



REPÚBLICA DE CUBA

MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR

INSTITUTO SUPERIOR MINERO METALÚRGICO

“Dr. Antonio Núñez Jiménez”

FACULTAD DE METALURGIA- ELECTROMECAÁNICA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

Trabajo de Diploma

en opción al Título de

Ingeniero Eléctrico.

Título: Actualización de la base de datos del software SGestMan para la planificación del mantenimiento preventivo en la Empresa Mecánica del Níquel.

Autor: Greihel V. Aballe Ricardo.

Tutores: Ing. Israel Letusé Velázquez.

Moa, 2010

Año 52 de La Revolución



DECLARACIÓN DE AUTORIDAD.

Yo:

Diplomante: Grethel V. Aballe Ricardo.

Y

Tutor: Ing. Israel Letusé Velázquez.

Autores de este Trabajo de Diploma titulado:

- ❖ Actualización de la base de datos del software SGestMan para la planificación del mantenimiento preventivo en la Empresa Mecánica del Níquel.

Certificamos su propiedad intelectual a favor del Instituto Superior Minero Metalúrgico (ISMM) de Moa "Dr. Antonio Núñez Jiménez", el cual podrá hacer uso del mismo para fines docentes y educativos.

Grethel V. Aballe Ricardo
(Diplomante)

Ing. Israel Letusé Velázquez
(Tutor)



PENSAMIENTO

"La inteligencia consiste no sólo en el conocimiento, sino también en la destreza de aplicar los conocimientos en la práctica."

Aristóteles



DEDICATORIA

A Magnolia Ricardo Cabrera y Pablo E. Aballe Vázquez, que se han sacrificado tanto o más que nosotros para lograr lo alcanzado, que nunca han escatimado ni dudado para darnos las condiciones y el tiempo necesario en nuestros proyectos de vida, además como podríamos dedicar este trabajo en este momento si no fuésemos obra del amor que emana de ellos, es que no existe nadie más que ellos que se merezca el fruto de nuestra dedicación.



AGRADECIMIENTOS

... A mis padres Magnolia Ricardo Cabrera porque sin su amor y apoyo no hubiese logrado llegar hasta aquí y Pablo E. Aballe Vázquez por darme la inspiración de querer llegar a ser como él.

... A mi tutor Ingeniero Israel Letusé Velázquez por toda la atención y ayuda que me brindaron durante el desarrollo de este trabajo.

... A mi novio Yasmani Castañeda Cruz, que con su ayuda y comprensión estuvo a mi lado en cada momento que lo necesité.

... A mi familia por el amor y apoyo de siempre.

... A mis amigas Yani y Yannis que han estado presentes en cada momento a lo largo de esta difícil tarea.

... A todos los profesores, por los conocimientos y experiencia que me transmitieron su incuestionable nivel científico unido a su pedagogía, les hago llegar mi más sincero respeto y gratitud.

... A los trabajadores de la Empresa Mecánica del Níquel que me brindaron su ayuda incondicional.

... A todas las personas que de una forma u otra hicieron posible la realización de este trabajo.



RESUMEN

El presente trabajo tiene como finalidad actualizar la base de datos del software SGestMan, tomando como punto de partida que el mismo está instalado en la Empresa Mecánica del Níquel desde el año 2007 y no está siendo explotado a máxima capacidad. Se hace un estudio de todos los mantenimientos que se utilizan en la Empresa, las ventajas y desventajas que nos ofrece cada uno, así como la planificación y organización para su posterior empleo. En este proyecto presento una forma de aumentar la eficiencia del mantenimiento a partir de la utilización del software SGestMan. Se describe el mantenimiento preventivo planificado para los equipos y redes energéticas, y el funcionamiento del software SGestMan. Se dan a conocer las diferentes opciones que brinda el programa utilizado y los resultados que obtenemos una vez actualizada su base de datos, para de este modo lograr la automatización de la planificación del mantenimiento preventivo, asistido por computadora.



SUMMARY

This paper aims to update the software database SGestMan, taking as a starting point that it is installed on the Mechanics of Nickel Company since 2007 and is not being exploited at maximum capacity. There is a study of all the maintenance that are used in the Company, the advantages and disadvantages of each one offers us, as well as planning and organization to their subsequent employment. This project presents a way to increase maintenance efficiency from the use of SGestMan software. It describes the planned preventative maintenance for equipment and energy networks, and software operation SGestMan. We present the different options offered by the software used and the results you get after you update your database, to thereby achieve the automation of preventive maintenance planning, assisted by computer.



