	188
5.1.2.1.-	Solicitud de trabajo	199
5.1.2.2.-	Programa Semanal de Trabajo de Mantenimiento	208
5.1.2.3.-	Hoja de Planificación Detallada ..	203
5.1.2.4.-	Orden de Trabajo	211

5.1.4.1.- Esquema del
SubSistema
Costos de
Mantenimiento 220

INTRODUCCION

El presente trabajo corresponde a un proyecto de estudio, en el cual se intenta analizar la problemática de mantenimiento de los equipos de investigación científica y tecnológica utilizados, de manera rutinaria en el Centro de Microscopia electrónica VENEZUELA, como base para el diseño conceptual de un sistema de mantenimiento que sirva como alternativa solución a la problemática planteada.

Desde hace varios años, los investigadores del Sector Ciencia y Tecnología, han venido señalando, cada vez en forma más crítica, la serie de problemas que genera el mantenimiento y uso eficiente de los equipos científicos.

Estos problemas se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Deterioro y abandono de equipos, por falta de mantenimiento.
- Negligencia de los proveedores en todo lo referente a instalación y ajuste de equipos, entrenamiento, incumplimiento de garantía en las condiciones de compra.
- Carencia de sistemas que garantice el suministro de

repuestos y en servicio de mantenimiento rápido, eficiente y costo razonable.

Hasta el momento han habido varias iniciativas, con el fin de analizar el problema y ofrecer soluciones al mismo, siendo las más recientes:

- Seminario de AVINTI sobre "problemas de mantenimiento, calibración y suministro de equipos para laboratorio, celebrado en el Centro Tecnológico del IVIC, del 23 al 24 de Marzo de 1.982.
- Segundas Jornadas Nacionales de Mantenimiento, celebradas en Puerto La Cruz, del 14 al 18 de Marzo de 1.983, relacionada con las "Estrategias de los Institutos de Educación Superior para la formación de recursos humanos en el área de Ingeniería de Mantenimiento.

Así como la creencia de conciencia ciudadana en relación con el buen uso, conservaciones y mantenimiento de grupos.

Estudios realizados por la Comisión Permanente de Ciencia y Tecnología de la Cámara de Diputados sobre problemática en la adquisición y mantenimiento de equipos científicos (1.983 - 1.984), todas estas iniciativas han quedado en una especie de críticas y

recomendaciones que no permiten un conocimiento cercano de la situación de su verdadera causa o esencia.

En Venezuela no existe una normativa legal en cuanto al mantenimiento de los equipos de uso científico tan solo en la "Ley de Metrología Legal" se establece que el servicio nacional de metrología legal del Ministerio de Fomento se encargará de la calibración y de la aferición de los equipos de medición" y en su Artículo No 26 dice: *"La reparación de instrumentos de medidas queda sometida a un régimen de control técnico por parte del Servicio Nacional de Metrología. El funcionamiento de talleres de reparación estarán sujetos a la previa autorización del Servicio Nacional de Metrología y a tal efecto se inscribirán en el registro que llevará el servicio"*.

La COMISION VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN), preocupados por el deterioro observado en las instalaciones físicas, tanto en el sector público como privado, decidió la integración de un comité Técnico de Normalización que tuviese como objetivo central la elaboración y estudio de las actividades que en este campo se instrumentarán, dentro de los sectores y tecnología, y que ayudarían a la extensión de la vida útil de los equipos e instalaciones existentes, así como planes concretos a ser tomados en las nuevas

instalaciones o adquisiciones. Actualmente, se dispone de un grupo de normas técnicas que cubren las áreas de:

- Edificaciones Escolares.
- Cines.

Asimismo, se está diseñando un plan concreto con miras a definir dentro de cada documento que normalice características de productos o servicios, un capítulo relativo a las condiciones básicas de mantenimiento que deberán tomarse en consideración y los lapsos y condiciones para su aplicación.

Además de intervenir en la formulación de normas técnicas sobre mantenimiento, se preparan normativas sobre formación de cuadrillas de mantenimiento, operación de dichas unidades y entrenamientos de las mismas.

En referencia a la normativa sobre equipos científico y tecnológico, se han desarrollado planes específicos.

Todo esto ha traído como consecuencia que las instituciones de investigación no hayan generado sistemas de control efectivo de mantenimiento que aseguren condiciones de operación óptimo de los equipos

con que cuentan.

Los centros de microscopía electrónica son instituciones de investigación bastante complejas, difícilmente pueden existir en otras instituciones, equipos de tecnología tan compleja, donde la penetración de los avances tecnológicos hace cada vez más importante el papel de los sistemas de mantenimiento, que se vuelven una ciencia y una técnica indispensable para maximizar la disponibilidad operacional de los equipos e instalaciones en estos centros.

El trabajo contempla una clara definición del problema a tratar. La carencia de controles administrativos de mantenimiento en el centro de microscopía electrónica de la Facultad de Ciencias de la U.C.V.; el cual fue dividido en siete (7) elementos considerado problemáticas tales como:

- Control de equipos el cual está referido a los siguientes equipos, sus fallas y consumo de esfuerzo de mantenimiento.
- Control de trabajo; destinado al control de la mano de obra que intervienen en los equipos y trabajos realizados.
- Control de costos; destinado a conocer los costos de los trabajos.

- Control de costo; destinado a la obtención de índices e indicadores de mantenimiento.
- Organización: Destinado a portar los recursos para el funcionamiento del sistema.
- Control de Inventario: Referido al control de los materiales usados en las labores de mantenimiento.
- Uso de Contratista: Destinado a evaluar la efectividad de los trabajos contratados.

Con las variables de cada uno de estos elementos se estructura el cuestionario para realizar el diagnóstico presentando sus antecedentes, la utilidad y necesidad de resolver el problema, se establecen a continuación los objetivos generales y específicos de la investigación, el marco teórico como base para explicar la problemática, la metodología utilizada para la investigación, describiendo el instrumento de recolección de datos para establecer el diagnóstico sobre la situación actual del mantenimiento en el centro. Finalmente se propone un sistema de mantenimiento que sirva de base para la solución al problema, así como estableciendo las conclusiones del estudio.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad el mantenimiento de equipos para la investigación científica y tecnológica en el Centro de Microscopia Electrónica constituye un problema para los investigadores debido a que fallas en el control de esta variable afectan la ejecución de las actividades y los proyectos de desarrollo del centro, traduciéndose muchas veces en retraso considerable o imposibilidad de concluir las investigaciones comprometidas.

Para mejor comprensión y análisis al problema planteado, nos apoyaremos en los elementos de un sistema gerencial de mantenimiento que a continuación presentaremos:

- * Apoyo técnico al mantenimiento (Control de Equipos).
- * Planificación y programación del mantenimiento.
- * Apoyo Logístico (Control de Inventario).
- * Organización.
- * Costos de mantenimiento.

* Reportes para la gerencia (Gestión de Mantenimiento).

Estos elementos constituirán la guía para enfocar la problemática relacionada con el mantenimiento de los equipos o instrumentos en el centro de microscopía electrónica que actualmente está afectando a dicho centro en logro de los objetivos.

La falta de un apoyo técnico al mantenimiento afecta al centro de microscopía electrónico, puesto que si no se tienen todos los datos relacionados con los equipos o instrumentos no es posible llevar un control eficiente de estos, con lo cual el objetivo de la función de mantenimiento no se logrará como es la de garantizar la disponibilidad al más bajo costo posible de dichos equipos e instrumentos, aquí se pueden incluir como indicadores de este elemento problemático los siguientes aspectos:

- Los datos del fabricante.
- Inventarios de equipos, clasificación y codificación.
- Catálogos y planos.

- Registros de fallas.
- Análisis de mantenimiento.

Si estos aspectos no se consideran en el proceso de control de los equipos e instrumentos en el centro, la problemática continuará afectando las operaciones que allí se desarrollan.

Planificación y Programación del Mantenimiento

Esto representa la parte más importante del proceso administrativo de la función del mantenimiento. Pues, de no existir, el centro no podrá contar con planes de mantenimiento preventivo dirigido a la conservación en buen estado de funcionamiento de sus equipos e instrumentos, así como tampoco será posible establecer las políticas de mantenimiento, con lo cual no se está en la posibilidad de decidir los métodos a usar, y, por ende los procedimientos que son necesarios para efectuar la planificación. Por tanto la falta de planificación no permite decidir cuando y donde se quiere llegar, lo cual establece el supuesto para considerar las limitaciones de las acciones, los recursos, (hombres, materiales, métodos,

etc.) y, por último no es posible dimensionar las actividades en monto (cantidad de trabajo por efectuar) y tiempo.

Esto hace que no se pueda saber a ciencia cierta cuándo podemos empezar para terminar, en la fecha propuesta y, lo cual impide presuponer, las acciones, costo y tiempo, etc., que se deben suceder periódicamente con el fin de vigilar y corregir las probables desviaciones al objeto. Los indicadores de este elemento problemático son:

- Los objetivos.
- Políticas.
- Procedimientos.
- Programas.
- Presupuesto.

Estos indicadores permitirán tener una visión cuantificada de la problemática del mantenimiento en el centro y que serán estudiadas detalladamente.

Organización

La organización del mantenimiento es otro

elemento problemático a estudiar en el centro de microscopía electrónica, debido a que la falta de una estructura de mantenimiento afecta de una u otra forma los objetivos de dicho centro, puesto que no se podrán ordenar los recursos necesarios para el mantenimiento de los equipos. El ordenamiento de estos recursos y su interrelación responde el axioma de: *"un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar"*, lo cual se representa en los organogramas. La falta de organograma no permitirá transmitir la información sobre la planificación de los recursos y el control de la utilización de los mismos, con lo cual no sería posible organizar las actividades del mantenimiento en el centro.

Los factores que deben estar presentes al momento de organizar un departamento de mantenimiento son:

- Puestos.
- Hombres.
- Autoridad.
- Responsabilidad.

La inexistencia de estos factores en una

organización de mantenimiento no le permite llevar a cabo sus actividades de manera eficiente.

Apoyo Logístico

La falta de apoyo logístico hace que la función de mantenimiento no disponga de los materiales y repuestos requeridos para la ejecución de las actividades en forma oportuna, con lo cual la planificación y la programación del mantenimiento se afectarían en el desarrollo de sus procesos. Los repuestos constituyen un factor crítico para la función de mantenimiento, hasta el punto que si no son suministrados oportunamente se afectaría de manera total el objetivo principal de cualquier departamento de mantenimiento. Por tanto constituye uno de los elementos problemáticos más comunes en todas las organizaciones y por ende en los centros de investigación por carecer de estructura de almacenaje y control de los materiales o repuestos y que debe ser considerado a la hora de cualquier diagnóstico.

Uso de Contratista

El centro de microscopía electrónica no

puede ejecutar todos los trabajos de mantenimiento con el personal y material de que dispone, por eso recurre a la contratación de diferentes empresas para sus trabajos. Esta es una solución válida pero que debe ser evaluada detalladamente, ya que se corre el riesgo de utilizarla en exceso o sub-contratarlas o se afecta la calidad de los trabajos que estos ejecutan, lo cual trae como consecuencia que se incrementen los costos de mantenimiento. Si el centro no dispone de normas y procedimientos, análisis de costos, indicadores o algún otro mecanismo de control no será posible lograr los objetivos que persigue toda función de mantenimiento como es, garantizar disponibilidad al más bajo costo posible. De aquí que es considerado como otro elemento problemático.

Costo de Mantenimiento

Este elemento nos refleja el problema de la eficiencia en el mantenimiento. Por tanto la falta de un análisis de este elemento, no permitirá conocer el nivel óptimo del esfuerzo de mantenimiento que es necesario prestar a los equipos e instrumentos para garantizar la disponibilidad de los mismos. Al no conocerse el

resultado económico de la gestión de mantenimiento, se hace imposible la capacidad de mejorar la eficiencia del mantenimiento mediante la reducción de los costos.

Sin la consideración de los costos no se podrá cumplir con la finalidad de suministro de información a la contabilidad para su control interno y para evaluar el rendimiento de la gestión que se realiza. El registro, la clasificación, cálculos y distribución de los costos de mantenimiento son necesarios para ejercer un control efectivo de la gestión de mantenimiento en el centro de microscopía electrónica.

Reportes para la Gerencia (Gestión de Mantenimiento)

Los reportes de mantenimiento centralizan la información sobre los indicadores de todos los elementos gerenciales discutidos anteriormente, los cuales suministran la información de los resultados de la gestión de mantenimiento en forma cuantificada y clasificada permitiendo la toma de decisiones oportunas para la corrección de las desviaciones generadas.

La falta de reportes que contenga la

información integrada de todo el proceso de mantenimiento, hace imposible la comprobación de que las personas o equipos están llevando a cabo lo planificado con o sin desviaciones a la norma predeterminada o estándares establecidos con lo que se afecta la gestión del mantenimiento en el centro de microscopia electrónica, puesto que no se podrá implementar ningún tipo de control.

1.2.- FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Cuáles son los factores técnico-administrativos del mantenimiento necesarios para la implantación de un sistema de mantenimiento que permita controlar eficientemente el mantenimiento con miras a garantizar en óptimas condiciones operacionales los equipos e instrumentos del centro de microscopia electrónica?

1.3.- OBJETIVOS

Con el fin de resolver la interrogante, es necesario plantearse los siguientes objetivos:

1.3.1.- Objetivo General

Estudiar el mantenimiento de los equipos de investigación del laboratorio

de microscopia electrónica, como la base para el diseño conceptual de un sistema de mantenimiento, que permita controlar los factores de mayor incidencia en la aplicación del mantenimiento.

1.3.2.- Objetivos Especificos

1.3.2.1.- Diagnosticar la situación actual del mantenimiento en el centro de microscopia electrónica.

1.3.2.2.- Determinar las fallas existentes en el control de mantenimiento actualmente en centro.

1.3.2.3.- Revisar algunas normas y reglamentos sobre la aplicación del mantenimiento a los equipos científicos y tecnológicos en Venezuela.

1.3.2.4.- Diseñar un sistema gerencial de mantenimiento, basado en el diagnóstico de la situación actual, su marco teórico y los modelos

existentes, incluyendo los siguientes aspectos:

- Apoyo Técnico (Control de Equipo).
- Planificación, programación de mantenimiento y control.
- Costos de mantenimiento.
- Reportes de mantenimiento (Gestión).
- Organización.
- Apoyo Logístico (Control de Inventario).
- Uso de Contratista.

1.4.- JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION

El deterioro material que presentan los equipos e instalaciones en el centro de microscopía electrónica de la U.C.V., se debe en gran parte a la falta de control eficiente del mantenimiento reflejado en los siguientes aspectos, falta de organización de apoyos, personal insuficientemente e indebidamente capacitado, inexistencia de abastecimiento de

materiales, poca información técnica, falta de planificación y programación, desconocimiento de los costos como de la gestión de mantenimiento, hacen del centro de microscopia un problema que necesita ser imperiosamente estudiado y atendido para generar posibles soluciones, más aún cuando una falla en un equipo científico o la destrucción de la instalación se constituyen en factores perturbadores en el desarrollo de la investigación en dicho centro.

El problema fundamental estriba en la carencia de controles de mantenimiento, lo cual conlleva a la aplicación de un mantenimiento deficiente a los equipos e instalaciones, por lo que los daños que estos sufren con inusitada frecuencia obligan a la interrupción temporal de las actividades, y de no resolverse este problema a corto plazo, el centro de microscopia electrónica se verá en la necesidad de suspender todos los proyectos de investigación que allí se realizan por indisponibilidad de equipos, generándole un grave daño a la nación en cuanto a investigación se refiere.

El enfoque de sistema, ayudará a estudiar y entender el problema en forma global, y será

imprescindible utilizarlo si se quiere llegar a plantear un modelo administrativo de mantenimiento para el centro como se pretende en este trabajo. Dicho sistema será de gran utilidad y aplicación directa permitiendo que el control de mantenimiento se realice en forma científica y sobre todo con criterio de eficiencia permitiendo evaluar su propia actividad.

La cantidad de dinero invertida en el centro de microscopia en equipos científicos e instalaciones, y los cuales se están deteriorando progresivamente por falta de un mantenimiento eficiente, si se mantiene la hipótesis de que esta falta de eficiencia tiene su raíz principal en los problemas administrativo-gerencial de mantenimiento, entenderemos el por qué se propuso el presente trabajo de investigación, de esta manera se espera aportar un sistema gerencial de mantenimiento útil, que al implantarlo contribuya indirectamente a garantizar los servicios de investigación y formación de recursos humanos en las especialidades científicas y tecnológicas, mediante el empleo eficiente de los recursos de que disponen para el centro, más aún cuando la crisis presupuestaria que siempre ha caracterizado a este sector, impedirá la

adquisición de nuevos equipos.

CAPITULO II
MARCO TEORICO

2.1.- ELEMENTOS TEORICOS DE UN SISTEMA GERENCIAL DE MANTENIMIENTO

A continuación presentaremos una breve exposición de los elementos que conforman un sistema gerencial de mantenimiento a si como de los elementos que actúan como apoyo al sistema.

2.1.1.- Apoyo Técnico o Control de Equipos

Se considera como apoyo técnico a una gerencia de mantenimiento o control de equipos a todos los datos relacionados con los equipos e instalaciones que son necesarios para el análisis del manto; para lo cual se tomarán en cuenta los siguientes aspectos:

2.1.1.1.- Identificación de los Equipos

El primer rol que debe cumplir un sistema de mantenimiento es identificar los equipos que tenemos que mantener, para poder desarrollar un eficiente

36

programa de mantenimiento, el cual se logra a través del inventario, clasificación, codificación, catalogación y selección de los equipos a incluirse en los programas de mantenimiento preventivo.

2.1.1.2.- El Inventario de Equipos

Consiste en efectuar una lista de todos los equipos e instrumentos de laboratorio con sus características técnicas. El cual debe ser revisado y actualizado cada cierto tiempo previamente establecido.

2.1.1.3.- Clasificación de los Equipos

Un sistema de mantenimiento fundamenta su control en la clasificación eficiente de los equipos. Tradicionalmente se utilizan tres (3) métodos para

37
clasificar los equipos: Por
su crecencia, por uso y por
sistema.

El método de
clasificación de equipos
adoptado debe permitir:

- Reunir grupos similares de
equipos.
- Servir como un mecanismo
localizador.
- Optimizar el proceso de
mantenimiento.
- Proveer datos para
requerimientos gerenciales
y estadísticos.

La clasificación de los
equipos debe dar origen a un
catálogo que no será un
listado de equipos sino un
manual funcional que cubra
múltiples propósitos tales
como:

- Definir técnicamente un

equipo con fines de compra.

- Que el usuario localice rápidamente las especificaciones a fines de requerimiento.
- Que se vincule a un sistema de documentación técnica que facilite la consulta de manuales de fabricantes, proveedores, planos y dibujos.
- Que norme la estandarización de los equipos.
- Que permita el análisis de la dinámica de funcionamiento de cada equipo.

2.1.1.4.- Codificación

La codificación consiste en la identificación técnicamente en forma rápida y clara de los equipos.

Se parte de la necesidad de tener identificados los equipos con fines administrativos y técnicos en el sentido de conocer toda la información del comportamiento operativo del equipo.

Se comprende que el nivel de información requerido por la función de mantenimiento es el de las condiciones operativas de los equipos desde el momento que se instala hasta su desincorporación, por tanto el código se constituye en una herramienta para la búsqueda de información.

El código de información facilita:

* Elaboración de los programas de mantenimiento preventivo.

- Ejecución del mantenimiento.
- Identificación de la criticidad y de la posición técnica.
- Ubicación del equipo para el análisis de mantenimiento.
- Identificación del equipo por sistema-subsistema, etc.

2.1.1.5.- Análisis de Mantenimiento

El análisis de mantenimiento está basado en índices probabilísticos de mantenimiento de cada equipo los cuales definen sus condiciones operativas a corto plazo. Estos índices se denominan parámetros de mantenimiento los cuales se generan a partir de los registros de fallas. la información recopilada

consiste en datos de tiempo de operación y fuera de servicio que se han producido desde la instalación y puesta en marcha de cada equipo y durante su vida útil.

La recolección de estos datos de tiempo y su análisis para la obtención de los parámetros de mantenimiento acarrea ciertos problemas que hay que tomar en cuenta y que se describen a continuación:

a) Como el funcionamiento de los equipos se relacionan con procesos aleatorios, estos por su propia naturaleza generan un alto volumen de información el cual se incrementan cuando aumenta el número de equipos con las mismas características de operación. El manejo de

esta información requiere mucho tiempo y personal para la transcripción de los datos a hojas con un formato standard.

- b) La precisión es otro de los factores considerados, debido a que cuando se produce una falla no se sabe a cabalidad el momento exacto en el que ocurre y, la exactitud de los índices a obtener depende de la precisión con la cual se recopila la información sobre el tiempo de operación y el tiempo fuera de servicio de los equipos. En algunos casos, una de las soluciones ha sido la colocación de contadores fijos en los equipos y la contratación de personal específico para la lectura de ellos.

c) La veracidad de la información va a estar sujeta a la honestidad y habilidad del personal encargado de recolectarla, y se debe a la posibilidad de que en forma voluntaria o involuntaria se distorsione la información.

d) La información que genera cada equipo requiere del conocimiento de la estadística para el procesamiento de los datos recopilados.

e) Como el volumen de tan alto y las ecuaciones matemáticas complejas, se requiere el uso de computadoras digitales lo cual implica la contratación de recursos humanos especializados para el manejo del

computador y de los ⁴⁴
programas. Así como para
la transcripción de la
información.

f) En general, se puede decir
que los sofisticado de la
cuantificación de los
parámetros de
mantenimiento y su
interpretación ha
ocasionado que en
determinados niveles
gerenciales tengan una
aplicación restringida;
por tanto, existe una
incertidumbre en la toma
de decisiones que
distorsiona la utilización
óptima de los recursos
humanos y el control de
los equipos.