Índice

DECLARACIÓN DE AUTORIDAD.-----	I
PENSAMIENTO -----	II
DEDICATORIA-----	III
AGRADECIMIENTOS -----	IV
RESUMEN -----	V
SUMMARY -----	VI
Introducción General.-----	1
CAPITULO I: Descripción del Sistema de Mantenimiento. -----	5
1.1- Mantenimiento.-----	5
1.2-Estado del Arte-----	6
1.3- Mantenimiento Correctivo. -----	7
1.4- Mantenimiento preventivo planificado. -----	9
1.4.1- Planificación del mantenimiento. -----	11
1.4.2- Programación del Mantenimiento. -----	13
1.4.3- Inspección Técnica. -----	13
1.4.4 - Composición del sistema MPP. -----	15
1.4.5- Ciclo de reparación y duración del mismo.-----	19
1.4.6- Tiempo entre operaciones del ciclo. -----	21
1.4.7- Tiempo entre reparaciones -----	21
1.5- Mantenimiento preventivo indirecto o Diagnóstico Técnico.-----	22
1.6- Organización.-----	25
1.7- Fabricación y recuperación de piezas de repuesto. -----	27
1.8- La carpeta como forma de organización. -----	28
Conclusiones -----	29
CAPITULO II. Materiales y Métodos. -----	30
2.1- Clasificación y estructura del servicio energético. -----	30
2.2- Generalidades del Sistema único de Mantenimiento Preventivo Planificado para los Equipos y Redes Energéticas (MPPE).-----	31
2.3- Normativas que establece el MPPE-----	32
2.3.1- Ciclo de reparación. -----	32
2.3.2- Estructura del ciclo de reparación. -----	35
2.3.3- Estadía de las reparaciones (E). -----	36
2.3.4- Contenido de trabajo de las intervenciones. -----	38
2.3.5- Reserva de equipos. -----	38



2.3.6- Consumo de materiales fundamentales complementarios. -----	38
2.4- Actividades a desarrollar por el MPPE. -----	39
2.4.1- Plan de MPPE. -----	39
2.5- Equipos del MPPE necesarios para la base de datos. -----	41
2.6- El mantenimiento y la informática. -----	45
2.7- Descripción del software Sistema de Gestión de Mantenimiento. -----	48
2.7.1- MODULO PREVENTIVO. -----	49
2.7.2- Planes de Mantenimiento. -----	53
2.8- Informes asociados al Módulo Preventivo -----	55
Conclusiones. -----	60
CAPITULO III. Resultados y Valoración. -----	61
3.1- Los costos del mantenimiento y su control. -----	61
3.2- Mantener una base de datos. -----	65
3.2.1- Objetivo de costo para el control. -----	65
3.2.2- Elaboración de los objetivos de costo. -----	66
3.3- Cálculo técnico económico. -----	68
Conclusiones. -----	70
CONCLUSIONES GENERALES. -----	71
RECOMENDACIONES. -----	72
BIBLIOGRAFÍA. -----	73
Anexos -----	75



Introducción General.

El mantenimiento conceptualmente es muy amplio y complejo; su esencia, importancia y objetivos no siempre son fácilmente comprensibles. La falta de mantenimiento es una cosa cotidiana en nuestra vida y a diario con ella en las calles, en las edificaciones, en los vehículos en que circulamos, en nuestros hogares y el estado de los equipos domésticos, etc. De esta situación no escapa nuestra industria, sus vías, sus edificaciones e instalaciones industriales.

Sin embargo, la vida actual y su desarrollo tecnológico imponen la necesidad de un mantenimiento organizado, eficiente y desarrollado a un grado máximo que garantice los requerimientos para la producción material y los servicios que la población y el país necesitan.

Mantenimiento no es reparar, Mantenimiento es gerenciar recursos y planificar actividades sobre la base de estudios estadísticos; es la aplicación de filosofías de nueva generación desarrolladas en la última década y en actualización constante. Mantenimiento es el manejo científico de variables técnicas de gran complejidad.

La realización de este proyecto ha sido a través de la Empresa Mecánica del Níquel "Comandante Gustavo Machín Hoed de Beche", la cual desde 1987 está integrada por varias Unidades Empresariales de Base para la producción de estructuras metálicas, piezas fundidas y mecanizadas, reparaciones de equipamiento eléctrico industrial y de vehículos ligeros y camiones, es sinónimo de calidad y competencia en la industria metalmecánica de Cuba. La EMNI pertenece al MINBAS y está adscripta al Grupo Empresarial CUBANIQUEL.

Su área es de 250 000 m² de los cuales 75 000 m² son instalaciones fabriles techadas. La Casa Matriz está situada en la ciudad de Moa, a 182 Km de Holguín, 190 Km de Santiago de Cuba y a 960 Km de Ciudad de La Habana. Otras Unidades Empresariales de Base se localizan en Nicaro y Felton, municipio Mayarí. La Empresa Mecánica del Níquel se encarga de la actividad de mantenimiento de todas las industrias del níquel para la obtención del valioso mineral, y para ello cuenta con una estructura y un equipamiento que se va desgastando con el tiempo, el cual hay que mantener para lograr sus objetivos.



La UEB de Mantenimiento forma parte de la estructura de la Empresa y está subdividida en tres subdirecciones, la de mantenimiento Mecánico Industrial, la de Mantenimiento Eléctrico y el Departamento Técnico de Mantenimiento, este se dedica a la planificación de los mantenimientos preventivo de todos los equipos presentes en el proceso productivo de la entidad.

Nuestro trabajo de investigación analiza los distintos tipos de mantenimiento que se ejecutan a diario para lograr la producción continua y la necesidad de una planificación más eficiente, a corto plazo y con el mínimo de costo, para lograr la continuidad del proceso productivo de la Empresa Mecánica del Níquel con la calidad requerida.

Para algunos el Mantenimiento consiste simplemente en reparar averías; otros en alguna medida incluyen el mantenimiento preventivo; y algunos mas adelantados, incluyen también la vigilancia del estado de los equipos e instalaciones industriales.

Ahora bien, hay aspectos del mantenimiento que rebasan esta definición. A veces se ha definido el mantenimiento como la función de optimizar el rendimiento de una inversión en bienes gananciales procurando aumentar efectivamente la disponibilidad de esos bienes y aplicando métodos de conservación adecuados a un costo total mínimo.

Es por ello que la función de mantenimiento no comienza en el taller de trabajo, sino en las etapas de planificación y ejecución de la inversión, deben estar sus fuerzas preparadas y entrenadas para su posterior puesta en marcha y consolidarla durante la explotación.



Situación problemática.

En la actualidad la planificación del mantenimiento preventivo se realiza de forma manual, a través de carpetas llevadas por cada planificador y mediante el cálculo del tiempo de trabajo horas máquina y meses calendario.

En la Empresa Mecánica del Níquel el Mantenimiento Preventivo Planificado es confeccionado por el Departamento Técnico de Mantenimiento; dicha planificación de los diferentes equipos (mecánicos o eléctricos) se hace por áreas. Este conjunto de operaciones que se realizan sobre las instalaciones, maquinarias y equipos eléctricos y de producción es necesario para evitar que se produzcan fallos, ya que de ocurrir una avería puede haber un paro total de la producción en la Empresa con la correspondiente pérdida de materiales y materias primas.

Por lo tanto es importante actualizar la base de datos con todo el equipamiento energético de la Empresa en el software Sistema de Gestión de Mantenimiento, el cual nos permite obtener reportes que muestran las Ordenes Preventivas según el Plan de Mantenimiento desarrollado con el costo mínimo de tiempo.

Problema de la investigación:

A pesar de haber adquirido el software Sistema de Gestión de Mantenimiento (SGestMan) para agilizar la planificación, el mismo no se está utilizando en el módulo referente al mantenimiento preventivo, por lo cual se está actualizando la base de datos con el equipamiento de la Empresa para disminuir los costos del Mantenimiento Preventivo Planificado.

Objetivo general.

Lograr la planificación del mantenimiento de forma automática, para aumentar su eficiencia, disminuyendo horas de trabajo y recursos.



Objetivos específicos.