Obtención de los Parámetros de Mantenimiento

Los parámetros de
mantenimiento son: La

confiabilidad, la
mantenibilidad y la
disponibilidad. estos se
relacionan con el
departamento de equipo de la
siguiente forma:

La confiabilidad se
obtiene en base a los tiempos
de operación, la
mantenibilidad se calcula con
los tiempos fuera de
servicios y la disponibilidad
es un parámetro que se estima
a partir de los dos
anteriores tal como se
muestra en el gráfico 2.1.1

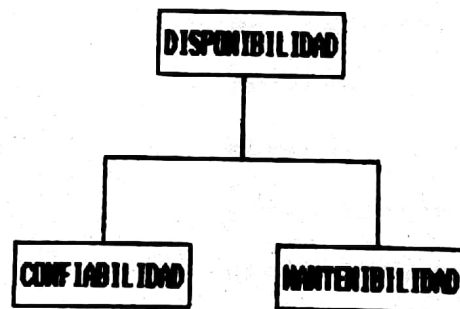


Gráfico 2.1.1

Confiabilidad: La
confiabilidad tiene muchos
significados técnicos

diferentes, pero uno de los más amplios es el siguiente:

" *La confiabilidad es la característica de un elemento expresado por la probabilidad de que cumpla sus funciones específicas durante un tiempo determinado, cuando se coloca en las condiciones del medio anterior*" (Lozano Conejero, Antonio. Contabilidad, p. 29).

La definición también se puede expresar como: "*La probabilidad de que un equipo no falle mientras esté en servicio durante un periodo dado*" (Finley, Howard. principios de optimización de Mantenimiento, p. 120).

La confiabilidad como parámetro adaptado al criterio de mantenimiento se define como: "*la probabilidad*

47

de que un equipo no falle estando en servicio durante un periodo de tiempo determinado y principal característica está definida por la rata de fallas, $R(t)$, expresada en unidades de fallas por hora lo cual se obtiene a partir del comportamiento histórico de la información generada por el equipo".

La Rata de Falla se define como: "La probabilidad de falla casi inmediata de un equipo de edad T ", donde:

$$R(t) = \frac{P(t)}{PS(t)} \quad (\text{Finley, Howard. principios de optimización de Mantenimiento, p. 126}).$$

$P(t)$ = Es la probabilidad casi inmediata de fallas.

$PS(t)$ = es la confiabilidad o posibilidad de sobrevivencia.

A partir de la Rata de Fallas se expresa la probabilidad de sobrevivencia o confiabilidad como:

$$PS(t) = \text{EX} (- R(T) dt)$$

(Apoyo logístico para la administración del mantenimiento industrial. Mosquera, Genaro, p. 84).

Como la confiabilidad es un parámetro que depende de los tiempos de operación, podemos definir la media de estos valores como la sumatoria:

$$TPO = \frac{To(i)}{N} ; \text{ donde } N$$

es el número de datos y TPO es el tiempo promedio de operación.

La información generada por los equipos es aleatoria, por lo tanto, los periodos de encendido y apagado son diferentes. En el Gráfico

2.1.2 apreciamos la función tiempo generada por un equipo. tomando como "uno" el valor que caracteriza el estado de operación y "cero" como la condición de fallas, se define como "TO" el tiempo de operación o el tiempo entre dos fallas y "TF" como el tiempo de duración de la falla.

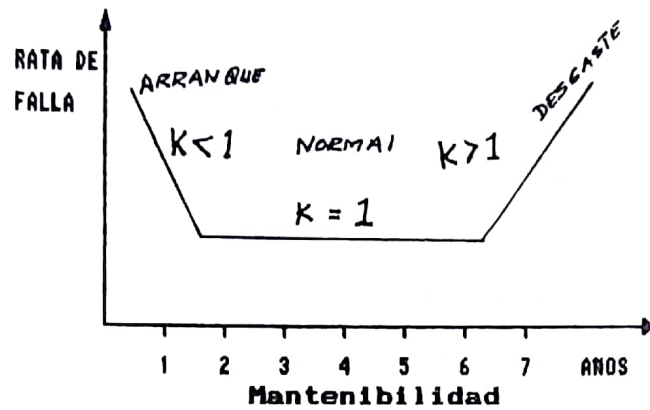
1	OPERACION	FALLA	OPERACION	FALLA	OPERACION	FALLA	
0	T01	TF1	T02	TF2	T03	TF3	

GRAFICO 2.1.2
Función de Tiempo Generada por un Equipo

Como la información es aleatoria tenemos que estudiar el comportamiento del equipo durante todo el tiempo de funcionamiento, caracterizando como tiempo inicial el arranque del equipo.

Otros periodo de tiempo donde la rata de falla es constante y un último periodo

caracterizado por un incremento en la tasa de fallas. esto se puede expresar en el gráfico 2.1.3.



Un equipo en estado de operación debe, en algún momento, dejar de funcionar por un intervalo de tiempo lo cual implica que ha cambiado a un estado de no operación. En el caso de que las exigencias de un equipo sean de operación continua, toda condición fuera de esta se considera como una falla. En la práctica, nos interesa que la duración de la falla sea lo más corta posible y, en

51
ese sentido, mientras menos
falle un equipo su
confiabilidad es mayor. Las
causas de una falla son
propias de un equipo y pueden
originarse por problemas de
diseño, de montaje, de
calidad, de tiempo de uso o
desuso, etc.; además el medio
ambiente puede causar fallas
en el equipo debido a: la
humedad, el polvo, la forma
como se maneja el equipo, una
falla involuntaria del
operador, etc. Todo esto
influye para que el
comportamiento de las fallas
de un equipo sea de carácter
aleatorio.

Una vez detectada la
falla lo importante es
corregirla y retornar el
equipo o sistema al estado de
operación normal; el
intervalo de tiempo entre el
inicio y el final de la falla

se conoce como el tiempo de duración de la falla. En este intervalo de tiempo se ejecutan las actividades de mantenimiento, la duración de esta actividad cuantificada en tiempo, es a su vez una cantidad aleatoria que varía con: el tipo de falla, la características del equipo, la estandarización y simplificación del mismo. las técnicas y procedimientos para la localización de las fallas. los equipos de calibración necesarios y, depende del uso de manuales y planos del equipo, del entrenamiento y destreza del personal asignado a la actividad, de la política de mantenimiento, de las herramientas de trabajo, del orden y control de personal, del medio ambiente etc: Estos factores intervienen de tal forma que el tiempo de

duración de la falla es mayor o menor bajo determinadas condiciones; sin embargo, se demuestra que a medida que se producen más fallas en el equipo, la duración de las mismas tienden a disminuir en algunos casos o a aumentar en otros, dependiendo de la complejidad de la falla. Tal modo se muestra en el gráfico 2.1.4.

* El parámetro de mantenibilidad cuantifica ese efecto.

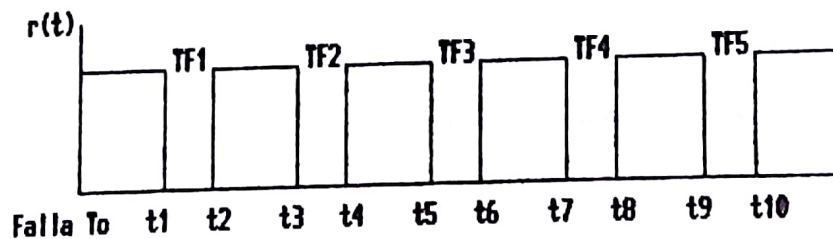


GRAFICO 2.1.4

Comportamiento Cronológico de Fallas

FUENTE: MANUEL CASTILLO. TESIS DE GRADO. U.C.V.

La mantenibilidad se define como: "La probabilidad de que un equipo que ha fallado puede ser reparado dentro de un periodo de

tiempo dado" (Finley, Howard. principios de optimización de mantenimiento, p. 240).

La mantenibilidad se interpreta etimológicamente como la acción de mantener y conservar los equipos. Cuando se habla de equipos de operación internos, una acción es el trabajo efectuado para corregir o reparar una falla.

Los tiempos de reparación de un equipo caracterizan a la mantenibilidad y el tiempo promedio para reparar (T_{pr}) se define como el total de horas inoperables dividido entre el número de acciones de mantenimiento.

Los tiempos de reparación dependen generalmente de la duración de las actividades de:

- El enfriamiento del equipo.
- Administrativas (si las hay).
- Ubicación de las fallas.
- Espera de materiales y repuestos.
- Reemplazo de implementos dañados.
- Calentamiento del equipo.

Los tiempos requeridos para el enfriamiento, el calentamiento y los trámites administrativos son, generalmente, constante pero la sumatoria de los tiempos para la ubicación de las fallas espera de materiales y repuestos y reemplazo de componentes tienen un comportamiento aleatorio sujeto a toda la estructura logística, al entrenamiento del personal, al tipo de

falla, etc.

Sin embargo, el tiempo de duración de la falla es la sumatoria de los tiempos parciales antes mencionados.

En algunos equipos hay un tiempo implícito en el intervalo de fallas, el cual incrementa la duración de la misma y se define como "tiempo muerto", en donde aún cuando se ha presentado la falla no hay conocimiento de ella por falta de reporte; por lo general ocurre con equipos que se encuentran ubicados en lugares distintos.

La duración de una falla está sujeta a la complejidad de la misma y al tiempo que se requiera para la ubicación, es decir, que si la falla es, por ejemplo, la ruptura de un fusible, su

ubicación y reemplazo indica poco tiempo; sin embargo; cuando se presenta una falla a nivel de circuito lógico en una tarjeta de componentes impresos, el tiempo necesario para la localización y corrección de la falla será mucho mayor, de tal forma que existirá una proporcionalidad entre la duración de ambos tipos de fallas.

Usualmente cuando las fallas se repiten con determinada frecuencia, el personal está familiarizado con este tipo de reparaciones, sin embargo, cuando la falla no es común la localización y reparación tarda más tiempo.

Dado a que los tiempos de localización de la falla, de búsqueda de los materiales y de reparación de los

componentes se incrementarán dependiendo de la complejidad de la falla que se presenta existe una proporción entre los tiempos de fallas generados por un equipo, este comportamiento se conoce como la "Ley de Efecto Proporcional". Esta ley se enuncia de la siguiente manera: *"El cambio de una variable en cualquier paso del proceso es una proporción al azar del valor previo de la variable, si la variable está sujeta a cambio"*.

Los tiempos de fallas de un equipo se representa por medio de una distribución de probabilidades, la cual por consideraciones práctica debe ser asimétrica, unimodal y sesgada a la derecha: Una de las distribuciones que describen curva de este tipo es la log-normal.

59

AITCHINSON Y BROWN, en

1.963 establecieron que cuando la ley del efecto proporcionado determina el valor de la variable estadística. Esta variable se distribuye log-normalmente.

Los tiempos de falla. Por lo tanto se describen con la distribución log-normal, en la cual el logaritmo de la variable está normalmente distribuido y su comportamiento es local.

Disponibilidad

La disponibilidad se define como: *"La probabilidad de que un equipo esté disponible para su uso durante un periodo de tiempo dado"*. (Finley, Howard. principios de optimización de mantenimiento. p.271).

Se puede calcular a

través de los tiempos promedio de operación y tiempo promedio fuera de servicio.

También se le puede calcular en base a la media obtenida por la distribución de WEIBALL y la media calculada en la distribución de GUMBELL. Las cuales definen la confiabilidad y mantenibilidad respectivamente.

Como la disponibilidad depende de los tiempos de operación que caracteriza a la confiabilidad y de los tiempos para reparar que caracteriza a la mantenibilidad, de aquí se deduce que la disponibilidad es una función de los dos parámetros de mantenimiento. (confiabilidad y mantenibilidad).

2.1.2.- Planificación, Programación y Control

La planificación consiste en definir en término cuantitativo y lógicos, todos los elementos de la gestión, su método de aplicación y la secuencia de actividades. Revisa los requerimientos, determina el contenido del trabajo, define las tareas, establece la secuencia e identifica los recursos (HF de Venezuela, manual de planificación y programación de mantenimiento, pág, 5).

la planificación es la base fundamental del proceso administrativo de mantenimiento, pues si no se tiene ningún plan, es lógico que no se tendrá nada que organizar, ejecutar o controlar y por lo tanto, no existiría la administración.

Toda planificación comienza con el deseo de lograr un objetivo considerando las restricciones o limitaciones, tales como las políticas y procedimientos que permiten decidir métodos a usar y la manera de cómo

afectan lo planeado y así elaborar los programas a fin de considerar cronológicamente las diferentes actividades a desarrollar.

La planificación es la fase más importante dentro del proceso de ejecución de los trabajos, ya que permite efectuar una programación ajustada a los objetivos de mantenimiento, así mismo es la base primordial para llevar "un control de trabajo", "control de equipos" y "control de costos".

2.1.2.1.- Proceso de la Planificación

La planificación de un trabajo es un proceso que se basa en cinco preguntas tradicionales que hace un planificador y que son las siguientes:

¿Qué?, ¿Cómo?, ¿Con qué?,
¿Dónde?, ¿En qué tiempo?.

La primera de estas consiste en el Qué.

Con esta pregunta se determina el contenido y tipo de trabajo que se va a ejecutar.

¿Cómo?: Consiste en el procedimiento expresado en tareas o actividades que deben realizarse para ejecutar un trabajo, tomando en cuenta que puede haber actividades que deben realizarse siguiendo un método especial.

¿Con qué?: Con esta pregunta se responde a los recursos que deben utilizarse o emplearse para la ejecución del trabajo, dichos recursos están basados en mano de obra, materiales y repuestos, equipos y herramientas.

¿Dónde?: Consiste en la ubicación del sitio de ejecución del trabajo a ejecutar. Y mismo puede ser:

- En el lugar donde se encuentra el equipo ubicado.
- Cuando el equipo es llevado a un taller.
- Cuando el trabajo es contratado.

¿En qué tiempo?: Consiste en la ubicación en el tiempo del tipo de trabajo y de las actividades a ejecutar.

¿A qué costo?: Una vez que se han respondido a las cinco preguntas anteriores, se puede estimar el costo del trabajo tomando en cuenta varios factores (Presupuesto).

Mano de Obra: La calidad o clasificación del personal.

Materiales y Repuestos: Hay que tomar en cuenta si los mismos son nuevos o por el

contrario, usados.

Equipos y Herramientas: Se deben conocer los equipos e herramientas a utilizar en la ejecución del trabajo (grúas, montacargas, etc.). Son presupuestados con o sin operador y las herramientas especiales a utilizarse en base a una tarifa fija por la empresa.

La sumatoria de los costos de los recursos antes mencionados será el costo estimado del trabajo y con este se obtendrá la autorización por parte de las unidades solicitantes para la ejecución del trabajo.

2.1.2.2.- Principios Generales del Mantenimiento

Mantenimiento es una función técnica y administrativa que debe ser manejada con sanos criterios

gerenciales de alto nivel bajo el concepto de sistema total.

El trabajo de mantenimiento debe ser controlado en sus orígenes mismos: para ello se requiere de un procedimiento sistemático y metodológico que cubra los siguientes pasos:

- solicitar.
- Planificar.
- Estimar.
- Programar.
- Ejecutar.
- Supervisar.

Solicitar: Todo trabajo de mantenimiento debe ser solicitado formalmente por escrito, definiendo claramente el trabajo deseado

en base a sus propias necesidades, estableciendo las condiciones de ejecución y prioridad o fecha de terminación requerida.

Planificar: Todo trabajo de mantenimiento de tipo preventivo debe ser planificado antes de su ejecución. La planificación no es una autorización para ejecutar el trabajo, sino que actúa como una necesidad.

Estimar: Se debe traducir en términos monetarios los resultados de la planificación.

Autorizar: Una persona autorizada de la unidad solicitante debe aceptar o rechazar el trabajo planificado. Si se acepta mantenimiento tiene la autorización para ejecutar el trabajo de la forma y manera

68
como fue autorizado el
trabajo; y el solicitante
manifiesta su disposición de
aceptar los cargos (costo de
ejecución). Si la rechaza, la
unidad solicitante debe
justificar su negativa y
aceptar las consecuencias de
su decisión.

Programar: Solo después de
tener la autorización,
mantenimiento procederá a
verificar la disponibilidad
de los recursos especificados
en la planificación aprobada.
Comprobada la disponibilidad,
se asigna las fechas
calendario a todo lo
establecido en la
planificación.

Ejecutar: Las unidades
ejecutantes tienen la
responsabilidad de actuar de
acuerdo a la planificación y
programación sus

son:

- Obtener alta calidad de ejecución.
- Lograr productividad de mano de obra.
- Minimizar los costos por materiales y tiempos.

Supervisar: Todos los trabajos de mantenimiento deben ser revisados, por partida doble.

- Por el supervisor del Grupo ejecutante.
- Por personal de la unidad solicitante, como comprobación de que el equipo está en condiciones de operar como el lo requiere.

El resultado final será una aceptación-conformidad de la unidad solicitante;

70
mantenimiento no podrá dar
por terminado un trabajo sin
esta aceptación.

2.1.2.3.- Programación

La programación consiste en poner fechas y horas calendario a todo lo definido en la etapa o fase de planificación y particularmente en la planificación cronológica es, por lo tanto, dependiente de la planificación, a tal punto de no haber planificación, la programación no pasa de ser una utopía.

La programación comprende la determinación de la cantidad de trabajo ejecutar y el momento en que cada elemento de trabajo se iniciará a la orden de trabajo.

Esto comprende la

asignación de la cantidad y ritmo de producción, a sí como la fecha o el orden de iniciación de cada unidad de trabajo.

El alcance y eficiencia de la programación del maulto queda limitado por el acierto de la orden de trabajo y los procedimientos de control y, de manera muy especial, por el grado y exactitud de la planificación realizada.

La programación tiene como objetivo:

- Maximizar la utilización de los recursos en término de tiempo, eficiencia y costo. A su vez, la disponibilidad de los recursos dependen de la planificación.

Los objetivos inmediatos de la programación se pueden resumir en uno solo: Hacer

disponible los recursos necesarios para un trabajo, en el sitio del mismo, en el momento oportuno y en la cantidad necesaria. A objeto de augurar la continuidad de su ejecución y la calidad de sus resultados.

Para elaborar los programas de trabajo, programación realiza lo siguiente. Suponiendo que se dispone de los recursos necesarios:

- Traduce y establece, en fecha y horas calendario lo que planificación ya previamente ha establecido, definido y medido en unidades absolutas de cantidad, tiempo bolívares etc.

Para ello se requiere de dos elementos:

a).- La orden de trabajo (OT), para establecer las necesidades de los servicios de mantenimiento requeridos.

b).- La Hoja de planificación que es el resultado de la planificación.

- Definir la mezcla (Actividades - Trabajo - Recursos) más conveniente en cantidad, calidad, costo y vulnerabilidad. En término de producción equivale a decir: Determinar el lote económico a producir. esta es la primera etapa esencial y característica de la función programación.

2.1.2.4.- Ejecución

Son los resultados de la

programación trasladados a la fuerza ejecutante.

Se debe destacar que el uso de la planificación y programación ni limita ni coarta la autoridad de los supervisores de ejecución. Realmente lo que se hace es darle una seguridad de que el trabajo que debe ejecutar se hará sin inconveniente, pues hay la seguridad de que se dispone de los recursos necesarios, existe un método probado y efectivo para hacerlo; dispondrá de tiempo suficiente para su ejecución y no chocará ni entorpecerá la realización de otras actividades, esto permitirá que el personal humano involucrado en la ejecución se sienta bien dirigido, motivado y exista una buena coordinación de los esfuerzos hacia los objetivos.

planteados.

Los formatos o instrumentos para la ejecución deben ser por escrito, simples, muy manejables y con toda la información necesaria.

2.1.2.5.- Control

Es una fase de todo proceso de planificación y programación que consiste en asegurar que los recursos planificados se utilizan en forma adecuada hasta llegar a su optimización.

El control es la comprobación de que las personas o entes esten llevando a cabo lo planeado con o sin desviación a la norma predeterminada que se inicia al concluir la planificación y que permite medir y corregir lo ejecutado con lo planificado; esto

continúa durante todo el proceso administrativo por lo que hace el "Control constante y dinámico".

El control es una etapa primordial en la administración, pues aunque una Empresa cuenta con magníficos planes, una estructura organizacional adecuada y una dirección eficiente, El Ejecutivo no podrá verificar cual es la situación real de la organización si no existe un mecanismo que se cerciore e informe si los hechos van de acuerdo con los objetivos.

Los elementos del control son:

a) Relación con lo Planeado:

El control siempre existe para verificar el logro de los objetivos que se establecen en la

planeación.

- b) **Medición:** Para controlar es indispensable medir y cualificar los resultados.
- c) **Detectar Desviaciones:** Una de las funciones inherente al control, es descubrir las diferencias que se presentan entre la planeación y ejecución.
- d) **Establecer Medidas Correctivas:** El objeto del control es preveer y corregir los errores.

A continuación se presentan las secuencias de etapas necesarias para efectuar el control.

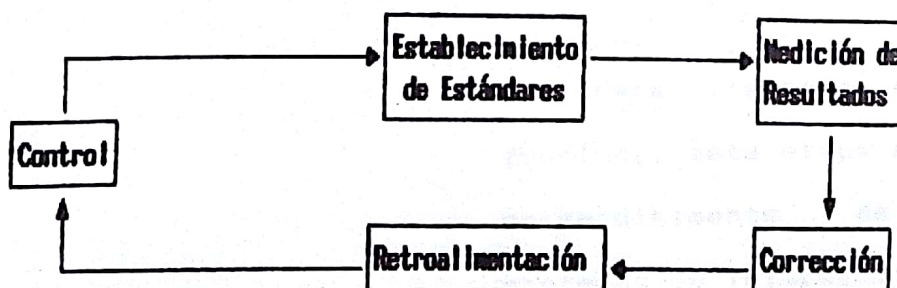


GRAFICO 2.1.2.1

Establecimiento de Estándares

Un estándar puede ser definido como una unidad de medida que sirve como modelo, guía o patrón con base en la cual se efectúa el control.

Los estándares representan el estado de ejecución deseado, de hecho, no son más que los objetivos definidos de la organización.

Medición de resultados

Consiste en medir la ejecución y los resultados mediante la aplicación de unidades de medida, que deben ser definida de acuerdo con los estándares.

Para llevar a cabo su función, esta etapa se vale primordialmente de los sistemas de información; por tanto, la efectividad del

proceso de control dependen directamente de la información recibida que debe ser oportuna (a tiempo), confiable (exacta), válida (que mida realmente el fenómeno que intente medir), con unidades de medidas apropiadas, y fieles (que se canalice por los adecuados canales de comunicación).

Una vez efectuada la medición y obtenida esta información, será necesario comparar los resultados medidos en relación con los estándares preestablecidos, determinándose así las desviaciones, mismas que deberán reportarse inmediatamente.

Corrección

La utilidad concreta y tangible del control está en la acción correctiva para

integrar las desviaciones en relación con los estándares. El tomar acción correctiva es función de carácter ejecutivo; no obstante, antes de iniciarla, es de vital importancia reconocer si la desviación es un síntoma o una causa.

El establecimiento de medidas correctivas da lugar a la retroalimentación; es aquí en donde se encuentra la relación más estrecha entre la planeación y el control.

Retroalimentación

Es básica en el proceso de control, ya que a través de la retroalimentación, la información obtenida se ajusta al sistema administrativo al correr el tiempo.

De la calidad de la

81
información dependerá el
grado y rapidez con que se
retroalimenta el sistema.

Características del Control

Puesto que el control es un factor imprescindible para el logro de los objetivos, éste debe reunir ciertas características para ser efectivo.

- Reflejar la naturaleza de la estructura organizacional.

Un sistema de control deberá ajustarse a las necesidades de la empresa y tipo de actividad que se desee controlar. Así, una pequeña empresa necesita de un sistema de control distinto al de una empresa grande; los controles que se implantan en departamento de

mantenimiento serán diferentes a los controles del departamento de producción. Los buenos controles deben relacionarse con la estructura organizativa y reflejar su eficacia; como ya es conocido, la función de control no puede suplir una organización precaria.

- **Oportunidad:** Un buen sistema de control debe manifestar inmediatamente las desviaciones, siendo lo ideal que las descubra antes de que se produzcan. El control será útil en tanto proporciones información en el momento adecuado.
- **Accesibilidad:** Todo control debe establecer medidas sencillas y fáciles de interpretar para facilitar

su aplicación. Es
fundamental que los datos o
informes de los controles
sean accesibles para las
personas a las que van a
ser divididos. Las técnicas
muy complicadas, en lugar
de ser útiles, crean
confusiones.

- **Ubicación Estratégica:**
Resulta imposible e
incosteable implantar
controles para las
actividades de la empresa,
por lo que es necesario
establecer en ciertas áreas
de acuerdo con criterios de
valor estratégico. Esta
característica se relaciona
con el principio de
excepción: enfatiza el
hecho de que es necesario
establecer punto de
verificación clave, ante de
que la corrección implique

un alto costo.

2.1.3.- Organización

La organización se puede definir como: "El establecimiento de la estructura necesaria para la sistematización racional de los recursos, mediante la determinación de jerarquía, correlación, y agrupación de actividades, con el fin de poder realizar las funciones del grupo social". (HONCH GALINDO; GARCIA MARTINEZ; Fundamento de Administración, pág. 108).

2.1.3.1.- Principios

Existen nueve principios que proporcionan la parte para establecer una organización nacional, según Hunch Galindo y Garcia Martínez, los cuales son:

- **Del Objetivo:** Todas y cada una de las actividades establecidas en la organización deberán relacionarse con los objetivos y propósitos de la empresa. Es decir, la

85
existencia de un puesto
sólo es justificable si
sirve para alcanzar
realmente los objetivos.
Este principio o primera
vista parece obvio, sin
embargo, la realidad
muestra que muchas veces
se crean puestos con la
consciente implicación de
costos y esfuerzos
inútiles, que en nada
contribuyen a lograr los
objetivos, si no que al
contrario, sólo ocasionan
gastos innecesarios.

No hay que confundir a
los sistemas
organizacionales con
sistemas burocrático o de
papeleo; al organizar es
necesario tener presente
que la finalidad primordial
de la organización es
promover la eficiencia,
simplificar el trabajo y no

complicarlo.

- **Especialización:** Este principio fue establecido por ADAN SMITH hace 200 años; afirma que el trabajo de una persona debe limitarse hasta donde sea posible, a la ejecución de una sola actividad.

El trabajo se realizará más fácilmente si se subdivide en actividades claramente relacionadas y delimitadas mientras más específicos y menor sea el campo de acción de un individuo, mayor será su eficiencia y destreza.

- **Jerarquía:** Es necesario establecer centro de autoridad de los que arman la comunicación necesaria para lograr los planes, en los cuales la autoridad y la responsabilidad juegan

87
en una línea clara e
ininterrumpida, desde el
más alto nivel ejecutivo
hasta el nivel más bajo.
Este principio establece
que la organización es una
jerarquía.

- Paridad de Autoridad y
Responsabilidad: A cada
grado de responsabilidad
conferido, debe
corresponder el grado de
autoridad necesario para
cumplir dicha
responsabilidad. No tiene
objeto hacer responsable a
una persona por determinado
trabajo si no se le otorga
la autoridad necesaria para
poder realizarlo. De la
misma manera que resulta
absurdo conceder autoridad
para realizar una función,
a un empleado, si no se le
hace responsable por los

resultados.

- **Unidad de Mando:** Este principio establece que al determinar un centro de autoridad y decisión para cada función, debe asignarse un solo jefe, y que los subordinados no deberán reportar a más de un superior, pues el hecho de que un empleado reciba ordenes de dos o más jefes solo ocasionará fugas de responsabilidad, confusión e ineficiencia.

- **Difusión:** Para maximizar las ventajas de la organización, las obligaciones de cada puesto que cubren responsabilidad y autoridad, deben publicarse y ponerse por escrito, a disposición de todos aquellos miembros de la empresa que tengan relación con los mismos.

Por otra parte, ^{se} la descripción de las labores no deben hacerse con demasiado detalle.

- **Amplitud o Tramo de Control:** Hay un límite en cuanto al número de subordinados que deben reportar a un ejecutivo; de tal manera que éste pueda todas sus funciones eficientemente.

- **De la Coordinación:** La unidades de una organización siempre deberán mantenerse en equilibrio.

Un ejemplo de esto puede ser que de nada servirá contar con un departamento de mantenimiento y producción muy eficiente. Si las finanzas son tan malas que la institución no pueda

controlar los costos y presupuestos. En otras palabras el administrador debe buscar el equilibrio entre todas las funciones.

- Continuidad: Una vez que se ha establecido, la estructura organizacional requiere mantenerse, mejorarse y ajustarse a las condiciones del medio ambiente.

En general para llevar a cabo un buen proceso de organización del mantenimiento, es necesario aplicar semanalmente las técnicas y los principios organizacionales, a si como delimitar qué tipo de organización es la más idónea en la situación del centro de microscopia electrónica.

2.1.4.- Control de Costos de Mantenimiento

El objetivo primordial es determinar el costo real de mantenimiento con base en el cálculo y análisis detallado de cada uno de los elementos que intervienen en la ejecución del mantenimiento.

Los sub/sistemas de costos de mantenimiento son necesario para poder evaluar la eficiencia del mantenimiento y a que se busca el mayor rendimiento al menor costo.

El problema consiste en determinar el nivel óptimo del esfuerzo de mantenimiento que es necesario prestar a los equipos e instalaciones ya que dichos costos aumentan si hace mucho mantenimiento o poco mantenimiento. Si el nivel existente es inferior al óptimo ya sea porque la fuerza de trabajo de mantenimiento es insuficiente, porque la planificación de los recursos sea inadecuada o incluso inexistente, porque el rendimiento de la mano de obra sea muy baja o por cualquier otra causa que afecte en forma negativa el nivel óptimo de

92

mantenimiento, contribuirán a que las condiciones generales de cualquier institución, de sus equipos o instalaciones tiendan a empeorar; inversamente. Si el nivel de mantenimiento es superior al óptimo se estará incurriendo en gastos extraordinarios que no contribuyen a un mejor y mayor logros de los objetivos.

La solución a este problema consiste en determinar el costo mínimo de mantenimiento que produce el máximo beneficios.

Por esto es necesario medir el comportamiento de los costos de mantenimiento preventivo y correctivo en función a la disponibilidad de los equipos requeridos.

Por lo general el maullo, desde el punto de vista contable se considera como un gasto general, y por tal razón los costos de mantenimiento se incluyen en la suma de todos los gastos generales; de esta manera no se tiene la posibilidad de conocer el resultado económico de la

gestión de mantenimiento.

En consecuencia, se hace imposible estimar la capacidad de mejorar la apariencia del centro mediante la reducción de los costos de mantenimiento.

Con un sistema de costos se tienen dos facilidades:

La primera consiste en suministrar a la contabilidad la información necesaria para su control interno y para evaluar el rendimiento de la gestión que se realiza.

La clasificación, registros, resúmenes y distribución de los gastos de mantenimiento son necesarios para ejercer un control efectivo de la gestión de mantenimiento.

La finalidad básica de un programa de costos es estimular la reducción de costo de mano de obra, materiales y repuestos, comparando el precio real con el que se sabe es posible obtener.

2.1.5.- Reportes de Mantenimientos

Los reportes para la Gerencia

constituyen un sub/sistema importante para la gestión del mantenimiento, ya que aquí se presentan los índices e indicadores que midan la performance y comuniquen los resultados del esfuerzo de mantenimiento a la Gerencia necesario para la toma de decisiones.

En estos reportes se centralizan todos los datos relacionados con los valores a medir y controlar de los elementos de un sistema gerencial de mantenimiento anteriormente descrito.

Para establecer estos reportes de control de gestión se debe seguir un proceso lógico:

- 1) Definir las variables a controlar por cada elemento o sub/sistema.
- 2) Definir los indicadores que permitan medir las variables.
- 3) Clasificar y centralizar la información debidamente codificada.
- 4) Establecer los estándares.
- 5) Medir y analizar.

Ante de todo debe determinarse lo que se necesita centralizar en los reportes, esto será de acuerdo en lo que se indique en la experiencia el contenido y los hechos observados por el administrador. Sabiendo los elementos que conforman la gestión; es necesario oficializar si estos se necesitan controlar en cantidad, calidad, tiempo y costo; con lo que se está en posibilidad de fijar las mismas.

La definición de indicadores atienden a ciertos pasos, tales como:

- Establecer los objetivos de lo que se desea cuantificar o medir y los resultados que se esperan.
- Verificar el tipo de información que se tiene.
- Hacer una lista de aquella información a obtener.
- Hacer una lista de variables, expresando las unidades en que se desea medir.
- Hacer una clasificación de las variables.

- Crear los formularios para reedición de datos.
- Definir la forma de calcular los indicadores.
- Establecer los estándares.
- Calcular los indicadores.
- Realizar e interpretar los resultados.

Estándares Técnicamente Elaborados

El establecimiento de estándares deben fundamentarse en un estudio objetivo y cuantitativo de una situación de trabajo específica. Se desarrollan en la relación con la productividad de los equipos, trabajadores, costos incurridos en los trabajos, organización, etc.

Por otra parte, los modelos, de acuerdo con sus características, pueden ser cuantitativos, o cualitativos, si son susceptible de medirse en unidades numéricas, o cualitativos, cuando se establecen subjetivamente y los aspectos que se evalúan son referente a ciertas cualidades.

Medir: Consiste en medir la ejecución y resultados, mediante la aplicación de los indicadores, a las variables seleccionadas.

Comparar: Consiste en comparar los resultados de las mediciones con los estándares establecidos y conocer si existen variaciones de comportamiento con respecto a estos. Aquí debe actuar con criterio amplio, a fin de escoger las desviaciones importantes o excepcionales.

Analizar: Las variaciones detectadas deben ser analizadas con el fin de conocer claramente el porqué de las mismas, muchas veces será necesario revisar los procedimientos o aún los métodos, pues éstos no indicarán dónde fracasaron las acciones del personal.

2.2.- CENTRO DE MICROSCOPIA ELECTRONICA

El Centro de Microscopia Electrónica de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela, es una unidad de investigación básica y orientada para estimular y difundir el uso de las técnicas de microscopia electrónica. (Folleto

editado por el Centro de Microscopia Electrónica,
Profesor: Mitsuo Ogura).

El Centro de Microscopia tiene como
objetivos:

- * Unidad de Formación de Recursos Humanos en las especialidades científicas y tecnológicas.
- * Unidad de Servicios y Asesorías a las investigaciones científicas y tecnológicas.
- * U técnicas de Microscopia Electrónica, además de una unidad de servicios en el campo científico y de investigación Básica y Orientada en Microscopia Electrónica. (Folleto edit. por el Centro).

2.2.1.- Antecedentes del Centro

El desarrollo del Centro se inicia a partir de 1976, con la aprobación de las solicitudes de financiamientos institucionales de la Facultad de Ciencias y de la Escuela de Biología presentada ante el CONICIT y el CDCH-UCV respectivamente. De esta manera se logra la adquisición de un Microscopio Electrónico de Transmisión Electrónico

HITACHI - 500 y de un Microscopio electrónico de Barrido HITACHI S - 500, con los cuales se tiene la capacidad de realizar análisis morfológico y ultraestructural.

En septiembre de 1977 fue inaugurada la sede actual del Centro, ubicada en la Facultad de Ciencias, y desde entonces su actividad se ha mantenido de manera continua y creciente. Desde esa época fue introducido a la consideración del Consejo de la Facultad el reglamento del Centro, el cual fue aprobado en 1985.

En el desarrollo del Centro pueden distinguirse tres etapas, relacionado con la capacidad técnica de los servicios que puede ofrecer durante un determinado periodo.

Durante la primera etapa fueron instalados tres microscopios: dos de transmisión y uno de Barrido, los cuales proporcionan una capacidad de análisis morfológico y estructural. En esta etapa el 70% de los usuarios pertenecía al

campo Biomédico y se atendía un promedio de 30 a 35 proyectos de investigación anuales.

En el inicio de la segunda etapa del desarrollo del Centro, en 1982, se caracterizó por la adquisición de un Espectrómetro de Rayos X del tipo EDX, el cual, acoplado al Microscopio de Barrido, permite el análisis de la composición elemental de las muestras estudiadas. A partir de esta fecha se atendieron diversos proyectos de investigación donde se usó la Microscopía Electrónica en la caracterización de productos de acero, aleaciones de aluminio, polímeros y otros materiales, determinándose su estructura y composición elemental como función de las diferentes condiciones experimentales a las que fueron sometidos. Se utilizaron diversas técnicas tales como Microscopía Electrónica de Barrido, métodos de réplica y lámina fina en Microscopía electrónica de transmisión y la aplicación de técnicas de análisis de

101
elementos químicos mediante la obtención de espectros de Rayos X característico en el Microscopio Electrónico de Barrido. En 1983 el Centro instaló, gracias al financiamiento de CONICIT, un Microscopio Electrónico de transmisión Analítico de 200 Kv, con capacidad para trabajar en el modo de transmisión en barrido (STEM) y con un analizador de elementos químicos de tipo EDX.

En esta segunda etapa se atendieron aproximadamente 70 proyectos de investigación al año, tanto en ciencias básicas como en ciencia aplicada discriminados de la siguiente manera: un 40% en el campo biológico y ciencias de la salud y un 60% en el campo de Materiales en las áreas de Metalurgia, Mecánicas y análisis de Daños, Geología, Polímeros, catalizadores, física y Química.

Las solicitudes de servicio incluidas en el proyecto en el campo de materiales fueron en franco aumento. Además del servicio que se presta a

diversos laboratorios de la Facultad, se colabora con el Instituto de Medicina Experimental de la Facultad de Medicina y con las Escuelas de Ingeniería Química y de Metalurgia y de Ciencia de los materiales de la Facultad de Ingeniería. También colabora con la Universidad de los Andes, Simón Bolívar, universidad del Zulia, el Instituto Universitario Politécnico Experimental de Guayana, El IVIC, y con empresas como: PEQUIVEN, INTEVEP, INDESCA, MARAVEN, LAGOVEN, SIDOR, VENALUM, ALCASA, SIVENSA, y POLAR, entre otras. Se está realizando trabajos con el personal médico de las Unidades de Oftalmología, Endocrinología y la Sala de Medicina II del Hospital Universitario de Caracas y del Hospital General "Dr. JOSE IGNACIO BLADO". Esto significa que los campos de aplicación de la Microscopía Electrónica, una tecnología de investigación científica, se están ampliando en Venezuela.

A principios de 1992, el Conicit comunicó la aprobación dentro del programa CONICIT-BID, de un proyecto de

103

servicios Científico y Tecnológico
denominado "Caracterización de
Materiales mediante Microscopia
Electrónica".

Dicho proyecto permitirá ampliar de manera notable la capacidad analítica del Centro, mediante la adquisición de Microscopios de Barridos Electrónico de mayor resolución espacial y capaces de realizar análisis de señales elementales características (EDX, WDX, AES) en un rango más amplio y con mayor resolución energética. Así mismo, se ha venido preparando la ampliación de servicios en lo que se refiere a la preparación de materiales biológicos bajo condiciones criogénicas y se considera además mejorar lo relativo a los aspectos administrativos. Actualmente el Centro se encuentra en la Fase inicial de la tercera etapa de su desarrollo, caracterizada por la capacidad que le dará el mencionado proyecto con el cual se espera un avance notable durante el periodo 1993-1997.

2.3.- LEGISLACION EN VENEZUELA

En Venezuela actualmente existe una gran problemática en cuanto a la adquisición y mantenimiento de equipos científicos, a consecuencia de una inadecuada transferencia de tecnología sostenida y reforzada por el ambiente que origina las escasas o insuficientes políticas de control o regulación que el Estado venezolano infructuosamente ha dictado en esta materia. Ello tiende a magnificarse cuando entre las fallidas normas legales decretadas para regir la Materia, se observa una acentuada incoherencia expresada por falta de complementos jurídicos como lo constituye una precisa reglamentación o porque sencillamente la alternabilidad gubernamental altera concepciones anteriores realizadas en función a normatizar un proceso de transferencia de tecnología. En todo esto pareciera que lo único a ser pretendido es la configuración de objetivos que no alcanzan la realidad de los hechos, puesto que su conjunto mejor se identifica con meras declaraciones de intención. Se puede opinar que buena parte de ello descansa en la ausencia de un proyecto nacional que contemple a la ciencia y tecnología como propósitos firmes y definidos.

Por otra parte, bien es confirmable que la problemática presentada muestra otro significativo fundamento en el manejo impropio de los criterios que rigen una idónea negociación de tecnología. La mayoría de las veces, las equivocaciones que posteriormente se reflejan en serios problemas sobre la puesta en marcha, funcionamiento y mantenimiento de un sin número de equipos de investigación, han tenido su origen en las etapas erróneamente llevadas a cabo de información, selección, comercialización y adquisición de tecnología. En otras palabras, el proceso de toma de decisiones o de gerencia de la ciencia y tecnología, no es efectuada en base a principios y a metas propias de un proceso de desarrollo nacional.

Entrando a la problemática específica objeto de estudio, en lo que corresponde al marco legal podemos decir, que en referencia a normativas sobre mantenimiento de equipos científicos y tecnológicos, no se han desarrollado planes específicos. Sólo podemos citar dos normativas que pueden ayudarnos.

En Materia de Adquisición de Equipos Científicos

La Dirección de Normalización y

Certificación de Calidad D.N.C.C., consciente de la importancia de la tecnificación de las unidades de compra, tanto de los Organismos del Estado como del sector privado, ha iniciado una intensa campaña en este sentido, prueba de ello es el esfuerzo realizado con el establecimiento y puesta en marcha en la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) del Comité Técnico de Compras del Estado, el cual tiene entre sus objetivos esenciales coayugar el mejoramiento de la función a través de criterios técnicos adaptados a los procedimientos de las compras. En la medida que se definan los criterios idóneos claros y concretos para el ordenamiento de las compras del Estado por ser éste gran comprador, se permite a través de su racionalidad, implantar estos principios en el resto de las transacciones de COMPRA-VENTA, que se realizan en el país.

La tecnificación de la acción Compra-Venta radica en:

Organización de sistemas de Compras y Suministro mediante el desarrollo y uso de normas técnicas administrativas, que simplifiquen la gestión que conlleven a una mejor productividad de la función de compras en la empresa, tales

como normas y procedimientos, formas y modelos para la gestión, etc.

Utilización de normas técnicas que permitan:

La selección adecuada del proveedor (mediante normas e evaluación, codificación, registro de proveedores, clasificación de proveedores).

El pedido y adquisición de repuestos que satisfagan las necesidades de mantenimiento (normas que contengan especificaciones técnicas, condiciones de almacenaje, transporte, embalaje, etc.).

Almacenamiento y control de recepción (muestras y criterios de aceptación y rechazos) en base a normas técnicas.

Exigir al proveedor certificados de conformidad con normas.

Establecimiento de criterios técnicos de la calidad en los contratos Compra-Venta particularmente en lo referente al servicio post-venta, instalación, mantenimiento.

Estas pautas permitirán ejecutar una acción de Compra-Venta que satisfaga las expectativas de

las partes.

En la materia de adquisiciones, se destacan las siguientes disposiciones establecidas en la ley sobre Normas Técnicas y Control de Calidad:

Artículo Nº 4: "El Ministerio de Fomento establecerá las disposiciones relativas a Normalización, el Control de Calidad y certificación de Conformidad con Normas en las siguientes áreas:

- a) *Elaboración e intercambio de bienes.*
- b) *Prestación de servicios.*
- c) *Introducción, distribución y expendio de bienes importados.*
- d) *Exportación de bienes y servicios nacionales.*

Artículo Nº 22:

"Las personas naturales o jurídicas que presten sus servicios, deberán presentar por escrito a los usuarios y con anticipación a la prestación, en los ramos que determine el Ministerio de Fomento, lo siguiente:

- a) *Costos de Servicio y alcance de él*

- b) *Garantía que concede si fuera necesario.*
- c) *El tiempo máximo que tardará la prestación del servicio con indicación de la fecha de comienzo.*
- d) *Otras que incluya el Ministerio. (Gaceta Oficial No 2.529, de fecha 31-12-1979).*

Así mismo, el Ministerio de Fomento establecerá los bienes que deberán suministrarse bajo garantía y fijará condiciones mínimas de las mismas.