1. Elevar la eficiencia de los trabajos de mantenimiento.
2. Lograr una mejor planificación de los recursos materiales necesarios para el mantenimiento.
3. Optimización de los recursos humanos.
4. Disminución de los costos de mantenimiento.

Objeto de estudio.

Sistema de mantenimiento de la Empresa Mecánica del Níquel.

Campo de acción.

Ampliar las técnicas del mantenimiento a través de la utilización del software Sistema de Gestión del Mantenimiento (SGestMan).

Hipótesis.

Si se actualiza la base de datos del software Sistema de Gestión e Mantenimiento (SGestMan) con todo el equipamiento eléctrico de la Empresa Mecánica del Níquel (EMNI), se lograría reducir el tiempo de planificación de los mantenimientos, combinarlos entre ellos y así obtener un informe completo de todos los resultados que se lograron con el trabajo.

Tareas.

1. Recopilación de información y datos.
2. Actualizar la base de datos.
3. Procesamiento de la información.
4. Obtención de los resultados.
5. Elaboración del informe final.



CAPITULO I: Descripción del Sistema de Mantenimiento.

Introducción.

El capítulo abordará inicialmente los diferentes tipos de mantenimiento que se deben realizar a cualquier instalación o equipo industrial para mantener el buen estado de los mismos y así alargar su vida útil. También abarcaremos la planificación, organización y programación del mantenimiento, así como el ciclo en que se debe realizar la operación de este para poder asegurar tanto los recursos materiales como humanos y lograr una disponibilidad de cualquier máquina o instalación en el menor tiempo posible y con el mínimo de gastos indispensable.

El Mantenimiento Industrial no es un fin en sí mismo; tiene como objetivo asegurar la producción con la necesaria disponibilidad del equipamiento instalado y con un mínimo de costo. En 1985 se aprobó para el MINBAS la "Política de Mantenimiento" que en rasgos generales traza la estrategia a seguir para alcanzar el objetivo antes señalado. Aquí abordaremos los aspectos más sobresalientes contenidos en dicha política, como son lo referente a la Organización del Mantenimiento, la Planificación, la Inspección Técnica en el Mantenimiento y la fabricación y recuperación de piezas de repuesto. Siendo así dentro del grupo empresarial Cuba Níquel y en lo particular generalizado en la Empresa Mecánica del Níquel "Comandante Gustavo Machín Hoed de Beche".

1.1- Mantenimiento.

Es un servicio que agrupa una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos, máquinas, construcciones civiles e instalaciones.



El mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallas. Decimos que un equipo falla cuando deja de brindarnos el servicio que debía darnos o cuando aparecen efectos indeseables, según las especificaciones de diseño con las que fue construido o instalado el equipo en cuestión.

El mantenimiento no es una función "miscelánea", produce un bien real, que puede resumirse en: capacidad de producir con calidad, seguridad y rentabilidad.

Para nadie es un secreto la exigencia que plantea una economía globalizada, mercados altamente competitivos y un entorno variable donde la velocidad de cambio sobrepasa en mucho nuestra capacidad de respuesta. En este panorama estamos inmersos y vale la pena considerar algunas posibilidades que siempre han estado pero ahora cobran mayor relevancia.

1.2-Estado del Arte

En este trabajo se presentarán una serie de temas donde se expone la metodología de los elementos principales del mantenimiento preventivo planificado, para lograr la eficiencia del mismo a través de una programa llamado Sistema de Gestión de Mantenimiento (SGestMan). Debido a los avances en el desarrollo de las tecnologías de las telecomunicaciones y de la informática, las Empresas "operan" con información, entonces ellas también son afectadas; para que los efectos sean positivos dependen precisamente de la capacidad gerencial con que se cuente. Dados estos cambios, la gerencia de los sistemas de información se ha enriquecido logrando desarrollos, como la Teoría de Redes, las Organizaciones Virtuales y los Sistemas de Información Inteligentes. Durante muchos años los directivos han reconocido que la información contable tradicional utilizada para el cálculo de utilidades ha tenido un valor limitado para el control. Sin embargo existen muchas empresas donde estos son los únicos datos que se recopilan periódicamente.