En Materia de Mantenimiento

Preocupados por el deterioro observado en las instalaciones y equipos científicos, tanto en el sector público como en el privado, la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN), decidió la integración de un Comité Técnico de Normalización que tuviese como objetivo central la elaboración y estudio de las Normas Técnicas que servirán de orientación en relación a las actividades que en este campo se instrumentarán, dentro de los sectores antes mencionados, y que ayudarán a la extensión de la vida útil de los equipos e instalaciones existentes, así como los planes concretos a ser tomados en las nuevas

instalaciones adquiridas.

Actualmente se dispone de un grupo de Normas Técnicas que cubren las áreas de:

- Edificaciones.
- Cines.

Así mismo, se está desarrollando un plan concreto con miras a definir dentro de cada documento que normalice características de productos o servicios, un capítulo relativo a las condiciones básicas de mantenimiento que deben tomarse en cuenta y los lapsos y condiciones para su aplicación.

Además de intervenir en la formulación de Normas Técnicas de Mantenimiento, se prepararán normativas sobre formación de cuadrillas de mantenimiento, operación de dichas unidades y entrenamiento de las mismas.

En materia de administración de mantenimiento no se ha desarrollado ninguna normativa. Existe sin embargo, importantes disposiciones legales como técnicas, en referencia a los requisitos que deben privar en el caso de garantías y/o servicios, pudiéndose

éstos últimos aplicarse o exigirse para los 111
servicios ofrecidos por empresas que realizan
asistencia de mantenimiento.

Además, evaluando estas empresas según Normas Venezolanas COVENIN N° 2.100, se puede tener información acerca de la capacidad de las mismas para asegurar el cumplimiento de las garantías, servicios de instalaciones de mantenimiento, etc., mediante el análisis de aspectos como: personal, mantenimiento de stock de repuestos, organización de la empresa, locales, almacenes, talleres, etc.

Servicio Nacional de Metrología

El Servicio Nacional de Metrología, atendiendo a la problemática de la adquisición y mantenimiento de equipos para la investigación científica y tecnológica realiza una serie de actividades que, si bien no pretenden ofrecer una solución definitiva, establece las bases para que a mediano plazo se vislumbren correctivos importantes.

1.- El Servicio Nacional adelanta en la actualidad un Censo en los sectores de la industria, comercio, universidades e

institutos de investigación, tendientes a evaluar las características técnicas de sus instrumentos de medición y equipos de referencia, como punto de partida para la formación de una red nacional de laboratorios. La información tecnológica que de es censo se derive será de una importancia para la elaboración de manuales que permitan mejorar el conocimiento, dominio y mantenimiento de esos equipos, amén de que facilitará el intercambio de información tecnológica sobre los ensayos y se identificará la ubicación donde se encuentren instalados y, cuales son las posibilidades de acceso a la utilización de los mismos.

2.4.- DESCRIPCION DE LA FUNCION DE MANTENIMIENTO

Anteriormente hablamos definido la función de mantenimiento como un conjunto de medios que permitan asegurar todas las operaciones de vigilancias, de conservación sistemática de los equipos e instalaciones, así como los trabajos de reparaciones destinados a garantizar la disponibilidad de los equipos e instalaciones del Centro de Microscopia Electrónica.

2.4.1.- Rol de la Función de Mantenimiento

Desde el punto de vista operacional la función de mantenimiento cubre todas las operaciones de prevención y corrección de fallas bien sea con los recursos propios del sistema implementado o por vía contratación, en este caso, la negociación y el seguimiento de los contratos es parte de la función de mantenimiento.

2.4.2.- Rol Tradicional

Hasta hace muy pocos años, la función mantenimiento consistía sobre todo en reparar los equipos y/o instalaciones o enviarlos al fabricante o proveedor cada vez que sufría una falla.

El rol consistía generalmente en:

- * Supervisar los equipos.
- * Proceder a realizar las reparaciones sencillas.
- * Efectuar transformaciones y adaptaciones diversas según el grado

de ingenio encontrado localmente.

2.4.3.- Nuevo Enfoque de Mantenimiento

Las evoluciones de las técnicas ha revelado nuevas necesidades y ha conducido a la definición de una verdadera ingeniería en diferentes campos de la ciencia, en las investigaciones se hacen uso de equipos e instalaciones cada vez más sofisticados y costosos. Ejemplos de estos equipos son los modernos Microscopios Electrónicos elevan su resolución y amplían su capacidad de análisis, por lo que para su operación eficiente se requiere una noción de mantenimiento más ampliada. Entre los nuevos aportes tenemos:

- * La reducción de los tiempos fuera de servicio por fallas.
- * El estudio de los problemas de seguridad.
- * La selección de los materiales y su estandarización.

- * La definición de las prioridades para la inversión en equipos.
- * La toma de consideración de los costos de operación.
- * la formación del personal.
- * La optimización de los costos.
- * El análisis de las fallas. (Manual de Sistemas de Mantenimiento HF de Venezuela.).

2.4.4.- Campo de aplicación

El campo de aplicación de los servicios de mantenimiento en el Centro de Microscopia electrónica cubre:

- Las infraestructuras.
- Los equipos generales e instalación.
- Los equipos específicos y/o instrumentos (Ver Anexo cuadro No 3).

El sistema de mantenimiento se encargará de los equipos generales e instalaciones así como de los equipos específicos o instrumentos, la

conservación de la infraestructura
corresponderá a un sistema de
conservación.

**2.5.- SITUACION DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
EN MATERIA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS
CIENTIFICOS**

En la universidad Central de Venezuela no existe una estructura organizada de mantenimiento que atienda las necesidades de mantenimiento de los equipos científicos. Según una entrevista realizada al Decano de la Facultad de Ciencias manifestó que: "El procedimiento para la adquisición de los equipos para la investigación científica y tecnológica varía de acuerdo al organismo encargado de financiar la compra, esto es, el CONICIT, y el CDCH. En el caso del CDCH, corresponde al investigador elaborar el informe técnico con todas las especificaciones relativas a las características, precios, casa, distribuidoras del equipo solicitado y presentarlo al CDCH, para su aprobación".

Explica el entrevistado que los contratos de compra dependen del vendedor y de la experiencia que tenga el investigador de las cuales son las exigencias y las condiciones que deben regir la compra. La mayoría de las compras no están

avaladas por garantías de servicios y repuestos, envío de manuales de operación interna y personal técnico con suficiente conocimiento para instruir al usuario en cuanto a la operación del equipo. indica que en cuanto a mantenimiento de los equipos es un grave problema que enfrentan, por el hecho de que no existe unidades de mantenimiento organizados, tan solo cuenta con personal técnico par reparaciones sencillas, teniendo que recurrir a los técnicos foráneos, para reparaciones sofisticadas. el problema se agrava más también por falta de disponibilidad de repuestos requeridos ya que el vendedor solo proporciona el equipo y al solicitar su repuesto hay que realizar todo el proceso de tramitación. Actualmente el CDCH elaboró un presupuesto para mantenimiento de equipos, pero no contempla mantenimiento preventivo. También el Vicerrector Académico ha expresado su preocupación por los problemas que confrontan los investigadores en cuanto a mantenimiento de los equipos y se está realizando un censo a nivel universitario de los equipos existentes y percatarse así de cuántos equipos funcionan y en que condiciones. Este es un caso específico del papel que la Universidad juega en un problema de esta importancia, donde el mantenimiento pasa a constituir casi una

118
primera prioridad en materia de política de investigación.

2.6.- PROBLEMAS ESPECIFICOS DE MANTENIMIENTO

En los resultados de la evaluación se menciona una serie de problemas que afectan de manera notable el funcionamiento del centro. Sin embargo, se han manifestado una serie de dificultades adicionales que se mencionan a continuación:

- a) La escasez de personal especializado en esta área para efectuar el mantenimiento de los equipos científicos a causa de una inexistencia partida presupuestaria para la contratación de personal.
- b) la tecnología electrónica involucrada es compleja y requiere de uno o dos días de trabajos, en promedio, para efectuar reparaciones. Además se requiere de personal con cursos de capacitación avanzados y de instrumentos sofisticados y costosos.
- c) la inexistencia en la Universidad de una infraestructura de mantenimiento en materia de equipos científicos.

- d) Falta de conocimientos del personal docente e investigador necesario para una eficiente operación de estos equipos.

2.7.- ELEMENTOS CONCEPTUALES

Control de Equipos

Es el nombre el cual se ha designado a un conjunto de elementos relacionados con la identificación y análisis de los equipos que, bajo el enfoque integrado de sistema, permita la recolección, procesamiento y suministro de información del comportamiento de un equipo durante su vida útil, para la aplicación de políticas de mantenimiento y elaborar programas de mantenimiento preventivo.

Identificación de los Equipo

Consiste en identificar cada uno de los equipos que estarán sometidos a políticas de mantenimiento durante el inventario, clasificación, codificación y catalogación de los mismos con el fin de analizarlos.

Análisis de Equipos

Es el análisis de mantenimiento realizado a los equipos mediante técnicas establecidas

(parámetros de mantenimiento, predictivo, fabricante, etc.) con el fin de determinar el estado operativo y establecer políticas óptimas de mantenimiento.

Inventario de Equipos

Lista de todos los equipos e instrumentos que conforman una instalación con sus características y técnicas de ubicación.

Criticidad

Importancia que tienen los equipos dentro del proceso productivo debido a su posición técnica.

Inspecciones

Son las que resultan de tareas periódicas que en forma visual y manual se le hacen a un equipo, para determinar su condición de operación, utilizando una lista de comprobación o chequeo general de sus partes, en la cual puede que no encuentre una posible concurrencia de falla, y de haberla, ésta implique un mantenimiento adicional.

Predictivo

Es el que resulta de una inspección con el uso de equipos externos en la mayoría de los casos, o con instrumentos y/o equipos internos lo cual permite la medición de las variaciones, del comportamiento o del estado del equipo, determinando una probable falla, generando un mantenimiento adicional.

Adicional

Es aquel que proviene de una inspección o un mantenimiento predictivo. este permite corregir o cambiar partes del equipo oportunamente, para prevenir o detectar posibles fallas y con el tiempo pueda incluirse en las actividades o trabajos estándar al determinarse su procedimiento y su frecuencia. Cuando se trata un mantenimiento adicional, este se trata en la prioridad urgente (u), operativa (o) y/o normal(n).

Mantenimiento Mayor

Es el mantenimiento preventivo programado que se realiza a un equipo, el cual consiste en reemplazar un estimado de 50% de sus componentes, bien sea porque el mismo ha disminuido su

eficiencia o porque ha llegado a la etapa de desgaste o corrosión. Este mantenimiento puede ser parcial total (overhaul). Por ejemplo: a un equipo, una función, un área o una etapa de la planta, se considera que un equipo está en la etapa de desgaste cuando el parámetro "K" de Weibull es mayor que 1.

Código

Es un código alfanumérico que permite la identificación del equipo o componente dentro de un grupo de equipos o familia y conocerlo en forma rápida y detallada.

Fallas de Equipo

Es toda ocurrencia no previsible inherente al equipo, la cual impide su funcionamiento.

Tiempo de Operación

Es el tiempo transcurrido desde que el equipo falla hasta que retorne a sus condiciones de operación.

Tiempo Fuera de Servicio

Es el tiempo que transcurre desde que el equipo falla hasta que vuelva a estar en

condiciones de operar

Plan de Mantenimiento Preventivo

Consiste en el programa de mantenimiento conformado por rutinas, inspecciones visuales y técnicas que se realizarán a los equipos durante el año. Este plan se origina por análisis de mantenimiento.

Mantenimiento Correctivo

Consiste en toda actividad de mantenimiento que se realiza a un equipo una vez que éste ha fallado, con el objeto de volverlo al estado operativo.

Clasificación de Equipos

Consiste en ordenarlos o disponerlos por categoría según su función, ubicación e importancia, con el objeto de facilitar el análisis de los mismos.

Falla Típica

Son todas aquellas fallas de las cuales se tenga conocimiento de lo ocurrido al equipo por haber sucedido varias veces en igualdad de condiciones y haber pasado por un proceso de

"t" y se expresa en cantidad de fallas por unidad de tiempo.

Subsistema Control de Trabajo

Es el nombre con el cual se ha designado al proceso de control de los trabajos de mantenimiento bajo el enfoque de sistema para controlar las acciones de mantenimiento desde el inicio hasta el fin y recursos utilizados. Centralizando y transfiriendo información del sub-sistema a otros sub-sistemas para la evaluación integral de todas las variables de mantenimiento.

Orden de Trabajo

Es el documento que centraliza la información relacionada a los trabajos de mantenimiento y recursos y representará el núcleo fundamental del sub-sistema Control de Trabajo.

Hoja de Planificación

Es el documento que centralizará la información relacionada con el proceso operativo (solicitar, planificar, estimar y programar los trabajos de mantenimiento) que unido a la ODT conformará el sub-sistema Control de Trabajo.

Planificar: Consiste en definir en términos cuantitativos y lógicos, todos los elementos de la gestión, su método de aplicación y la secuencia de actividades. Revisa los requerimientos, determina el contenido, define las tareas, establece la secuencia de actividades.

Programar: Consiste en la verificación y comprobación de la disponibilidad de los recursos especificados en la planificación aprobada para luego asignar fechas y recursos.

Control de Costos

Es el proceso mediante el cual un conjunto de variables se mantienen dentro de ciertos límites preestablecidos para asegurarse que los costos de mantenimiento se están manejando en forma prevista.

Sub-sistema Costos de Mantenimiento

Es el nombre con que se ha designado al proceso de recolección, cálculo y análisis de costos bajo el enfoque sistémico con el fin de estudiar los costos directos e indirectos de los recursos utilizados en la ejecución del mantenimiento y de igual forma suministra

información referente al presupuesto y al control de los costos de mantenimiento.

Costo de Mantenimiento

Son todos aquellos costos directos e indirectos atribuidos a las acciones de mantenimiento.

Costos Directos

Son todos aquellos costos que están estrechamente ligados al esfuerzo de mantener los equipos e instalaciones tales como: mano de obra, repuestos, equipos, contratos y algunos materiales directos.

Costos Indirectos

Son todos aquellos imputados o repartidos que por su naturaleza son compartidos por varios equipos debido a que no se pueden identificar directamente con el esfuerzo de mantenimiento.

Gastos operativos

Son aquellos gastos incurridos por el Departamento de Mantenimiento para operar el mantenimiento de los equipos, ejemplo: herramientas, grasas, etc.

Costos de Penalización

Son todos aquellos costos ocasionados por pérdida de producción debido a una mala operación, mantenimiento inadecuado, baja calidad e inexistencia del repuesto.

Centro de Costos

Es el centro de registro de datos los costos y gastos incurridos en el mantenimiento de los equipos.

Costos de Mantenimiento Preventivo

Son todos los costos directos de mantenimiento identificados con las secciones preventivas de mantenimiento.

Costos de Mantenimiento Correctivo

Son todos aquellos costos directos incurridos en el mantenimiento correctivo.

Gestión de Mantenimiento

Es el proceso mediante el cual se expresan los resultados del mantenimiento, considerando las variables que intervienen en los Sub-sistemas de Control de Trabajo, Control de Equipos y Costos de Mantenimiento, resumiéndolos en cuadros

estadísticos, gráficos, reportes e informes en forma de indicadores, retroalimentando al sistema de mantenimiento.

Sub-sistema Control de Gestión

Es el nombre que se ha de centralizar todos los datos relacionados con las variables a medir y controlar los Sub-sistemas de Control de Equipos, Control de Trabajo y Control de Costos, clasificando y procesando las mismas para suministrar información de los resultados del sistema, a través de indicadores de gestión, graficando, pronosticando eventos, interpretando los reportes e informes obtenidos para la toma de decisiones.

Indicador: Es un valor obtenido, que permite dar a conocer el comportamiento y las desviaciones del mismo; medir, reflejar y evaluar los hechos mediante un patrón establecido, para controlar sus resultados en función a la toma de decisiones, sean éstas correctivas o preventivas.

Estándar: Valor promedio y pronóstico de una variable cualquiera, que servirá como patrón de comparación y cuyo comportamiento permanece constante en una referencia de tiempo, tendiendo

a cambiar su comportamiento con la dinámica del tiempo y de las circunstancias en las que se mueve.

Rangos: Es el límite entre un valor máximo y mínimo de una variable observada, el cual permite identificar las desviaciones pertinentes.

Desviaciones: Son los valores de una situación presentada que se proyectan en el tiempo y cuyo comportamiento está desviado en relación a los límites o rangos establecidos, bien sea que éste se presente de forma positiva o negativa en la proyección.

Índice de Gestión: Valores que suministran información para el control de mantenimiento.

Variables: Son una serie de elementos de carácter cuantitativo.

Valor Estándar: valor tipo, valor modelo, valor patrón.

Actividad Estándar: Es aquella actividad de mantenimiento preventivo que si se repite más de tres veces en el mismo tiempo y costo, se determina que es una actividad estándar.

Trabajo Estándar: Es un conjunto de actividades

de mantenimiento preventivo repetitivas que conforman un procedimiento, y que si éste se repite cinco veces en el mismo tiempo y costo, se determina que es un trabajo estándar.

CAPITULO III
METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1.- POBLACION Y MUESTRA

Para efectuar el diagnóstico de la investigación en materia de mantenimiento en los Centros de Microscopia Electrónica se seleccionó un caso en particular "Centro de Microscopia Electrónica de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela" por considerarlo uno de los centros más importante en el país en lo que respecta a la difusión y uso de las técnicas de microscopia electrónica y por estar presentando un grave problema en materia de mantenimiento, por lo que se realizó un muestreo al personal que labora en el centro, la cual estuvo constituida por un total de 16 personas a nivel de Coordinadores Generales y adjuntos, Secretariado del Consejo de Administración, investigadores, personal técnico y ejecutores de mantenimiento, las cuales fueron entrevistadas en relación a variables que constituyen el objeto de la investigación. Finalmente se seleccionó el instrumento de trabajo que en este caso consistió en una encuesta tipo cuestionario organizada de acuerdo al esquema en que se estructuró el

problema.

3.2.- INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE INFORMACION

Para alcanzar el objetivo general de este trabajo (estudiar el problema existente), fue necesario hacer preguntas a las personas seleccionadas en la muestra y que de una forma u otra estaban afectados por la problemática de mantenimiento y que tenían la información deseada, para esto se utilizó una encuesta tipo cuestionario. Dicho cuestionario cumple dos funciones básicas:

Traducir los objetivos de la investigación a preguntas específicas y motivarlos para que cooperen con la encuesta y proporcionar la información en forma correcta. Las preguntas abarcan todos los componentes y variables que hemos descrito como parte de nuestro problema, lo que contribuyó posteriormente a la elaboración del Sistema de Mantenimiento que representa el objetivo final de este trabajo.

El cuestionario del cual se incluye una copia en el anexo No 6, es el mismo que ha sido aplicado a muchas empresas del sector industrial, con algunas modificaciones adaptado al centro de

microscopia electrónica, se ha creído conveniente no alterarlo demasiado en el diseño del cuestionario, ya que ha aprobado a través de su utilización repetidas en diferentes empresas que cumple con los objetivos que persigue esta investigación, sin embargo hay que aclarar, que nunca antes había sido aplicado al medio de mantenimiento en los Centros de Microscopia Electrónica objeto de este trabajo.

Además, con el fin de ampliar la información en materia de mantenimiento de equipos científicos, se procedió a revisar algunos informes técnicos editados por la Comisión Permanente de Ciencia y Tecnología de la Cámara de Diputados relacionado con investigaciones anteriores en materia de adquisición y mantenimiento de equipos para la investigación científica y tecnológica.

También se consultaron algunas normas técnicas sobre Técnicas y Control de Calidad editadas por COVENIN, y se investigaron algunos artículos establecidos en la Ley de Metrología del Servicio Nacional de Metrología del Ministerio de Fomento, en lo concerniente a aspectos técnicos relacionados con la

136
problemática de mantenimiento de equipos para la
investigación científica y tecnológica.

CAPITULO IV
DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL DEL CENTRO

Del análisis de los datos obtenidos en la encuesta realizada, se procedió a estudiar cada de los elementos en que anteriormente dividimos el problema del mantenimiento en el centro de microscopia electrónica. En este punto presentaremos en forma resumidas los aspectos encontrados en cada uno de los elementos problemáticos planteados.

4.1.- ORGANIZACION

Del resultado de la encuesta, podemos decir en primer lugar que la función de mantenimiento no presenta ningún tipo de estructura. Si no que solo están bajo la responsabilidad de esta. El coordinador del Centro dos profesores (dos) y dos técnicos. En la mayoría de los casos actúan en caso de presentarse una falla sencilla en los equipos, cuando la falla es compleja producen a la contratación de personal para la corrección de dicha falla.

En la mayoría de los caso del mantenimiento preventivo; realizan algunas actividades rutinarias menores (limpiezas, calibraciones, ajustes) mensualmente y aplican un mantenimiento

139

más profundo (cambio de componentes) cada seis meses; a pesar de la importancia que tiene la función de mantenimiento en el centro; no se encuentran definidos las responsabilidades, niveles de autoridad y funciones para el personal, en la cual podemos concluir que no existe la organización de mantenimiento para el centro.

4.2.- APOYO TECNICO (Control de Equipos)

Habiendo considerado como apoyo técnico a todos los datos necesarios relacionados con los equipos para la conservación y mantenimiento de los mismos, se revisó: Inventarios, codificación, clasificación, planos, catálogos y análisis de mantenimiento.

El análisis de los datos anteriores nos llevan a la conclusión de que el inventario se eleva solamente como un requisito legal de la oficina de Bienes nacionales, pero no fue posible conseguir una copia de los formatos de registro para determinar como se llevan tales registro y si están actualizados.

En cuanto al sistema de codificación; el cual también se atiene a las normas de bienes

nacionales, y no suministra ningún tipo de información desde el punto de vista de las necesidades de mantenimiento. 140

El registro de falla no esta formalmente establecido solo registran en cuadernos de apuntes las anomalías que el personal que opera el equipo; pero sin tener un concepto claro de lo que es una falla de equipo.