No obstante, la gran mayoría de las empresas están conscientes de que para obtener mejores resultados se necesita adaptarse constantemente a las nuevas condiciones del entorno, un entorno que ha dejado de ser estable para convertirse en turbulento. En el mundo de hoy, la dedicación y la aportación de fuerza laboral son



decisivas y la información es el arma esencial en esta batalla. La empresa en cada una de las áreas de funcionamiento se ve en la necesidad de tomar decisiones, desde la más insignificante hasta aquella que tiene que ver con su existencia misma. Con tal responsabilidad se necesita una base de datos lo más certera posible sobre la cual descansen esas decisiones.

En las empresas del níquel: Fábrica Che Guevara, Fábrica Pedro Soto, Empresa Puerto Moa, Empresa ECRIN, Empresa Mecánica del Níquel, **(1999. Ing. Orestes Treto Cárdenas; Ing. Osvaldo Castillo Drake. CEIM, ISPJAE. Ciudad de La Habana)** se instaló la herramienta informática MacWin (Mantenimiento Asistido por Computadora para Windows), la cual es un sistema informático, por módulos y en el que se integran la totalidad de las actividades de un departamento de mantenimiento dentro de una empresa. El software tenía un soporte digital muy débil y una capacidad de almacenar datos muy limitada.

Luego, en el **2005(Gamma S.A.)** fue adquirido el software SGestMan por estas mismas empresas, poniéndose en práctica en junio de 2007. El programa es un sistema informático para la organización y control de la actividad de mantenimiento en cualquier organización empresarial, tanto para instalaciones de bienes de producción, como de servicios. Su estructura informática basada en una base de datos con filosofía Cliente/ Servidor, garantiza una optima funcionalidad, en redes informáticas, y un adecuado almacenamiento y uso de la información que en ella se registra. SGestMan está integrado por módulos, que se encuentran relacionados entre sí, permitiendo una adecuada distribución de la información con que debe contar cualquier organización de mantenimiento.

1.3- Mantenimiento Correctivo.

El mantenimiento correctivo es aplicable por atenciones necesarias del equipo en su juventud, al ser poco conocido. Este es el primer estado de un mantenimiento funcional y para que las experiencias sean bien asimiladas, es normal aprovechar la ocasión para planificar y eliminar, si es posible, las averías posteriores similares que se puedan presentar, bien analizando un posible mantenimiento por mejora del



equipo, o bien, si esto es prematuro, haciendo un estudio de recambios, formar al personal de fabricación y mantenimiento, etc. Las acciones se realizan para restablecer un equipo que sufre una avería o paro súbito, concentrándose en el elemento averiado de la propia máquina, lo cual está afectando la producción hasta que dicha avería no sea resuelta.

En él no existe una planificación previa ni de recursos materiales ni humanos. Es la corrección de los defectos para volver a poner el equipo en estado disponible. En él se incluyen todo tipo de operaciones de reparación, como son desmontajes, sustitución de piezas, ajustes, reconstrucción de componentes, etc. Por no hacerse de forma planificada los costos aumentan, tanto de los materiales como de la fuerza de trabajo.

Los planes del Mantenimiento Correctivo cobran especial relevancia por cuanto la ocurrencia de fallas en los equipos con probabilidad creciente, motivarán pérdidas de confiabilidad, estabilidad o suministro que repercutirán en forma importante en la gestión económica de la empresa. El análisis sistemático de información clasificada que deriva de las actividades de Mantenimiento Correctivo, permite la obtención de indicadores de gestión técnico- económicos que facilitan la adopción de soluciones técnicas oportunas y la optimización de los procedimientos y planes de mantenimiento vigentes, con vistas a mantener la disponibilidad de los componentes del sistema en valores óptimos.

A través de la proposición de criterios de clasificación y evaluación se pretende sentar las bases para el análisis comparado de los resultados tanto al interior de la empresa como con áreas afines de otras empresas.

El método propuesto puede ser adaptado a los requerimientos de otras áreas de especialización, modificando los criterios de evaluación de acuerdo con la especial naturaleza del trabajo que dicha área ejecuta.

Así pues, la puesta en marcha de este mantenimiento se acompaña de un conocimiento profundo del equipo y en particular, se comienza a tener las ideas claras sobre la localización y diagnóstico de las averías en tiempos mínimos.



Poco a poco, todo el historial y conocimientos adquiridos en las operaciones de mantenimiento correctivo y de mejora se transforman en acciones de mantenimiento preventivo.

1.4- Mantenimiento preventivo planificado.

Como su nombre lo indica el mantenimiento preventivo se diseñó con la idea de prever y anticiparse a los fallos de las máquinas y equipos, utilizando para ello una serie de datos sobre los distintos sistemas y sub-sistema. Bajo esa premisa se diseña el programa con frecuencias calendario o uso del equipo, para realizar cambios de sub-ensambles, cambio de partes, reparaciones, ajustes, cambios de aceite y lubricantes, etc, a maquinarias, equipos e instalaciones que se consideran importantes para evitar fallos.

Es fundamental trazar la estructura del diseño incluyendo en ello las componentes de conservación, confiabilidad, mantenibilidad, y un plan que fortalezca la capacidad de gestión de cada uno de los diversos estratos organizativos y empleados sin importar su localización geográfica, ubicando las responsabilidades para asegurar el cumplimiento. Haciendo uso de los datos hacemos su planeación esperando con ello evitar los paros y obtener una alta efectividad de la planta.

Se le llama Mantenimiento preventivo planificado (MPP) a todo el conjunto de medidas de carácter técnico y organizativo, mediante las cuales se lleva a cabo el mantenimiento y la reparación de los equipos.

Estas medidas son elaboradas previamente según un plan que asegura el trabajo constante de los equipos. De esta manera el equipo se encuentra siempre en buen estado ya que es sometido a reparaciones periódicas que eliminan en gran parte las averías con la consiguiente economización de trabajo y de material.

Con el sistema de MPP se da solución a los siguientes problemas:

- ❖ El equipo se mantendrá en un estado que asegura su rendimiento eficaz.
- ❖ Se evitan los casos de rotura imprevistas que ocasionan fallos en el equipo.
- ❖ Se reducen los gastos invertidos en la reparación del equipo.

Significa todas las medidas dirigidas a prevenir fallas que se están desarrollando en los equipos; limpieza, lubricación, sustituciones programadas, renovación de piezas,



etc. Esto se lleva cabo después de un cierto número de horas de operación del equipo o en su defecto de un determinado tiempo natural que constituyen con más o con menos aproximación el ciclo de mantenimiento establecido.

Este tipo de mantenimiento surge de la necesidad de rebajar el mantenimiento correctivo y todo lo que representa. Pretende reducir la reparación mediante una rutina de inspecciones periódicas y la renovación de los elementos dañados, si la primera y segunda no se realizan, la tercera es inevitable.

Básicamente consiste en programar revisiones de los equipos, apoyándose en el conocimiento de la máquina en base a la experiencia y los históricos obtenidos de las mismas. Se confecciona un plan de mantenimiento para cada máquina, donde se realizaran las acciones necesarias, engrasar, cambiar correas, desmontaje, limpieza, etc.

Ventajas:

- ❖ Si se hace correctamente, exige un conocimiento de las máquinas y un tratamiento de los históricos que ayudará en gran medida a controlar la maquinaria e instalaciones.
- ❖ El cuidado periódico conlleva un estudio óptimo de conservación con la que es indispensable una aplicación eficaz para contribuir a un correcto sistema de calidad.
- ❖ La reducción del mantenimiento correctivo representará una reducción de costos de producción y un aumento de la disponibilidad, esto posibilita una planificación de los trabajos del departamento de mantenimiento, así como una previsión de los recambios o medios necesarios.
- ❖ Se concreta de mutuo acuerdo el mejor momento para realizar el paro de las instalaciones con producción. Representa una inversión inicial en la infraestructura y mano de obra. El desarrollo de planes de mantenimiento se debe realizar por técnicos especializados.



Desventajas:

- ❖ Si no se hace un correcto análisis del nivel de mantenimiento preventivo, se puede sobrecargar el costo de mantenimiento sin mejoras sustanciales en la disponibilidad.
- ❖ Los ciclos de MPP que se fijan o norman no siempre son los más adecuados en cada equipo.
- ❖ Muchas veces se desarmen equipos sin necesidad real y al desarmar armar se corren riesgos de roturas y errores que a veces son de gran envergadura.
- ❖ El gasto de piezas, materiales y recursos de todo tipo en que se incurre arroja cantidades considerables y en ocasiones estos gastos no responden a las necesidades reales.