En cuanto al estado de la documentación; los resultados no fueron muy diferente. Manufacturan que lo mantienen en un 50% planos e instalaciones; pero ninguno esta actualizado. El catálogo de equipo; no lo manejan pero según ellos están en un proceso de interacción; a través de la información que le están enviando los fabricante y/o vendedores, dos ejemplos solicitados fueron poco claro y demuestran que la información que se maneja es muy incompleta, poco útil para los fines del mantenimiento. Esta falta de información se refleja gravemente a la hora de querer controlar los equipos crítico.

En cuanto el análisis de mantenimiento; se concluye de que no se mengua; ni existe idea clara en cuanto a este aspecto.

La falta de control de apoyo técnico se hace evidente cuando no existen datos concretos que sirvan de indicadores de la situación. Podemos decir que el apoyo técnico para mantenimiento no esta siendo llevado y sin criterio claro de la importancia de este aspecto.

4.3.- PLANIFICACION, PROMOCION Y CONTROL

El origen de los planes de mantenimiento preventivo, es la planificación. Todo departamento o gerencia de mantenimiento deben tener en cuenta, de acuerdo a su tamaño ,planes a largo, corto y mediano plazo, así como planes de ejecución inmediata, igualmente debe existir una programación del mantenimiento de tipo general y otra de tipo de detallado que permitan las labores de ejecución de mantenimiento preventivo y correctivo. Para que la actividad de planificación y programación tenga valor es necesario que existan sistema que controlen su cumplimiento. Todas estas ideas trataron de evaluarse para poder tener una visión de la situación que se presenta a este respecto.

En cuanto a la planificación del mantenimiento; según la información obtenido podemos afirmar que tal planificación no se hace;

debido a la falta de personal para ejecutar esta función; tampoco se llevan formatos para su registro; en cuanto a la programación todo el personal encuestado manifestó que no se cuentan con programas de mantenimiento. En general no existen personal ni unidades que se encarguen de la programación y planificación del mantenimiento.

A los trabajos de mantenimiento no se le asignan prioridades; si no que en los casos de fallas en equipo crítico se habla de urgencia; pero sin ningún criterio que permitan la distribución y asignación de los recursos.

Los trabajos de mantenimiento se le asignan fecha de inicio y fue por parte del coordinador del centro en el caso del mantenimiento contratado, mientras que en los demás tipos de trabajo propio no toma en cuenta estas fechas.

En cuanto a la asignación de la mano de obra; El coordinador del centro la lleva a cabo personalmente.

Otra parte importante a analizar son los orígenes que tienen las soluciones de mantenimiento en el cual 100 % del mantenimiento

propio se realiza verbalmente; solo en el caso del mantenimiento contratado donde manifestaremos utilizar la requisición para tal solicitud.

Al terminar los trabajos de mantenimiento en el 100 % de los casos lo conforman el Coordinador del Centro; la cual incluye tiempo y calidad solo en el mantenimiento contratado se aplica esto. Respecto al caso para el control de la planificación y programación, no se realizan en ningún caso y tampoco se tienen valores estándares.

4.4.- COSTO DE MANTENIMIENTO

Actualmente en el Centro de Microscopia Electrónica no científican los costos de mantenimiento. Solo en el caso de la contratación del mantenimiento, que el mismo contratista estima el costo de trabajo a realizar y envía al Coordinador del Centro para su aprobación; tampoco existen existen Centro de Costos establecidos, además el Centro no cuenta con un presupuesto para mantenimiento. Esto hace imposible que se pueda conocer a cuanto asiente el costo de mantenimiento en el centro.

4.5.- CONTROL DE GESTION

En cuanto a la gestión de mantenimiento se refiere, no existen indicadores que permitan medir la aparición del mantenimiento, hecho que dificulta el que se puedan hacer las correcciones necesarias para la integración las desviaciones en relación con los estándares. Por tanto la toma de decisiones para el logro de los objetivos de la función de mantenimiento queda imposibilitada. En conclusión podemos decir: Que la evaluación y mediciones necesarias en la ejecución de los planes de mantenimiento, con el fin detectar y prevenir desviaciones que, permitan establecer las medidas correctivas necesarias se hace imposible llevarlas a cabo.

4.6.- USO DE CONTRATISTA

El centro de microscopia electrónica acude al mantenimiento contratado en caso de trabajo de mantenimiento que no pueda realizar debido a la complejidad de los trabajos, falta de personal y los materiales y repuesto que no define. La contratación la inicia el departamento de compra a través de una requisición.

Pero en cuanto a las normas y procedimiento

145
formales para la contratación no se encuentran
establecida; así como no se contemplan
indicadores que permita medir el uso del
contratista; aunque el coordinador del centro de
Microscopia electrónica manifestó que utilizaba
las requisición como indicador de control' no
supo explicar el como lo hacia.

4.7.- APOYO LOGISTICO (Control de Inventario)

El apoyo logístico es la función de servicio para una organización de mantenimiento y su propósito es proveer materiales y repuestos requeridos al proceso de mantenimiento cuando haga falta y al más bajo logro posible.

La situación o aspecto encontrado refleja una falta total de este apoyo; pues no cuenta con el almacén de parte y repuestos para los equipos científicos, así como tampoco el centro define de un presupuesto asignado que le permita adquirir repuestos cuando lo requieran para la ejecución de los trabajos de mantenimiento. Con lo cual se agrava más el problema de suministro de partes y repuesto a los equipos científicos; lo cual se influye directamente en el proceso de gestión de mantenimiento.

A continuación se presenta un cuadro
ilustrativo 4.1 Contentivo de las deficiencias
del mantenimiento.

CUADRO 4.1 DEFICIENCIA DE MANTENIMIENTO.

ORGANIZACION DE MANTENIMIENTO	APOYO TECNICO (CONTROL DE EQUIPOS)	PLANIFICACION, PROGRAMACION Y CONTROL
<p>1.- El centro de Microscopia Electronica no cuenta con una estructura de mantenimiento.</p> <p>2.- La persona responsable para dirigir la función de mantenimiento es de investigación y no de mantenimiento.</p> <p>3.- No existen funciones definidas y ni tampoco están definidos los niveles de autoridad - responsabilidad.</p>	<p>1.- Los inventarios, clasificación y codificación de los equipos no están contemplados con fines de mantenimiento.</p> <p>2.- La documentación existente catálogos, planos, etc. no están actualizados.</p> <p>3.- No se cuenta con un registro de fallas normalmente establecido.</p> <p>4.- El análisis de mantenimiento no está contemplado y el personal desconoce los criterios de aplicación.</p> <p>5.- No se disponen de formularios para llevar el control del histórico de los equipos.</p> <p>6.- No existen políticas de mantenimiento para los equipos científicos.</p>	<p>1.- No se planifica el mantenimiento a sí como tampoco se programan.</p> <p>2.- No se tiene establecido un sistema de prioridad para los trabajos de mantenimientos.</p> <p>3.- No se llevan registros de planificación y programación de mantenimiento.</p> <p>4.- Las solicitudes de mantenimiento se realizan verbalmente.</p> <p>5.- La supervisión y ejecución del mantenimiento la realizan el coordinador del centro conjuntamente con dos profesores docentes y dos técnicos.</p> <p>6.- El control de trabajo por falta de indicadores.</p>

continua...

Fuente: Elaboración propia

CUADRO 4.2

COSTOS DE MANTENIMIENTO	REPORTES (GESTION)	APOYO LOGISTICO (CONTROL DE INVENTARIO)
<p>1.- No se cuantifican los costos de mantenimiento.</p> <p>2.- No existe un presupuesto propio para mantenimiento.</p> <p>3.- El concepto de costo de mantenimiento no esta claro en el personal encuestado.</p> <p>4.- Los costos directos de mantenimiento y costos indirectos no lo identifican solo lo ven con fines contables.</p> <p>5.- Existe una desilusión en cuanto al criterio de eficiencia del mantenimiento.</p>	<p>- No estan contemplado el uso de indicadores.</p> <p>- No existen estandares de mantenimiento.</p> <p>- La gestión de mantenimiento no esta conformada debido a que no es exigido por ningún organismo en materia de mantenimiento de equipos científicos.</p>	<p>1.- No existe un soporte de apoyo logístico.</p> <p>2.- La adquisición de repuestos y materiales se ve afectado por fallas de presupuesto.</p> <p>3.- La Universidad Central en materia de repuestos para equipos científicos no tiene una política definida.</p>

Fuente: Elaboración Propia.

CAPITULO V
SISTEMA GERENCIAL DE MANTENIMIENTO

V.- SISTEMA GERENCIAL DE MANTENIMIENTO PARA EL CENTRO DE MICROSCOPIA ELECTRONICA

En los puntos anteriores hemos comentados que el "sistema" que estamos planteando tiene como propósito servir de herramienta administrativa que permita al personal que esta al frente de los servicios de Mantenimiento alcanzar los niveles de eficiencia deseables en la gestión de Mantenimiento en el Centro de Microscopia Electrónica, así como también servir de base para la creación de otros sistemas específicos de mantenimiento de acuerdo con el tamaño y complejidad del Centro de Investigación al cual quiera aplicarse.

Para la descripción y planteamiento de nuestro modelo nos hemos basado en los mismos componentes que sirvieron para interpretar el problema de la administración del mantenimiento en el Centro de Microscopia Electrónica, y diagnosticar la situación actual que presenta al respecto. Estos componentes son de por sí el esqueleto del sistema y representa uno de los puntos que desarrollamos a la luz del diagnóstico efectuando, de la información obtenida y en la Bibliografía

consultada y de la experiencia como consultor de mantenimiento en el medio industrial. Ya hemos analizado previamente el marco teórico donde se desenvuelve el objeto de estudio, y hemos presentado de una manera formal los problemas que atraviesan los laboratorios de investigación en relación con el mantenimiento de sus equipos científicos y tecnológicos.

Estamos convencidos ahora que la falta de un mantenimiento eficiente en los equipos científicos y tecnológicos tiene su raíz principal en los problemas de Administración Gerencial de Mantenimiento y su origen parte por causa de ausencia de criterios y políticas en materia de adquisición de tecnología a nivel nacional por parte del Estado Venezolano. Y es por esto que el mejoramiento en la administración del mantenimiento contribuirá enormemente a la solución de esta problemática.

Es importante aclarar que en el desarrollo del sistema, no desarrollaremos la organización ni tampoco desarrollaremos el sistema logístico por considerarlo fuera del modelo, pero haremos las recomendaciones al respecto.

5.1.- SISTEMA GERENCIAL DE MANTENIMIENTO

152

Un sistema de información gerencial de mantenimiento debe estar diseñado para cumplir con el objetivo, de mantener y conservar los equipos al costo más bajo posible y a una alta tasa de disponibilidad.

Como función es una gerencia de servicio a cualquier empresa y su meta es tener el equipo "siempre listo" para producir.

Para lograr el objetivo es necesario analizar de manera lógica y en términos cuantitativos los eventos, atributos y relaciones del complejo operacional del centro de microscopia, lo cual implica eventos internos y externos de un sistema en el tiempo para medir analizar y controlar los costos y la efectividad. (Manuel Castillo Gularte, Manual de mantenimiento).

Entre los objetivos fundamentales del sistema gerencial de mantenimiento que nos proponemos diseñar tenemos:

a) Actuar con un sistema de control.

- Equipos.
- Personal.
- Material.
- Costo.
- Gestión Gerencial.

b) Actuar con un Sistema de Información.

- Proveer un marco adecuado para la toma de decisiones óptimas, actuales y futuras.
- Actuar como un sistema de procesamiento de la información de mantenimiento la cual debe ser: Exacta, actualizada y oportuna, con resultados proyectados.

c) Actuar como un Sistema de Simplificación de Actividades.

- Planificación y programación.
- Emisión de órdenes de trabajo.
- Distribución de recursos.

d) Actuar como un sistema de recepción de información simplificada y estandarizada.

A continuación se presenta el esquema

gráfico de un sistema gerencial de mantenimiento. Gráfico 5.1.1.

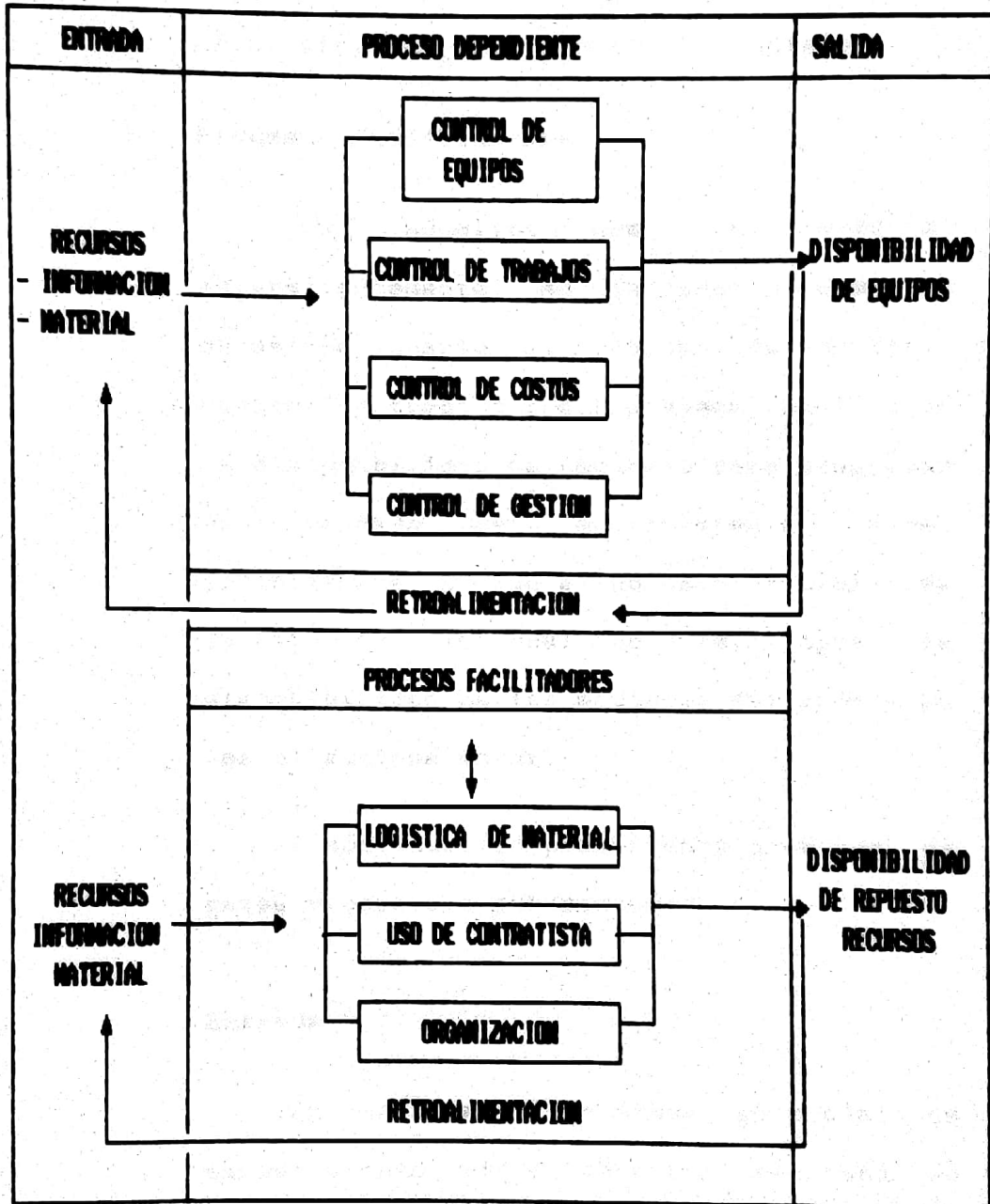


GRAFICO 5.1.1

SISTEMA GERENCIAL DE MANTENIMIENTO

Procesos Dependientes

Son aquellos que deben efectuarse para lograr los objetivos del sistema; son propios de un sistema gerencial del mantenimiento.

Procesos Facilitadores

Son aquellos que se efectúan intermitentemente en la medida que se necesitan cuando el proceso de control, control de trabajo o sub/sistema requiera de la disponibilidad de repuesto para programar un trabajo de mantenimiento deben garantizarse porque si no este sub/sistema falla; en lo cual no se logra la disponibilidad de los equipos; fallando a su vez el sistema mayor.

A continuación presentamos cada uno de estos procesos o sub/sistemas.

Entrada

La entrada al sistema gerencial de mantenimiento viene dada por recursos de tipo informativo y material necesario para el sistema, cumpla una serie de procesos transformativos que sus objetivos lo dictan.

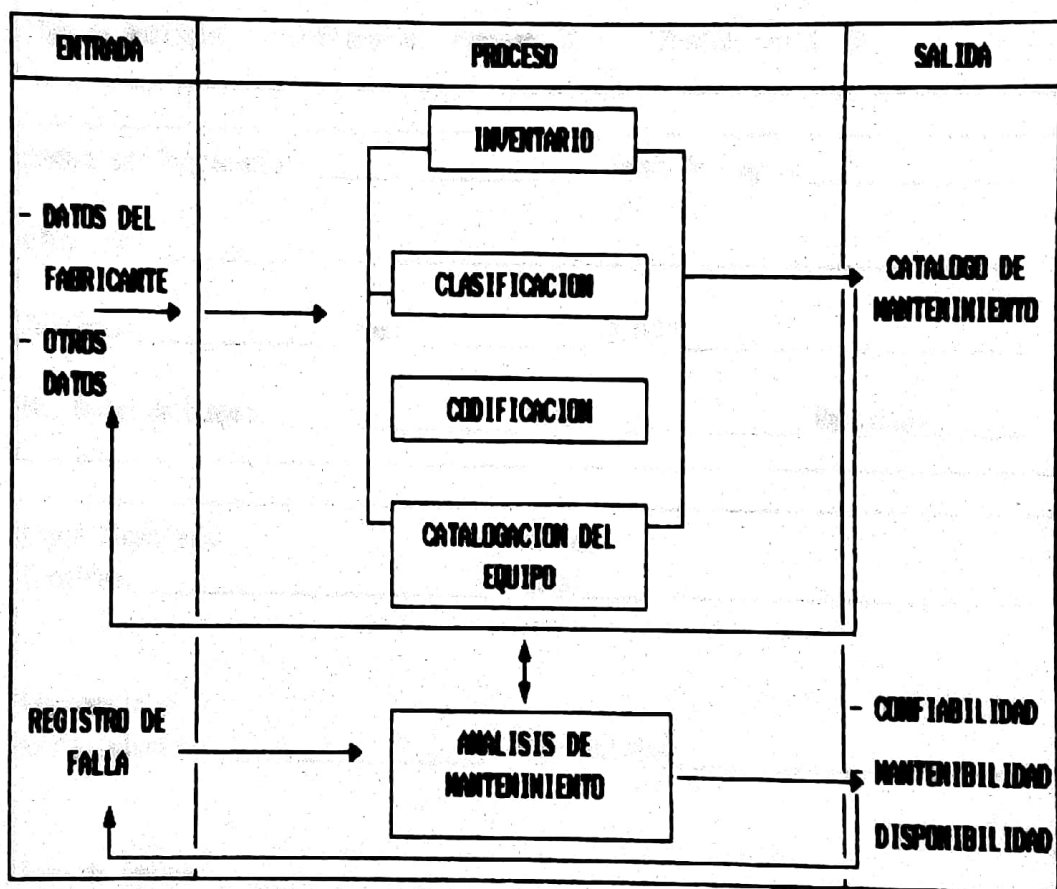
Este tipo de insumo dependerá del proceso de cada sus/sistema que a continuación pasaremos a explicar.

5.1.1.- Apoyo Técnico a Mantenimiento (Control de Equipos)

Este sub/sistema se encarga de generar y mantener actualizada la información necesaria para el proceso de control de los equipos. A continuación se presenta el esquema grafico de este sub/sistema 5.1.1.1.

GRAFICO 5.1.1.1

ESQUEMA GRAFICO DEL SUB/SISTEMA CONTROL DE EQUIPO



No. Equipo	P: 1 S: 1 SS:31 SSS: 2 E:1
Nombre del Equipo:	BOMBA
Centro de Costo:	3103 Cal: Criticidad: SC Fecha Ingreso:
Tipo de Análisis:	—> Primario: Paraman: X Predictivo: X OA:

Nombre del Fabricante:	Fecha de Compra:
Dirección:	
Teléfono:	Fax: P.V.P:
No. Orden de Compra:	Serial: Garantía:

Especificaciones Técnicas:	Rata de Falla:
Frecuencia de Mantenimiento:	Disponibilidad:
Tipo de Equipo:	

FORMULARIO 5.1.1.1

REGISTRO DE EQUIPOS

(agrupamiento por familias si se constata gran variedad de marcas de fabricación).

- Análisis valorizado (edad de los equipos, grado de confiabilidad, obsolescencia, estado general).
- Análisis sectorial de manera de localizado con precisión todos los equipos.

Clasificación de los Equipos

La clasificación de los equipos es otro aspecto a considerar en este sub/sistema. Una vez inventariado los equipos se procede a clasificar los equipos. Tradicionalmente se utilizan tres (3) métodos para clasificar los equipos; Por su criticidad, por uso, y por sistema. El método de clasificación adoptado debe proveer el máximo de beneficios y responder a los siguientes objetivos.

- Reunir grupos similares de equipos.

- Servir como sistema localizador.
- Optimizar el proceso de mantenimiento.
- Proveer datos para requerimientos gerenciales y estadísticos.
- Indicar la importancia del equipo en el proceso.

En el centro de microscopia electrónica conviene adoptar el criterio de criticidad por considerarlo más práctico y para poderlo relacionar con la disponibilidad que constituye el indicador global de eficiencia del mantenimiento en el centro y su posición técnica. Dicha clasificación será de la siguiente manera: (ver en anexo cuadro de clasificación No 3).

Codificación

Una vez inventariados y clasificados los equipos se procede a codificarlos tomando en cuenta la

163
clasificación, con el fin de
identificarlos técnicamente de una
forma rápida y clara. La
codificación facilitará:

- * Elaboración de los planes de mantenimiento preventivo.
- * Ejecución de mantenimiento.
- * Identificación de la criticidad y la posición técnica.
- * Ubicación del equipo, bien sea para la ejecución o para el análisis de mantenimiento.
- * Clase de equipo al cual pertenece.
- * Ubicar el equipo por sistema, sub/sistema etc.
- * Tipo de servicio que presta.