1.4.1- Planificación del mantenimiento.

La planificación del mantenimiento debe dar respuesta a las preguntas:

¿Qué hacer?

¿Cómo hacerlo?

¿Cuándo hacerlo?

¿Con qué y con quien hacerlo?

¿Cómo marcha lo que debo hacer?

Para ello incluye las fases siguientes:

1. Fase de organización:

Determina la estructura organizativa, las funciones, las relaciones internas y externas, así como el procedimiento para el flujo y registro de la información.

2. Fase de reparación:

Define la preparación de los recursos, de la documentación, así como de las instalaciones y facilidades temporales necesarias.

3. Fase de planificación:

Determina las acciones de mantenimiento a realizar en los equipos e instalaciones, los recursos necesarios, así como establece el balance de las cargas de trabajo con las capacidades de los equipos o medios de trabajo y de los hombres.



El mantenimiento está muy lejos de ser una actividad operativa y requiere que todo lo que a él se refiera esté adecuadamente planificado. Esto obliga a que los recursos para el mantenimiento, ya sean laborales o materiales, se correspondan con la carga de trabajo requerida y sean tenidas en cuenta durante la etapa de elaboración del plan técnico económico.

En este sentido es indispensable que se tenga en cuenta como cuestiones primarias lo siguiente:

- ❖ Planificación de las reparaciones generales y capitalizables cuya preparación debe comenzarse inmediatamente a programarse a partir de terminar la precedente y concluye al terminar la siguiente.
- ❖ Planificación de los equipos, los materiales y las piezas de repuestos que se requieren para la realización del mantenimiento y las reparaciones.
- ❖ Programación diaria de la carga de trabajo que asegure un aprovechamiento adecuado de los recursos humanos disponibles en función de las rutinas de mantenimiento y las tareas planificadas.
- ❖ Entre las fuentes generadoras de trabajo para conformar los planes operativos de mantenimiento que requieren sean programados diariamente se encuentran los siguientes:
 - Solicitudes Órdenes de Trabajo (O.T.) sobre mantenimiento correctivo.
 - Solicitudes Órdenes de Trabajo (O.T.) para la ejecución de inversiones con medios propios.
 - Solicitudes Órdenes de Trabajo (O.T.) para cumplimentar necesidades de seguridad e higiene industrial.
 - Solicitudes Órdenes de Trabajo (O.T.) para cumplimentar los trabajos preparatorios que se requieren en la próxima reparación general.
 - Solicitudes Órdenes de Trabajo (O.T.) para satisfacer las necesidades de las áreas de servicios y administrativas.
 - Plan de MPP.
 - Inspecciones rutinarias profilácticas a equipos e instalaciones.
 - Trabajos urgentes por roturas o averías.
 - Plan fabricación y recuperación de piezas de repuesto.



Para poder llevar a cabo la planificación del mantenimiento y la programación de los recursos se requieren un grupo de programadores que esté en una proporción adecuada y que oscila entre 35 y 40 trabajadores directos de mantenimiento por cada programador de forma que se garantice una adecuada programación y control de la actividad.

1.4.2- Programación del Mantenimiento.

Una vez que se completado la elaboración lógica del plan el siguiente paso es el establecimiento de un programa.

En general cuando los trabajos se realizan sin programación o con una programación deficiente se presentan dificultades, tales como: interferencias y desorganizaciones que disminuyen la productividad del trabajo, el encarecimiento del trabajo al utilizar más recursos que los necesarios para cumplir los plazos, o simplemente el incumplimiento de los mismos.

Normalmente los atrasos en la ejecución de los mantenimientos se producen por estar mal distribuidos los trabajos o porque no se han orientado con la anticipación adecuada, o por falta de materiales que no se pidieron a tiempo, o que estando en el almacén nadie se ocupó de llevarlos al puesto de trabajo. También se producen por no estar disponibles a tiempo las herramientas, dispositivos y equipos que se necesitan. Cuando no se cuenta con una programación, no hay dudas de que los trabajos se hacen, pero pudo haber costado menos esfuerzo en tiempo, en recursos materiales y humanos.

1.4.3- Inspección Técnica.