En la actualidad la estructura de código más utilizada es la del código de sistema, la que nos permite navegar dentro del sistema en forma rápida el cual contará con

nueve (9) dígitos organizados en 164
cinco (5) grupos.

1) Identifica al centro de
microscopía electrónica
(sistema).

2) Ubicación o servicios
(sub/sistema).

3) Tipo de equipos o familiar de
equipos (sub/sub/sistemas).

4) Criticidad del equipo.

Equipos

Sistema: Aquí se identifica al
centro de microscopía electrónica
dentro de la Universidad Central de
Venezuela.

Ubicación o Servicios: Aquí se
identifica al servicio o proyecto
al cual está asignado el equipo.

Estos nos permitirá localizar
rápidamente a cual servicio o
proyecto pertenece un equipo o con
cuales equipos cada servicio o

proyecto.

Tipos de Equipos

Aquí se identifica la familia de equipos a que pertenece (equipos generales e instalación o un equipo o instrumento específico).

Criticidad: Aquí se identifica la importancia que tiene el equipo dentro de las actividades del centro.

Equipos: Este es el resultado final de la clasificación y representa al equipo debidamente catalogado mediante un número único e indivisible.

Ejemplo del Código

S		P		EE		CI		IP 23

Otra parte importante del apoyo o soporte técnico para mantenimiento son los archivos de la documentación necesario respecto

las instalaciones y equipos. Se debe establecer un buen sistema de archivo de planos e instalaciones que este siempre actualizado y disponible para el momento de una intervención de mantenimiento. Igualmente es necesario contar con una biblioteca de planos, manuales y catalogos de equipos, organizada con los mismos numeros de codificación empleada para el registro de equipos y que cumpla las normas establecidas (Anderrg Normas que deberán ser cumplidas por el fabricante para el preparación de manuales de mantenimiento).

De esta manera su ubicación y uso debe ser de inmediato en caso de ser necesario.

Catalogación del Equipo

El catalogo de equipo deberá tomarse en cuenta lo siguiente:
Para poder construir el catálogo:

- * Nombre y serial del equipo.
- * Código de Activo.
- * Datos del fabricante.
- * Características técnicas.
- * Literatura técnica.
- * Recomendaciones del fabricante.

El proceso para la elaboración del catálogo dependerá del inventario, la clasificación y codificación de los mismos; estos elementos permiten que este proceso se inicie con el registro de los equipos, de ingreso, modificaciones y informe del catálogo.

Registro de Falla

El registro de fallas consiste en un archivo contentivo de la información relacionada con las fallas de los equipos, es decir cada vez que falle un equipo se registrará los siguientes elementos. Fecha de parada, fecha

168
del nuevo arranque, clasificación
de la falla y codificación de la
falla.

Estos elementos permitirán
estructurar al análisis de las
fallas y cuantificar los parámetros
de mantenimiento.

La clasificación de las fallas
se hará tomando en cuenta la causa,
y el componente que falló y así
facilitar los análisis requeridos y
poder formular los programas de
mantenimiento preventivo.

Luego de haber clasificado las
fallas se produce a estructurar el
código alfa-numérico lo que
permitirá identificar en forma
rápida las fallas y aportes la
información necesaria para la
ejecución del mantenimiento en
forma eficaz o tomar decisiones
relacionado con:

- * Erradicación de la fallas.
- * Tipificación de las fallas.

169

La codificación de falla que
regirá será el alfa numérico y
presentará la siguiente estructura:

1		2		3		4		5		6
---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---

- 1) Número de la ODT asociada numérica.
- 2) Tipificación de la falla, letras (típica o atípica).
- 3) Causa de la falla, letras (operación inadecuada, Rotura, vibración etc.).
- 4) Identificación de la familia de equipo.
- 5) Identifica al equipo que falló.
- 6) Identifica al consecutivo.

Información del Código

1		T		OI		IT		META		H-500
---	--	---	--	----	--	----	--	------	--	-------

- 1.- Orden de trabajo No 1.
- 2.- Falla típica.

3.- Causa por operación inadecuada.

4.- Causa en un instrumento.

5.- Microscopio electrónico de transmisión analítico.

6.- Identifica al equipo que falló dentro de un grupo o familia de equipos H - 500 - Hitachi 500.

Este código permitirá al centro de microscopía electrónica identificar el equipo que falló dentro de un grupo de familias así como la causa de la falla y determinar si es típica o atípica.

A continuación se presenta el formulario de registro de falla No: F.5.1.1.2.

No. Del Equipo: 1 T 01 META H - 500					
NOMBRE DEL EQUIPO: MICROSCOPIO ELECTRONICO DE TRANSMISION ANALITICO H - 500					
No. O DT	FECHA DE ARRANQUE	FECHA DE PARADA	TO	TFS	CAUSA DE LA FALLA
XXXXX	01/12/97/00	06/01/98/00	3600hr		MALA OPERACION
	06/01/98/14			14 Hrs	
ANALISTA:			OBSERVACIONES:		

FORMULARIO 5.1.1.2

REGISTRO DE FALLAS

Análisis de Mantenimiento

Este módulo del sub/sistema de control de equipos permitirá realizar los análisis de los parámetros de mantenimiento de los equipos (contabilidad, mantenibilidad, disponibilidad), cuantificándolos y presentando los resultados relacionado con las condiciones operativas de los equipos que servirán de base para la toma de decisiones sobre políticas de mantenimiento más conveniente de los mismos.

Confiabilidad

La confiabilidad como parámetro adaptado al criterio de mantenimiento se define como "la probabilidad de un equipos no falle estando en servicio dentro de un periodo de tiempo determinado

(Finley, Howard, principios de optimización de mantenimiento") y su principal característica es dada

por la tasa de falla, $R(t)$, expresada en unidades de fallas por hora la cual se obtiene a partir del comportamiento histórico de la información generada por el equipo.

La tasa de fallas se define como "La probabilidad de falla casi inmediata de un equipo de edad T , donde:

$$R(T) = \frac{R(T)}{PS(T)}$$

$P(T)$: Es la probabilidad casi inmediata de fallar.

$P(T)$: Es la probabilidad de sobrevivencia.

A partir de la tasa de fallas se expresa la probabilidad de supervivencia o confiabilidad como:

$$P(S) = e^{-\int_0^T R(t) dt}$$

(Tomado del Manual de Parámetros de Mantenimiento. Castillo Guilarte).

Para el procesamiento de las

fórmulas nos apoyaremos en la "Distribución estadística de Weibull, la cual lleva el nombre de VALODDI WEIBULL, físico sueco, investigador y docente de la Universidad de Estocolmo, quien desde el año 1.939 realizó los estudio de la teoría estadística aplicada a la ruptura de materiales sólidos por fatiga. Sin embargo, fue en el año 1.949 cuando publicó el trabajo de denominado "una representación estadística del análisis de fallas en sólidos (Manual Castillo Guilarte, parámetros de mantenimiento).

Weibull dedujo la rata de fallas en cualquier etapa útil de un equipo expresándolas como:

$$(1) R(T) = \frac{K}{V} T^{K-1}, K > 0$$

(Manual de parámetros de mantenimiento).

Esta ecuación permite especificar las etapas de arranque,

operación normal y desgaste, por la cuales atraviesa un equipo con el transcurso del tiempo. Los parámetros "K" Y "V" son los coeficiente de la ecuación y representan:

K: El parámetro de forma.

V: Parámetro de posición, localización o edad característica para fallar.

A partir de la ecuación de la rata de fallas se deducen las funciones de la distribución de Weibull para el análisis de la confiabilidad, que son las siguientes probabilidades de supervivencia o confiabilidad.

$$(2) \text{PS}(t) = \text{Exp} \left[- \left(\frac{t}{V} \right)^K \right]$$

La probabilidad de fallas viene expresada por:

$$(3) \text{P}\$(t) = 1 - \left(\frac{t}{V} \right)^K$$

El valor de "V" determina la edad característica para fallar, es

una magnitud de tiempo (horas) y representa aproximadamente una media de los tiempos de operación de los equipos, por eso se denomina parámetro de posición y es una medida de la centralización. Para ciertas condiciones dadas, a medida que "V" aumenta la confiabilidad del equipo aumenta en caso contrario a medida que "V" decrece la confiabilidad disminuye lo cual implica que el equipo tiene un tiempo de operación menor.

El valor "K" determina la etapa de vida del equipo, es decir nos indica si el equipo está en: Arranque operación normal o desgaste lo cual se puede expresar en la curva de la rata de fallas. (ver fig. N^o 2.1.3)

Obtención de los Coeficientes de WEISBULL "V" y "K"

Para la obtención de estos coeficiente es necesario obtener los equipos de operación (T₀) de

los equipos del registro, de fallas de los equipos y aplicando las siguientes fórmulas:

$$\frac{1}{N} \ln t_i = \frac{1}{K} + \frac{t_i \ln t_i}{t_i}$$

(4) (Manuel Castillo, manual de mantenimiento)

$$V = [\quad]$$

(5) (Manuel Castillo, Manual de parámetros de mantenimiento).

Además de los cálculos de los parámetros "K" y "V", rata de fallas R(t), la confiabilidad en un tiempo determinado, probabilidad de fallas en un tiempo determinado se hace necesario obtener también la (frecuencia de mantenimiento) para completar el análisis de la contabilidad.

Mantenibilidad

La mantabilidad es otro de los parámetros que conforma el módulo de análisis de mantenimiento el cual lo podemos definir como: "La probabilidad de que un equipo que ha fallado pueda ser reparado dentro

de un tiempo dado" (FINLEY, Howard. "Principios de organización de mantenimiento").

Los tiempos de reparación de un equipo caracterizan a la mantenibilidad y, el tiempo promedio por reparar (TPR), se define como el total de horas inoperables dividido entre el número de acciones de mantenimiento. (Manuel Castillo Guillarte, parámetros de mantenimiento).

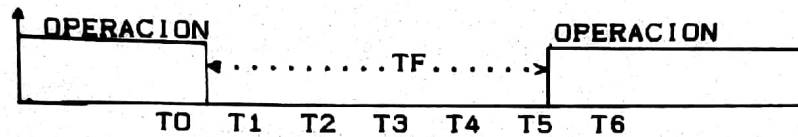
$$TPR = \frac{TR}{N} = \frac{TR_1 + TR_2 + TR_3 + \dots + TR_N}{N}$$

Los tiempos para reparar dependen generalmente de la duración de las siguientes actividades.

- * Enfriamiento del tiempo.
- * Administrativas (Si la hay).
- * Ubicación de las fallas.

- Espera de materiales y repuestos.
- Reemplazos de componentes dañados.
- Prueba del equipo.

Esto se ilustra en el siguiente gráfico 5.1.1.2:



TO: Inicio de la falla.

TF1: T1-T: Enfriamiento del equipo.

TF2: T2-T1: Tiempo de los trámites administrativos.

TF3: T3-T2: Tiempo de la ubicación de la fallas.

TF4: T4-T3: Tiempo de espera de materiales.

TF5: T5-T4: Tiempo el reemplazo de los componentes.

TF6: T6-T5: Tiempo de prueba y arranque del equipo.

TF7: T6-T0: Tiempo de duración de la falla.

La ecuación que se ajusta al comportamiento de estos tiempo es la distribución de Gumbel tipo 1, la cual permitirá el calculo de la mantenibilidad y será:

$$PR(T < T) = \text{EXP} [- e^{-a(t-u)}] \quad (4)$$

(FINLEY, Howard, "Principios de optimización de mantenimiento).

Donde: U: Es la media de o edad característica para reparar.

1/a: Es la desviación estándar.

T: Es el tiempo real que se empleará en la ejecución del próximo trabajo.

t: Es el tiempo estimado para el próximo trabajo según la situación vigente.

a,u: Son los coeficientes de la distribución de Gumbel I y definen la situación vigente.

181

**Método para el Cálculo de los
Coeficientes de GUMBEL Tipo I (a,u)**

La aplicación de esta ecuación depende de la cuantificación de los coeficiente "u" y "a" los cuales dependen de la serie histórica de los tiempo de reparación (TR) o de falla de un equipo. Para la estimación de estos coeficientes las técnicas más importantes son. La graficación y la regresión lineal (Manuel Castillo, Guilarte, Tesis de maestría en ciencias Administrativas, Modelo automatizado en tiempo real para obtener los parámetros estadístico de mantenimiento).

Gumbel desarrolló una técnica de graficación que utiliza papel semi-logarítmico, llamado papel probabilístico de los valores extremos de Gumbel (ver en anexo No 5).

Este método de graficación consiste en obtener los

tiempo de reparación o de fallas de menor a mayor, cuantificar el número de datos, estimar la probabilidad de falla, para cada dato de tiempo según el método del orden ajustado, en base a la ecuación:

$$PF = \frac{\text{Ordinal}}{N+1} \quad (\text{Johnson, L.G. Statistical Treatment of Failure Experiments, pág. 88}).$$

Donde: N : Es el número de datos.

Ordinal: Es el valor asociado al ordenamiento creciente de los datos.

Después de calcular las probabilidades asociadas a cada tiempo de falla se pueden formar los pares ordenados $(T_i, P_f i)$ que se trasladaran al papel de Gumbel, en el eje de las abscisas se representan las probabilidades de fallas en porcentajes y en el eje de las ordenadas los valores de los tiempos de fallas. La unión de los

183
puntos será aproximadamente una
recta, el inverso de la pendiente
de esta recta es el valor del
coeficiente "a" y el valor de "u"
es el tiempo para el cual la
probabilidad de falla es de 37%,
este valor de probabilidad
corresponde al caso en que el
tiempo se iguala al valor de la
media:

Para: $t=u$ $PF[T < U] = \text{EXP}(-1) = 0.37$
(Manuel Castillo Guilarte. Manual
de parámetros de mantenimiento).

Luego de obtener estos valores
de "u" y "a" se procede a hacer las
estimaciones de la mantenibilidad
en cualquier periodo de tiempo,
mediante la ecuación Ng(4).

Resultados del Análisis de la Mantenibilidad

Los resultados se presentarán
de la siguiente manera:

CODIGO DEL EQUIPO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<p>U= (14HR) a = -(07) PR (T = 0HR) = 20 Hrs Rr(t) = 0,07 Rph TPR = 10 HORAS POLITICA DE MANTENIMIENTO: REEMPLAZO</p>						

Disponibilidad

La disponibilidad es el último parámetro que conforma el módulo de análisis de mantenimiento del sub/sistema control de equipos la cual se define como: "La probabilidad de un equipo este disponible para ser operado en un periodo de tiempo determinado: (Howard, Finley "Principios de optimización de mantenimiento)

También se le denomina razón de servicio y se puede cuantificar por la siguiente ecuación:

$$D= RS = \frac{TPO}{TPO+TPR} \quad (8)$$

Donde: RS: Razón de servicio o disponibilidad.
 TPO: Tiempo promedio de operación
 TPR: Tiempo promedio de reparación

La razón de servicio o mantenibilidad depende de los tiempos de operación que caracterizan a la confiabilidad y de los tiempos de reparación que caracterizan a la mantenibilidad, de aquí se deduce que la disponibilidad es función de los otros dos parámetros estadísticos (Confiabilidad, Mantenibilidad) y se pueden relacionar para el cálculo de dicha disponibilidad a través de la medida de los tiempo de operación (MTO) calculada por la distribución de Weibul y de la media de los tiempos de reparación calculada por la distribución de Gumbel tipo I (4).

De aquí podemos expresar la segunda ecuación para el cálculo de la disponibilidad en forma dinámica:

$MTO = V * T$ (Manuel Castillo Guilarte Manual de Parámetros de Mantenimiento). (9)

$MTR = U + \frac{0,5778}{a}$ (Idem al anterior) (10)

Relacionando estos dos parámetros nos queda la ecuación:

$$D = \frac{V^*}{V^* + U + \frac{0,5778}{a}} \quad (11)$$

Resultado del Análisis de Mantenimiento

El módulo de análisis de mantenimiento presentará los siguientes resultados:

Código del Equipo: S: EE: TP: CI: H-500.
Nombre del Equipo: Microscopio Electrónico de Transmisión Analítico.
K: 0.00 V:0.00 TPO:0.00 Rf(horas):0.00 Rf(año):0.00
PS (24 Hrs): 0.00 Frecuencia/Mant: Quincenal.
Mantenib(8 hrs) u: 0.00 a: 0.00 Rr(8hrs) TPR: 0:00
Disp(24 Hrs): 0:00 Disp(t)24 hrs): 0.00
Política de Mantenimiento:
Conclusiones:
Recomendación:
Observaciones:

Cuadro No. 5.1.1.2

El análisis de los resultados presentados en este cuadro nos lleva a tomar decisiones como las siguientes:

- * Realizar modificaciones al equipo.

- * Reemplazos de equipos.
- * Cambios de componentes.
- * Reparación.
- * Optimización Programa de Mantenimiento.
- * Tipificación de fallas.

Estas decisiones permitirán realizar ajuste en las políticas de mantenimiento con miras a establecer programas de preventivos que permitan garantizar condiciones de operación de los equipos de los equipos cónsonos con las necesidades del sistema:

Estos resultados permitirán realizar la solicitud del mantenimiento preventivo anual para los equipos del centro de microscopia electrónica a través del formulario o planilla "Solicitud de Mantenimiento Preventivo Anual" que a continuación se presenta:

5.1.2.- Sub/sistema de Planificación y Programación (Control de Trabajo)

Este sub/sistema será el encargado de la planificación y programación y control de las acciones de mantenimiento desde el inicio hasta su fin, para lo se deberá recopilar, procesar y suministrar la información relacionada con las actividades de mantenimiento, recursos, comportamiento de los métodos de trabajos, tiempo y costos estimados, lo cual se centrará en el formulario ordenes de trabajos. A continuación se presenta el esquema que representa este sub/sistema 5.1.2.1.

ESQUEMA DEL SUB/SISTEMA CONTROL DE TRABAJO

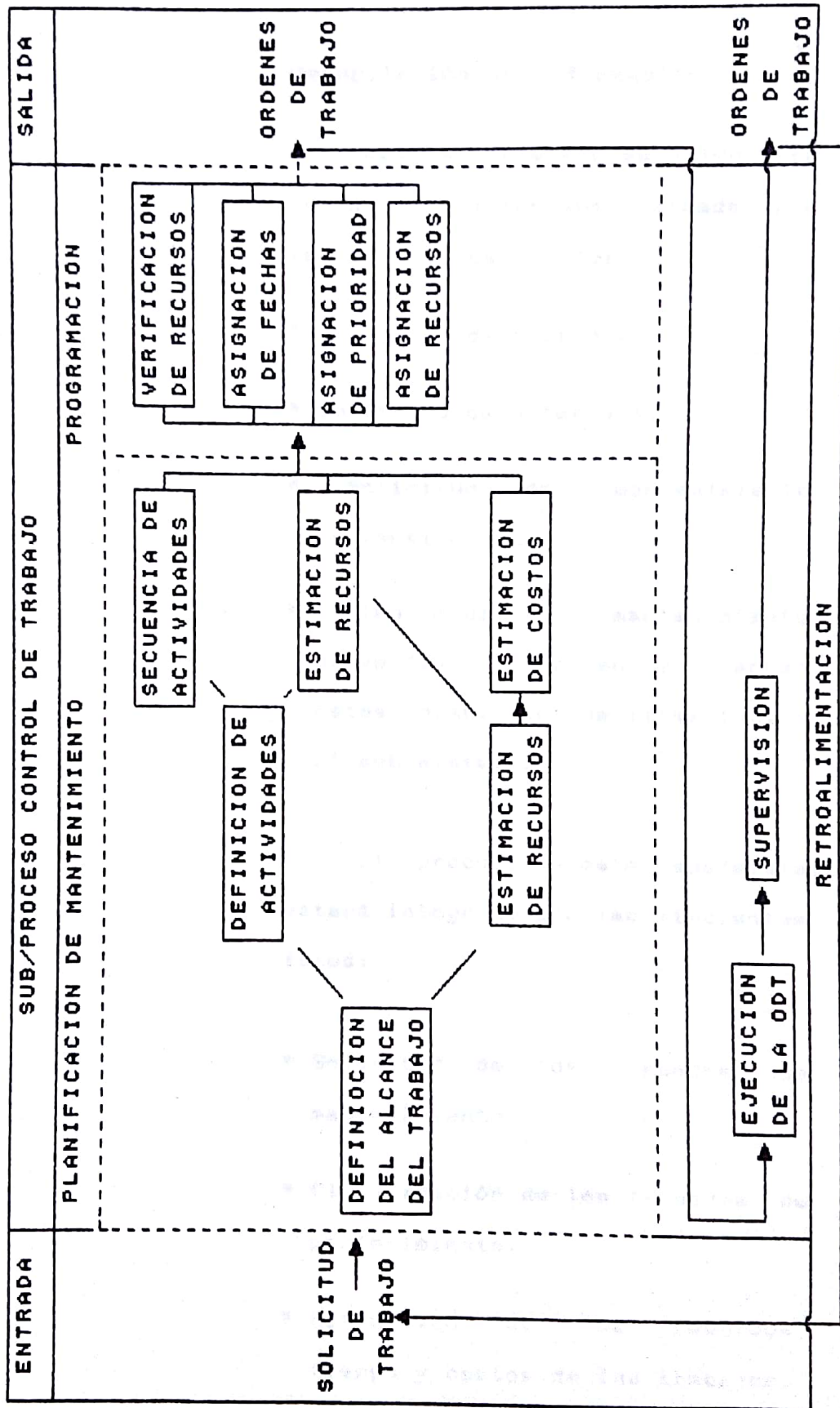


GRAFICO 5.1.2.1

Recopilación de Información

Este sub/sistema se alimentará de la información suministrada por las siguientes fuentes:

- * Solicitud de trabajos.
- * Solicitud de materiales.
- * Solicitud de mantenimiento preventivo anual.
- * Plan anual de mantenimiento preventivo. (Ver en el anexo estos formularios de alimentación al sub/sistema).

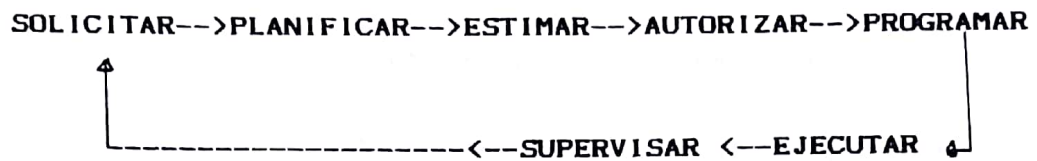
El proceso de este sub/sistema estará integrado por las siguientes fases:

- * Solicitud de los trabajos de mantenimiento.
- * Planificación de los trabajos de mantenimiento.
- * Estimación de los recursos, tiempo y costos de los trabajos.

* Autorización de los trabajos.

* Programación de los trabajos.

A continuación se presenta la secuencia de este proceso:



Solicitud de Trabajos

Esta será la primera fase del sub/sistema y estará relacionado con todos aquellos trabajos necesarios para garantizar la operación de los equipos (trabajos de mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo).

Aquí se establece que todos los trabajos a ejecutar deben ser solicitados a través del formulario de solicitud de trabajo (SDT).

* Establece y define el trabajo solicitado.

* Fija responsabilidades en cuanto

a dicha solicitud.

- * Autoriza el cargo por el valor agregado a un determinado centro de costo, al tiempo que justifica el esfuerzo de mantenimiento.
- * Orina una planificación.
- * Demanda una labor de programación y verificación de disponibilidad de recursos requeridos.

Estas solicitudes en caso, serán emitidas de forma manual por el personal que opera los equipos o por el personal de mantenimiento si es preventivo.

Funcionamiento de la Solicitud de Trabajo

La solicitud de trabajo funcionará mediante un proceso manual o computarizado de la siguiente manera:

- A) Uso: Se utiliza para suministrar al sub/sistema de control de trabajo, los datos relacionados con los trabajos requeridos.
- B) Usuario: El personal de investigación o mantenimiento.
- C) ¿Cómo se usa?: Se prepara en original y copia. Original para el responsable de mantenimiento. Duplicado para el solicitante puede llenarse a mano, con letra de molde.
- D) Instrucciones para llenarla

Nº de la Solicitud: En esta casilla se indica el número del formulario en forma numérica, la numeración de los formularios es secuencial ascendente.

Fecha de Emisión: A cada formulario se le indicará la fecha en que es preparada, podrán producirse con una misma fecha tantos formularios o planillas como sea necesario, cuidando que cada formulario tenga un número diferente, en esta fecha debe indicarse el día, mes y año de la forma siguiente: DD, MM, AA. (Opcional).

Unidad Solicitante: Se debe indicar el nombre completo del solicitante y su apellido.

Nombre del Solicitante: Indicar el nombre completo del solicitante y su apellido.

Centro de Costos: Para efectos de imputar los costos y gastos de mantenimiento se deberá indicar el centro de costo responsable, el código del centro de costo estará en función de las áreas o

departamento en que está
estructurado el laboratorio o
tipo de proyecto.

Número de Equipos: Aquí se
indicará el código que
identificará al equipo.

Nombre del Equipo: Se indicará
el nombre que describirá a dicho
equipo.

Prioridad: Se indicará la
prioridad que registrará el
laboratorio de acuerdo a nivel
de importancia del equipo, de la
forma siguiente:

E: (Emergencia), 1: (Urgencia),
2 (Normal), 3: (Operacional).

Fecha de Requerimiento: Se
indicará la fecha para la cual
se requiere cada trabajo, aunque
la verdadera fecha de ejecución
dependerá del nivel de
prioridad.

Descripción: Se indicará en

forma breve descripción del trabajo solicitado en forma resumida.

Tipo de Mantenimiento: Se indicará el tipo de mantenimiento de la siguiente manera:

1.- Preventivo.

2.- Correctivo.

3.- Conservación.

Fecha de Parada del Equipo: Se indicará la fecha en que el equipo fue parado por fallas de la siguiente manera Día, Mes, Año y Hora.

Causas de las fallas: Se describirá en forma breve la causa de las fallas.

Otros Requerimientos: Espacio para anotar algún otro requerimiento del usuario.

Recibido por: El nombre de la persona que reciba la solicitud de

trabajo.

Fecha de Recepción: Indicar la fecha en que fue recibido el formulario de solicitud.

Esta solicitud de trabajo después de ser procesada pasará a la fase de planificación que funcionará de la siguiente manera: A continuación se presentará la solicitud de trabajo planilla No 5.1.2.1.

SOLICITUD DE TRABAJO

FECHA EMISION	UNIDAD SOLICITANTE	CENTRO DE COSTO	SOLICITUD NRO.
NOMBRE Y APELLIDO DEL SOLICITANTE		FIRMA	EXT. TELEF.
NOMBRE DEL EQUIPO		NRO. NOMINA	PRIORIDAD E 1 2 3
DESCRIPCION DEL TRABAJO		NRO. DEL EQUIPO	FECHA REQUERIDA
		TIPO DE MANTENIMIENTO	
		CAMPO TALLER	
		1. PREVENTIVO	
		1.1. RUTINA	
		1.2. INSPECCION TECNICA	
		1.3. PREDICTIVO	
		1.4. ADICIONAL	
		1.5. MANTENIMIENTO MAYOR	
		1.6. RUTINA MAYOR	
		2. CORRECTIVO	
		3. SERVICIO	
		3.1. EQUIPOS	
		3.2. INSTALACIONES	
		4. OTRAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	
		4.1. FABRICACION	
		4.2. RECUPERACION	
		4.3. PROYECTO	
		4.4. SEGURIDAD	
		4.5. REQUERIMIENTO PROCESO	
		4.6. REQUERIMIENTO PROCESO (OTROS)	
OTROS REQUERIMIENTOS		PARA USO DE MANTENIMIENTO	
		RECIBIDO POR (PLANIFICADOR)	
		NRO.	
		FECHA	

Planificar

En este módulo del sub/sistema de control de trabajo se procederá de la siguiente manera:

Una vez recibida la solicitud de trabajo se procede a la planificación de los trabajos de mantenimiento el cual consiste en:

Definición de los Trabajos: Aquí se procede a definir en forma clara y precisa el contenido del trabajo y responde a la pregunta ¿Qué se va hacer?

Procedimiento: Se describe paso a paso las actividades que conforman el trabajo en forma secuencial y detallada y responde a la pregunta ¿Cómo se va hacer?

Estimación

La estimación constituirá el módulo que permitirá estimar los recursos, tiempo y costos necesario para la ejecución de los trabajos y

responde a la pregunta ¿Con qué?.

La estimación de los recursos se hará de la forma siguiente:

Mano de Obra: Se indicara la cantidad de horas hombres necesarios para la ejecución del trabajo, así como la calidad y especialidad de la mano de obra de acuerdo al tipo de trabajo, además se debe señalar si es propia o contratada.

Materiales o Repuestos: Se indicará la descripción del material o repuestos, unidad de medida, código, calidad y cantidad del material o repuesto en forma clara y precisa.

Herramientas y Equipos: Se indicará los tipos, cantidad y señalar si son propias o contratadas.

Tiempo: Se estimará el tiempo de duración para cada una de las actividades.

Costo: Aquí se indicará el costo del trabajo a ejecutar, el cual será desglosado por cada una de las actividades y al final se totalizará por cada trabajo, aquí se responde a la pregunta ¿Cuánto cuesta?

Estos datos serán registrados en las casillas correspondientes de la hoja de planificación detallada (Ver formulario N^o 5.1.2.3.).

SOLICITUD TRABAJO NRO. 1 NRO. CONSECUTIVO PREVENTIVO: ORDER TRABAJO NRO. PAG. "N" DE "M"

ESTIMADOS DEL TRABAJO SOLICITADO		COSTO ESTIMADO DE EQUIPOS MENSIL		
COSTO ESTIMADO MANO DE OBRA :		COSTO ESTIMADO PARTES Y REPUESTOS-		
ESPECIALIDAD	MECANICA	MECANICA	MECANICA	MECANICA
HORAS HOMBRE ESTIMADAS				
NRO. PERSONAS ESTIMADAS				
COSTO ESTIMADO TOTAL :				

DURACION TOTAL ESTIMADA :

OBSERVACIONES:

PLANIFICADOR	SUPERV. ORAL PLANIFICACION	SURTE. PLANIFICACION Y PARRA.	SURTE. MANTENIMIENTO	SURTE. PRODUCCION
FECHA / / NRO.	FECHA / / NRO.	FECHA / / NRO.	FECHA / / NRO.	FECHA / / NRO.

Autorización

Este será el proceso mediante el cual el solicitante del servicio autoriza la ejecución del trabajo en la forma propuesta (planificación) y al costo previsto en la estimación, aquí se pone el ejecútase a la acción solicitada y con ello mantenimiento adquiere el compromiso de ejecución y queda obligado a ejecutar el trabajo de acuerdo con la planificación y estimación que fue autorizada.

Programación

En esta fase del proceso se procede a la verificación de la disponibilidad de los recursos, selección de las prioridades, asignación de fechas calendarios de cada trabajo, y la asignación de los recursos necesarios para la ejecución del trabajo así como el tiempo de cada actividad. Este proceso responde a la pregunta ¿Cuándo, Con quién?.

Verificación de los Recursos: Se indicará si los recursos están disponible en cantidad y calidad y el sitio de ubicación.

Asignación de los Recursos: Aquí se indicarán la cantidad de recursos y especificaciones de los mismos necesarios para la ejecución del trabajo tomando en cuenta la estimación realizada en la fase anterior.

Asignación de Fechas Calendario: Aquí se indicará la fecha de inicio del trabajo así como la fecha de fin del mismo de la siguiente manera siguiente DD/MM/AA, el cual deberá hacerse para cada una de las actividades que conforman dicho trabajo.

Toda la información correspondiente a la programación de los trabajos debe ser centralizado en el formulario (programa de trabajo de mantenimiento N^o 5.1.2.2.).

Una vez planificada y programada la orden de trabajo sera entregada al responsable de la ejecución del trabajo, el cual debe proceder a su ejecución de acuerdo a lo establecido en dicha orden.

Ejecución y Supervisión de los Trabajos

Este constituye la ultima fase del proceso del sub/sistema de control de trabajo, aqui se traduce la planificación y programación de los trabajos en la acción propiamente dicha en la cual se busca la calidad en la ejecución a través del cumplimiento de los requisitos, luego de ejecución, luego el trabajo se debe continuar con el proceso administrativo mediante el cumplimiento de los siguientes aspecto:

Trabajo Realizado: Se deberá indicar el trabajo realizado, haciendo una descripción del trabajo real ejecutado.

Horas hombre Utilizadas: 210
Se
indicará la cantidad de
horas/hombres reales utilizadas,
tanto las normales como las horas
de sobre-tiempo.

Tiempo Real: Se indicará el tiempo
real del trabajo realizado.

Recursos Utilizados: Se indicará la
cantidad de recursos utilizados en
cada trabajo ejecutado.

Fecha de Entrega: Se indicará la
fecha de entrega del equipo al
usuario.

Aceptación de los Trabajos: Aquí el
usuario o solicitante deberá firmar
en señal de aceptación del trabajo
luego de haberse cumplido con los
trámites señalados.

Todas esta información
corresponde al registro de datos
sobre trabajos realizados que debe
plasmarse en la orden de trabajo: A
continuación se presenta la
planilla de la orden de trabajo

(ODT) N^o 5.1.2.4.

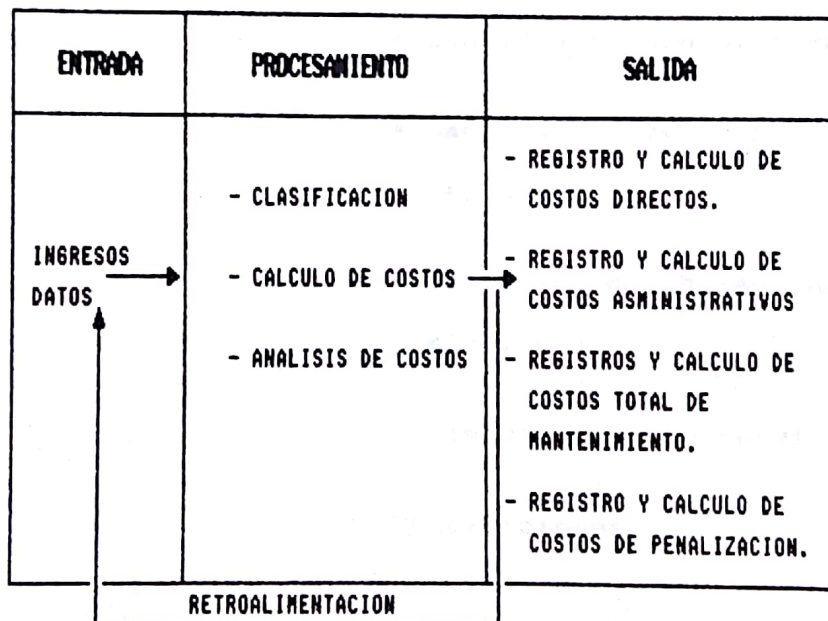
FORMATO 5.1.2.4

ORDEN DE TRABAJO				FORMULARIO No.: XXXX			
FECHA DE EMISION		UNIDAD SOLICITANTE		CENTRO DE COSTOS		SOLICITUD No. :	
NOMBRE Y APELLIDO DEL SOLICITANTE:			FECHA REQUERIDA		FIRMA DEL SOLICITANTE		No. ODT X X X X
NOMBRE DEL EQUIPO		No. DE EQUIPO		PRIORIDAD		TIPO DE SOLICITUD	
						CAMPO TALLER CONTRATADO	
DESCRIPCION DEL TRABAJO:				TIPO DE MANTENIMIENTO:			
PARADA DE EQUIPO POR FALLA							
FECHA		HORA		SERIAL DEL COMPONENTE		CAUSA:	
RECURSO ESTIMADOS							
MANO DE OBRA		H/H ESTIMADAS		MATERIALES Y EQUIPOS		EQUIPOS	
TIPO DE MANO DE OBRA		CANTIDAD		CANTIDAD		CODIGO	
						TIPO HR. EQUIPOS USADOS	
HERRAMIENTAS				CONTRATOS		COSTOS ESTIMADOS:	
ESPECIFICACIONES CANTIDAD				TIPO:		RECURSOS CONTRATADOS	
						MANO DE OBRA	
						MATERIALES Y REPUESTOS	
HORAS ESTIMADAS:							
RECURSOS UTILIZADOS							
MANO DE OBRA		H/H UTILIZADAS		MATERIALES Y REPUESTOS		EQUIPOS UTILIZADOS	
TIPO DE MANO DE OBRA		CANTIDAD		CANTIDAD:		CODIGO	
						TIPOS	
						HR/EQUIPOS	
HERRAMIENTAS		CONTRATO		TIEMPO UTILIZADO			
ESPECIFICACIONES		CANTIDAD		ESPECIFICACIONES		HORAS UTILIZADAS	
						PREVENTIVO	
						CORRECTIVO	
TRABAJO REALIZADO:							
OBSERVACIONES:							
SUPERVISION:		PROGRAMADOR:		EJECUTOR:			

FUENTE ELABORACION PROPIA

5.1.3.- Sub-Sistema Costos de Mantenimiento

Este sub-sistema sera el encargado de recopilar, procesar y suministrar información referente a los costos de mantenimiento de los equipos e instrumentos del centro de microscopia electrónica presentándolos debidamente en reportes. A continuación se presenta el esquema de este sub/sistema 5.1.3.1.



La entrada de datos o recolección de datos en este sub/sistema se hará a través de la planillas o formularios "orden de trabajo", requisición de compra, presupuesto, personal.

Orden Trabajo

Se utiliza para suministrar al sub/sistema costos de mantenimiento los siguientes datos:

- * Cantidad de h/h utilizadas.
- * Cantidad de materiales y repuestos.
- * Cantidad de horas de equipos móviles.
- * Tiempo fuera de servicio.

Requisiciones

Se utiliza para suministrar al sub/sistema los datos relacionados con los recursos contratados y costo de materiales y repuestos.

Presupuesto

Se utiliza para el suministro de datos relacionados con los gastos administrativos.

Procesamiento

El procesamiento de la información consistirá en las siguientes operaciones:

- * Clasificación de la información.
- * Cálculos de costos.
- * Análisis de costos.

Clasificación de la Información

Esta operación consistirá en clasificar los datos relacionados con los recursos, en dos categorías. Recursos directos (h/hombres, repuestos, equipos, contratos) y recursos indirectos (herramientas, materiales indirectos, luz, papelería, lubricantes etc.).

Cálculos de costos

Esta operación consistirá en los cálculos de los costos de mantenimiento de acuerdo a las necesidades de control del centro, entre estos tenemos:

- * Costos por tipos de mantenimiento (Correctivo y preventivo)
- * Costo directos de mantenimiento.
- * Costo indirecto de mantenimiento.
- * Costo por tipo de recursos (h/hombres, repuestos, contratos etc.).
- * Costos de mantenimiento por equipos.
- * Costo óptimo.
- * Costo de penalización.

Análisis de Costos

Consiste en las operaciones de detección de desviaciones de los costos con respecto a los

estándares y normas establecidas.

Aquí se procede a medir, comparar analizar y tomar las decisiones con el fin de corregir las causas de dichas desviaciones dentro de los tipos de análisis tenemos:

- * Análisis de costos por tipo de mantenimiento.
- * Análisis de costos directos.
- * Análisis por tipo de recursos.
- * Análisis de costos por tipo de equipo.
- * Análisis de costos óptimo.

Salida (output)

Las salidas de este sub/sistema están constituidas por varios reportes, que corresponden a las diversas operaciones señaladas anteriormente y se describen a continuación:

Costos por tipo de Mantenimiento

Este reporte suministra la

siguiente información:

- a) Nombre del centro.
- b) Número del equipo.
- c) Título del reporte.
- d) Fecha del reporte.
- e) Número del reporte.
- f) Centro de costos.
- g) Cinco columnas correspondientes:
 - Monto.
 - Descripción del tipo de costo.
 - Total del monto.
 - Responsable.
 - N^o de la ODT.

A continuación se presentan los reportes o salidas de este sub/sistema:

REGISTRO DE COSTOS POR TIPO DE MANTENIMIENTO

REPORTE 5.1.3.1

SUB/ SISTEMA	No. DE EQUIPO				CENTRO DE COSTOS		DEPARTAMENTO	FECHA	
No. ODT	MESES	COSTOS PREVENTIVO		COSTOS CORRECTIVO		COSTO TOTAL			
X X X X	01	X X		X X		X X X X X			
ANALISTA DE COSTOS				OBSERVACIONES					

REGISTRO Y CALCULO DE COSTOS DIRECTOS

REPORTE 5.1.3.2

SUB/SISTEMA		No. EQUIPOS	CENTRO DE COSTOS	DEPARTAMENTO	FECHA	
		II III				
No. ODT	COSTOS DIRECTOS					
	MESES	MANO DE OBRA	EQUIPOS	CONTRATOS	MATERIALES DIRECTOS	TOTAL
X X X X	X X	X X Bs	X X Bs	X X Bs	X X Bs	X X X Bs
ANALISTA DE COSTOS			OBSERVACIONES:			

REGISTRO Y CALCULO DE GASTOS ADMINISTRATIVOS Y OPERATIVOS

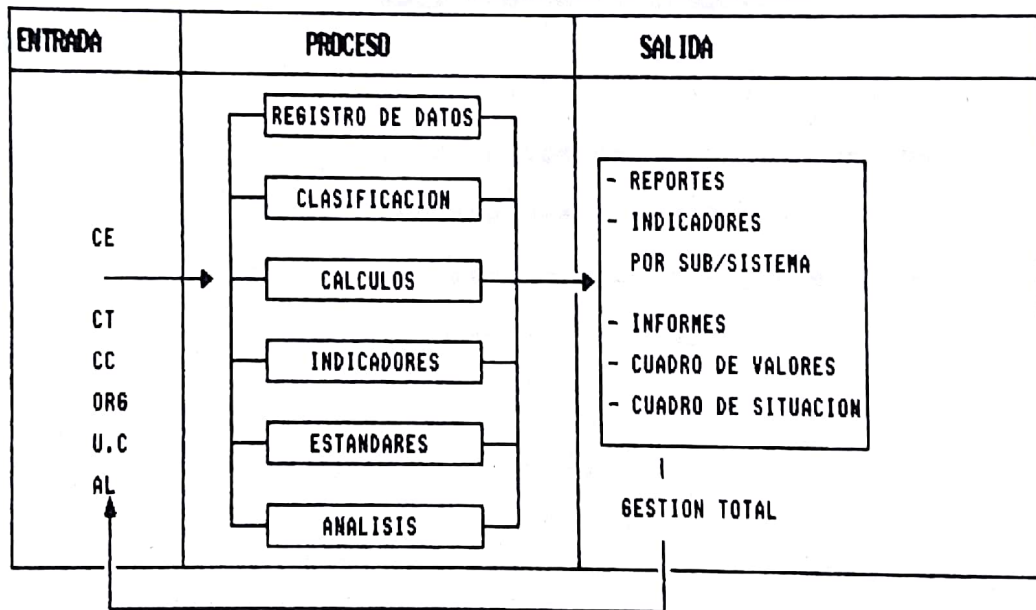
5.1.3.3

SUB/SISTEMA		No. EQUIPOS	CENTRO DE COSTOS	DEPARTAMENTO	FECHA
		II III			
No. ODT	GASTOS DIRECTOS	GASTOS ADMINISTRATIVOS	TOTAL GASTOS		
ANALISTA		OBSERVACIONES:			

5.1.4.- Sub/Sistema Gestión de Mantenimiento

Aquí se centralizará todos los indicadores de cada uno de los elementos o sub/sistema del sistema gerencial de mantenimiento, los cuales medirán el performance y comunicar los resultado del proceso total de mantenimiento. A continuación se presenta un esquema de este sub/sistema.

5.1.4.1. SUB/SISTEMA GESTION DE MANTENIMIENTO



CE: Información del sub/sistema
Control de equipo o apoyo técnico.

CI: Información del sub/sistema

Control de trabajo.

CC: Información del sub/sistema

Control de costo.

ORG: Información de la

Organización.

UC: Información del Uso de

Contratista.

AL: Información del Trabajo

Logístico.

Registro de Información

La obtención de la información se hará a través de los sub/sistema del sistema gerencial de mantenimiento a través de las siguientes fuentes:

CUADRO 5.1.4.1

SUB/SISTEMA	FUENTES	DATOS A REGISTRAR
CONTROL DE TRABAJO	- ORDENES DE TRABAJO	<ul style="list-style-type: none"> - RECURSOS UTILIZADOS - TRABAJOS EJECUTADOS - ORDENES DE TRABAJOS PLANIFICADAS/OT RECIBIDAS - ORDENES DE TRABAJOS ESTIMADA. - TIEMPO. - COSTO.
CONTROL DE EQUIPO	<ul style="list-style-type: none"> -REGISTRO DE FALLA PLAN ANUALES MANTENIMIENTO PREVENTIVO 	<ul style="list-style-type: none"> - TIEMPO DE OPERACION - TIEMPO FUERA DE SERVICIO - CAUSA DE FALLAS - MANTENIMIENTO OPERATIVO - MANTENIMIENTO CORRECTIVO - PARAMETROS DE MANTENIMIENTO - ESFUERZO DE MANTENIMIENTO.
CONTROL DE COSTOS	<ul style="list-style-type: none"> - REGISTRO Y CALCULO DE COSTOS DIRECTOS. - REGISTRO Y CALCULO DE GASTOS ADMINISTRATIVOS - REGISTRO Y CALCULO DE COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO. 	<ul style="list-style-type: none"> - DATOS DE COSTOS DIRECTOS. - GASTOS ADMINISTRATIVOS. - GASTOS OPERATIVOS. - COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO.
USO DE CONTRATISTA (UC).	- REQUISICIONES O ORDENES DE SERVICIOS	<ul style="list-style-type: none"> - No. DE TRABAJOS CONTRATADOS. - VALOR DE LOS CONTRATOS. - PROMEDIO DEL PERSONAL CONTRATADO. - No. CONTRATOS ATRASADOS. - VALOR TOTAL DE CONTRATOS ATRASADOS. - TOTAL DE ORDENES PROCESADAS.

CONTINUACION DEL CUADRO 5.1.4.1.

SUB/SISTEMA	FUENTES	DATOS A REGISTRAR
APOYO LOGISTICO (AL)	<ul style="list-style-type: none"> - REQUISICIONES DE MATERIALES. - ORDEN DE COMPRA 	<ul style="list-style-type: none"> - TOTAL REQUISICIONES PROCESADAS. - TOTAL DE REQUISICIONES SOLICITADAS. - CANTIDAD DE RENGLONES ENTREGADOS. - COSTOS DE LOS RENGLONES. - CANTIDADES DE SOLICITUDES PENDIENTES. - VALOR DE LAS EXISTENCIAS. - No. TOTAL RENGLONES CON MOVIMIENTOS.
ORGANIZACION (EO)	<ul style="list-style-type: none"> - MANUAL DE ORGANIZACION - NOMINA 	<ul style="list-style-type: none"> - PERSONAL DE MANTENIMIENTO. - No. DE SUPERVISORES DE MANTENIMIENTO. - PERSONAL EN PLANIFICACION Y PROGRAMACION. - COSTO DE NOMINA DE PAGO DE MANTENIMIENTO. - No. DE ARTESANOS DE MANTENIMIENTO. - PERSONAL DE ANALISIS DE MANTENIMIENTO.

Definición y Cálculo de Indicadores

Para la definición y cálculo de indicadores, se puede realizar apoyándose en los siguientes cuadros:

CUADRO 5.1.4.2 INDICADORES DEL PLAN FUNCIONAL

No.	ACCION TACTICA	AÑO	INDICADORES	FORMULA	ACTIVIDADES

CUADRO 5.1.4.3. INDICADORES DEL SISTEMA GERENCIAL DE MANTENIMIENTO

CONCEPTO	VARIABLE A CONTROLAR	No. DEL INDICADOR	FORMULA	SUB/SISTEMA

FUENTE: ELABORACION PROPIA.

**CUADRO DE VALORES DE LOS INDICADORES DE LA GESTION DE MANTENIMIENTO
 REPORTE No. 5.1.4.3**

SUB/SISTEMA	No. DEL EQUIPO		RANGOS		ESTANDARES	LAPSO	FECHA
	DEPARTAMENTO:	META:	MAXIMO	MINIMO			
No. INDICADOR	FORMULA INDICADOR	DESVIACION PERMISAS	DESVIACION REAL	DESVIACION ANTERIOR	DESVIACION ANTERIOR	DEL--AL	DESCRIPCION DEL INDICADOR:
MESES	VALORES ANTERIOR	ACTUAL	DESVIACION ACTUAL	DESVIACION ANTERIOR	DESVIACION ANTERIOR ACUMULADA	TENDENCIAS	OBSERVACIONES
ENERO							
FEBRERO							
MARZO							
ANALISTA:							

FUENTE: ELABORACION PROPIA

CUADRO DE SITUACIONES

SUB/SISTEMA		LAPSO:	FECHA:
RESPONSABLE			
DESCRIPCION SITUACION	SIGNIFICADO	SOLUCIONES ALTERNAS	
En el Indicador horas/hombres preventivas se observarán desviaciones en el mes de diciembre de 1992 y en el mes de Junio de 1993. Ya que los mismos se encuentran por debajo del limite de control inferior.	<ul style="list-style-type: none"> - En el mes de diciembre de 1992 las horas/hombre de mantenimiento preventivo son menores que horas/hombre de mantenimiento correctivo. - En el mes de Junio 1993 no se realizó mantenimiento preventivo, por lo tanto no hay horas/hombres asociadas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Incrementar las horas/hombres de mantenimiento preventivo con la finalidad de mantenerlo dentro de los limites de control establecidos. - Revisar la planificación del equipo para garantizar cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo 	
ELABORADO:	REVISADO:	RECIBIDO:	

Clasificación de la Información

Se procederá a clasificar la información tomando en cuenta el sub/sistema por equipos e instrumentos.

Codificación

Toda la información que sea objeto de uso para del control de gestión de mantenimiento se codificará según el sistema de información del Centro de Microscopia Electrónica, diferenciado mediante un grupo de siglas (ODT, CT, CE, CC) el sub/sistema al cual pertenece.

Dentro de la estructura del código deberá existir un campo para las siglas del sub/sistema, esto quiere decir que cada indicador contará con un código que lo asociará al sub/sistema al cual se le está evaluando de gestión.

Informe de Gestión

Se estructura un informe de gestión tomando en cuenta:

- Qué informe se necesita (título).
- Para quién va dirigido (dirigido a).
- Objetivos del informe.
- Cuál es el contenido básico.
- Volumen de la información.

Contenido del Informe

El contenido del informe deberá tener los respaldos necesarios que corroboren el contenido de la misma para demostrar su veracidad, por ejemplo:

- Reportes varios.
- Cuadros demostrativos.
- Gráficos ilustrativos.
- Cuadros de comprobación (cuadro

de valores obtenidos y establecidos, en donde también se le incluye, en algunos casos, los rangos las desviaciones medias, estándar.

La información deberá facilitar la interpretación en relación a la proyección en el tiempo, en la cantidad de hojas ya que ello permitirá poder ubicarse y tener una visión general de la situación.

Para el informe de gestión se deberán tener en cuenta :

- a) Indicadores por sub/sistemas.
- b) Informe de gestión por proceso.
- c) Contenido del informe.
- d) Información (en sí misma).
- e) Ciclo de gestión.

El contenido del informe control de gestión de gestión se registrará en base a los siguientes

aspectos esenciales:

- Resumen de actividades realizadas (las más relevantes).
- Resumen mensual de los datos registrados sobre el balance de la gestión.
- Resumen mensual de indicadores del proceso operativo.
- Cruce de indicadores:
 - Entre sí.
 - Por sub/sistema.
 - Con otros sistemas.
- Cuadro de valores.
- Cuadro de situaciones.

El informe deberá ser sencillo, útil y oportuno para que facilite la toma de decisiones en cada nivel y cuyos resultados tengan valor para el nivel que debe llegar.

El informe se elabora tomando

en cuenta el ciclo para elaborar el informe de gestión.

El informe deberá ser elaborado por la Gerencia de mantenimiento, las superintendencias y las supervisiones generales.

Aspectos Esenciales para el Informe de Gestión

1.- Indicadores por Sub/sistema

- Vital.
- Esencial.
- En función del proceso.
- Genera información con valor para el nivel al cual debe llegar:
 - **Gerencial:** Información estratégica interna y externa para lograr resultados.
 - **Superintendencia:** Información analítica de

los procesos.

- **Supervisión** **General:**

Información de los recursos que estén bajo a su cargo.

- Interrelaciones de indicadores (cruce).

2.- Informe de Gestión por Procesos

- Por procesos y sub/procesos.
- De responsables de procesos por nivel.
- De procesos por equipos.
- De procesos Vs. recursos

3.- Contenido del informe por sub/sistema

- Resumen de actividades realizadas (las más relevantes).
- Resumen mensual de datos registrados.
- Resumen mensual de

Indicadores.

- Resumen mensual de cruce de
Indicadores.

- Cuadro de valores.

- Cuadro de situaciones.

5.1.5.- Organización de Mantenimiento

Anteriormente habíamos dicho que la organización es un aspecto facilitador; que se requiere para que el sistema pueda funcionar; también aclaramos que dentro de los objetivos no nos planteamos diseñar una organización; solo haremos algunas proposición al respecto.

La forma de una organización de mantenimiento es tan importante para su buen funcionamiento como las capacidades de personal que la componen. La persona más competente se frustra y se hace incompetente en una organización fragmentada donde los datos separados operan en

principios. Tan solo cuando existe cohesión y esfuerzo unificado puede desarrollar el personal su potencial complejo.

En la organización deben establecerse la estructura; donde se representa todos los recursos necesarios para poder operar el sistema; tales como: Personal para desempeñar las funciones que impone el sistema (jefe de mantenimiento, planificadores programadores de mantenimiento, analista de mantenimiento, supervisores y ejecutivos) programa (Software), máquinas, equipos e instalaciones (Hardware), equipos de oficinas; todo será necesario para que cada recurso individual y el sistema de mantenimiento llevar a cabo las funciones que los objetivos de la función de mantenimiento le dicten.

En esta organización deben estar claramente definido, los

235
cargos, funciones
responsabilidades, autoridad y
unidad de mando, y niveles
Jerárquicos.

5.1.6.- Apoyo Logístico (Control de Materiales)

Aquí se harán las siguientes consideraciones generales. La función de este sub/sistema es proveer los materiales al sistema de mantenimiento cuando haga falta. Dentro de este marco es necesario que exista una administración de partes y repuestos tratando de establecer un balance económico de los factores principales frente al riesgo de agotamiento de artículos que intervienen en el proceso de mantenimiento; donde el punto más importante se refiere al control de inventario el cual se centra en el movimiento y control de los materiales, es decir; su dinámico de uso, niveles de servicios, niveles de inventario, lotes comprobados y política de control.

La Universidad Central de Venezuela debe realizar un estudio para determinar la posibilidad de contar en una estructura de almacenaje de repuestos que permitan a la función de mantenimiento poder operar sin problema. Los materiales y repuestos deberán estar clasificados eficientemente que provea al máximo de beneficio y responden a los siguientes objetivos:

- * Servir como sistema localizador.
- * Optimizar el proceso de almacenamiento.
- * Provee datos para requerimientos generales y estadísticos.

Esta clasificación de materiales va dar origen a un catálogo que no será un listado de artículo si no un manual funcional que cubra múltiples propósitos tales como:

- Definir técnicamente un material con fines de compra incluyendo los Substitutos correspondientes.
- Que el usuario localice rápidamente las especificaciones a fines de requerimiento.
- Que norme la estandarización de los materiales.
- Que permita el análisis de la dinámica del uso.

En cuanto a la codificación se hace necesario que cada material este codificado de manera única que no permita duplicaciones y al mismo tiempo se establezca una relación estructural con fines de costos, es decir, que la información de uso tal como cantidad y valor sea posible imputarla a un equipo o una parte del equipo.

Se comprende que el nivel de información requerido por la función de mantenimiento es el consumo de materiales por equipos y

eventualmente de partes integradas.

Se comprende que la respuesta al planteamiento anterior entrega en un catálogo elegidamente codificado y vinculado al sub/sistema de equipo también codificados donde un materiales o usuario pueda asignar los artículos usados a un equipo específico y consecencialmente a un sistema funcional, área o grupos de equipos, centro contable y a la organización.

5.1.7.- Uso de Contratista

A partir de que el centro de microscopia electrónica no esta en capacidad de atender todas las necesidades de mantenimiento, existen otros razones para acudir a contratos externos de mantenimiento. Por naturaleza el componente de la carga de trabajo de mantenimiento es ciclico, es decir, es variable en el tiempo. Por lo cual la contratación debe

actuar en el momento de pocos, cuando los recursos no alcanzan para atender dichas cargas de trabajo.

Tanto el mantenimiento local como el contratado tiene sus ventajas. En el primer caso se busca siempre la solución más económica, se involucra el personal de mantenimiento con la tecnología de los equipos con el cual se logra mayor experiencia. Sin embargo el mantenimiento contratado otorga flexibilidad a la duración, alivia el trabajo de mantenimiento y sobre todo dado que instalar un departamento de mantenimiento es un trabajo arduo, permite al Centro funcionar en condiciones aceptables, aunque la mayoría de las veces más costosos.

Para poder evaluar el uso de contratista se hace necesario:

- Revisar los tipos de contratos usados, suma global, precio por

unidad.

- Determinar si el alcance del trabajo esta bien definido.
- Hacer las normas y procedimientos de licitación y negociación.
- Determinar las demoras y los tiempos promedios para comenzar los trabajos.
- Determinar su función bien el intercambio entre la organización del centro y el contratista.
- Determinar la efectividad de la supervisión las especificaciones "Standard" de trabajo.
- Evaluar las tendencias de los indicadores del uso de contratista que deben ser establecidos

Todas estas consideraciones son necesarias si se quiere que las contrataciones contribuyan al objetivo de la función de mantenimiento.

CONCLUSIONES

Luego de finalizar los planteamiento que se han desarrollado a lo largo de este trabajo; podemos decir en primer lugar que hemos logrado diagnosticar la situación actual del mantenimiento en el centro de microscopia electrónica; a través de la evaluación de los elementos de un sistema gerencial de mantenimiento, para determinar las fallas existentes en el centro, se dividió el estudio en siete componentes sobre los cuales se elaboró un cuestionario que fue presentado al coordinador del centro y personal de apoyo.

El cuadro general que se nos presentó es bastante desalentador; nos enfrentamos a un mantenimiento mal organizado, sin personal adecuado, sin ningún apoyo técnico, sin planificación y muy poca programación, con desabastecimiento de partes y repuestos que implica compras de emergencia, falta de control en el uso de contratista, falta de políticas precisas y finalmente sin un presupuesto propio para la ejecución del mantenimiento.

Para realizar el análisis y posteriormente el diseño, estudiamos los antecedentes y el marco de acción de la función de mantenimiento, así como también se revisaron las normas y reglamentos sobre la aplicación del mantenimiento a los equipos científicos y

tecnológicos, encontramos que no se han desarrollado planes específicos orientados a la creación de normas que regulen este aspecto de tanta importancia en los equipos científicos. Por otro lado en la Universidad Central no funciona una estructura organizada que atienda todas las necesidades de mantenimiento de equipos científicos.

Esto nos llevó en primer lugar a establecer los requerimientos óptimos de mantenimiento para el centro, que se tradujo en la división del problema de mantenimiento en 7 componentes y en la adaptación del cuestionario.

De allí luego de comparar los aspectos encontrados con los requerimientos óptimos y establecer el diagnóstico antes mencionado procedimos a diseñar un "Sistema gerencial de mantenimiento basado en el diagnóstico de la situación actual. Aquí se incluyeron los siguientes puntos:

- 1) Apoyo técnico al mantenimiento (control de equipos).
- 2) Planificación, programación y control (Control de trabajo).
- 3) Costos de mantenimiento.
- 4) Reportes de mantenimiento (Gestión de

mantenimiento). Se hicieron las consideraciones generales con respecto a:

- 5) Organización.
- 6) Apoyo logístico.
- 7) Uso de contratista.

Quisiéramos terminar con una idea que consideramos como un reto en materia de mantenimiento para los equipos científicos; nos enfrentamos a un desafío que va más allá mantenimiento en este tipo de centro; se requiere en primer lugar de una política por parte del estado venezolano en materia de mantenimiento de equipo científico; esto obligará a las Universidades a implantar departamentos de mantenimiento que atiendan requerimiento de mantenimiento que exige la propia infraestructura de investigación, los cuales tendrán la obligación de crear y mejorar sus sistemas de mantenimiento, proponer reformas organizativas legales, políticas y sobre todo trabajar por el objetivo de mejorar los sistemas.

Estamos satisfecho de nuestro trabajo, que esperamos se convierta en una herramienta administrativa para que el personal el frente del mantenimiento en el centro puedan controlar eficientemente los elementos mencionado como problemático.

RECOMENDACIONES

- 1.- En materia de adquisición de equipos científicos el comité técnico de compra del estado que funciona en la comisión venezolana de normas industriales deberá tecnificarse a través de la organización de los sistemas de compras y suministro, mediante el desarrollo y uso de normas técnicas administrativas, que simplifique la gestión y que conlleve a una mejor productividad de la función de compra y como el estado es el mayor comparador de equipos científicos, esto ayudará a una buena selección de los equipos a adquirir y garantizar los datos necesarios para el control de estos equipos, así como tener un criterio técnico de calidad en los contratos de compra-venta, particularmente en lo referente al servicio post-venta, instalación, mantenimiento y garantía.

- 2.- La Universidad Central de Venezuela debe crear una organización de mantenimiento que tenga como misión: La administración y el control de mantenimiento de sus instalaciones y equipos, y considerar como prioridad al Centro de microscopia Electrónica por cuanto es donde se están realizando los proyectos de investigación de mayor importancia, donde el mantenimiento de los equipos

e instrumentos es vital para la ejecución de los mismos.

3.- El Centro de Microscopia Electrónica debe empezar lo más pronto posible a llevar un archivo manual donde se registre la información cronológica del comportamiento operativo de cada uno de los equipos e instrumento, a fin de que cuando se implante el sistema de mantenimiento se pueda probar inmediatamente su instalación.

4.- Debido a la falta de una organización que se encargue de manejar el sistema de mantenimiento del Centro de Microscopia Electrónica se debe solicitar el ingreso de un personal técnico que se encargue de llevar los registros de información y se familiarice con el mantenimiento de los equipos a fin de aportar al sistema.

- Orientar las políticas de compras de equipos e instrumentos hacia la estandarización con el fin de facilitar el mantenimiento.

- La Universidad Central de Venezuela, a través de la Facultad de Ciencias, debe hacer un estudio de costos de mantenimiento para que aprueben presupuestos justos.

- Establecer políticas de materiales orientados a

la adquisición de repuestos de la calidad deseada y cantidad requerida.

- Adiestrar al personal en cuanto al manejo de los equipos e instrumentos a fin de evitar fallas operativas.
- Contribuir con el diseño e implantación del sistema de mantenimiento con miras a la solución de la problemática actual.

BIBLIOGRAFIA

PRINCIPIOS DE OPTIMIZACION DE MANTENIMIENTO. Howard Finley de Venezuela, C.A. Caracas, Venezuela. 1.980.

MANUAL DE COSTOS DE MANTENIMIENTO VII. HF de Venezuela, C.A. Caracas, Venezuela. (1.982).

MANUAL DE FORMACION DE PLANIFICADORES Y PROGRAMADORES DE MANTENIMIENTO. HF de Venezuela, C.A. 1.992. Versión II. Caracas, Venezuela.

FOLLETO ILUSTRATIVO. Centro de Microscopia Electrónica. Caracas 1.992.

MANUAL DE CONTROL DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO. HF de Venezuela, C.A. 1.993. Versión 1. Caracas, Venezuela.

MANUAL DE LOS CONCEPTOS DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO. HF de Venezuela, C.A. 1.994. Caracas, Venezuela.

ADQUISICION Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA LA INVESTIGACION CIENTIFICA Y TECNOLOGICA. Comisión Permanente de Ciencia y Tecnología. Cámara de Diputados. Serie de Informes N^o 5. Caracas, 1.984.

CASTILLO GUILARTE; Manuel. (1.981). Sistematización del Departamento Técnico de Continuidad Absoluta. Caracas, Venezuela.

CASTILLO GUILARTE; Manuel (1.988). Parámetros de Mantenimiento, Caracas, Venezuela.

DELGADO; Angel Rafael. Mantenimiento de Equipos Industriales VII.

GARRIDO; Alejandro. (1.985). Administración, Contabilidad y Costos. Edit. CECSA. Primera Edición, Pp. 231.

LOZANO CONEJERO; Antonio. Confiabilidad, Teoría y

Práctica. Buenos Aires, Editorial Universitaria, 1.969. Pp. 5.

MILAN R.; Juranovic. Fundamento de Sistemas y Sistema de Información Gerencial. Edición Amón C.A. Primera Edición 1.971 - Décima Edición 1.988.

MOSQUERA C.; Genaro. Administración y Mantenimiento. Universidad Central de Venezuela, Caracas, 1979.

MOSQUERA; Genaro. Apoyo Logístico para la Administración del Mantenimiento Industrial - U.C.V. - Concejo de Desarrollo Científico y Humanístico, 1.987.

MUNCH, GALINDO y GARCIA MARTINEZ. Fundamentos de administración. Editorial Trillos, 1.990 (Reimp. 1.995). 240 p.

NEWBROUGH; E.T. Administración del Mantenimiento Industrial. 2da Edición, Metico, editorial Dibna, 1.976. Pp. 413. Traducido por: MARIO BRACAMONTE CANTOLA.

SABINO A.; Carlos. ¿Cómo hacer una Tesis?. Segunda Edición, Editorial Panacepo 1.984.