La inspección técnica constituye una fuente insustituible que proporciona los datos y la información que se requiere para desarrollar una adecuada planificación a corto y mediano plazo (mantenimiento preventivo, correctivo y reparaciones capitales) y a largo plazo (sustituciones de equipos e instalaciones, rediseños y modificaciones, ampliaciones, modernizaciones, renovaciones y racionalizaciones), ya que brinda una evaluación actualizada del estado técnico de los equipos y las instalaciones.



Es esta una actividad eminentemente técnica, relacionada en gran medida con la seguridad industrial por cuanto una alto por ciento de sus recomendaciones se relacionan con trabajos que garantizan la seguridad mecánica y operacional de las instalaciones.

Su papel fundamental está dirigido a garantizar la seguridad operacional y desde el punto de vista mecánico controlar el estado técnico de los equipos y accesorios, calcular los plazos de vida útil (calculando los límites de retiro para cada equipo en función de sus condiciones de trabajo) determinación y análisis de los planos máximos permisibles de operación y análisis de los plazos máximos permisibles de operación continua no controlada y los parámetros máximos operacionales que permiten el diseño mecánico. Además, normalmente controla y emite recomendaciones sobre corrosión y posibles medios para combatirla o neutralizarla y sobre tecnologías de soldadura, sus aplicaciones y control por diferentes métodos defectoscópicos.

Entre las principales funciones de la Inspección Técnica además de las ya señaladas se encuentran las siguientes:

- ❖ Aplicación de nuevas técnicas como el mantenimiento por diagnóstico que constituye un avance significativo en la introducción de la ciencia y la técnica en nuestra industria.
- ❖ Cumplimiento de las regulaciones empresariales, ramales, estatales e internacionales en cuanto al estado y funcionamiento de equipos e instalaciones tales como:
 - Generadores de vapor,
 - Recipientes a presión.
 - Tuberías y sistemas.
 - Válvulas de alivio y seguridad.
 - Equipos y dispositivos de izaje.
- ❖ Recomendación y asesoramiento en los mantenimientos y reparación a los equipos e instalaciones.
- ❖ Certificación de la calidad de los trabajos de mantenimiento ejecutados.



- ❖ Realización de estudios encaminados a disminuir o solucionar las fallas mas frecuentes en los equipos e instalaciones.
- ❖ Participación en los análisis de averías y la determinación de sus causas y soluciones.
- ❖ Participación en la planificación de las necesidades materiales.
- ❖ Participación en la capacitación técnica del personal de mantenimiento, etc.

Esta actividad de Inspección Técnica permite reducir las averías y afectaciones no planificadas de producción y al mismo tiempo que incrementa la disponibilidad de los equipos, disminuyen los costos de mantenimiento. Normalmente se organiza en grupos de trabajo y para los mismos se requieren técnicos medios, ingenieros, operarios de mantenimiento o de planta que por sus características personales y experiencia puedan desempeñar esta función.

Una condición fundamental es el conocimiento y el dominio del proceso de producción, el conocimiento de los códigos de construcción y reparación de cada equipo, así como las normas de calidad mínima establecidas para las condiciones tecnológicas del proceso. De esto depende el prestigio del grupo ante los trabajadores y la dirección de la entidad de que se trate.

1.4.4 - Composición del sistema MPP.

El mantenimiento preventivo planificado está compuesto por los siguientes aspectos:

1. Servicio diario del equipo.
2. Trabajos periódicos.
3. Revisión.
4. Reparación pequeña.
5. Reparación mediana.
6. Reparación general.
7. Reparación imprevista.



1. Servicio diario del equipo.

El objetivo del servicio diario del equipo es comprobar el estado del equipo, de los mecánicos de dirección, de los elementos de lubricación y refrigeración (bombas, filtros, etc.) así como de comprobar el cumplimiento de las normas de trabajo por parte de los obreros.

El servicio diario del equipo debe realizarse siguiendo un determinado orden:

- a. El ajustador de turno debe observar el equipo diariamente al comienzo y al final de cada turno de trabajo.
- b. Eliminar todos los defectos localizados, si esto no implica parar el equipo largo tiempo. Los defectos que implican parar el equipo largo tiempo se eliminan durante el tiempo que emplea el obrero para almorzar, durante el reglaje del equipo o mientras el equipo no esté trabajando. Los defectos a los cuales nos referimos son los que no impidan la utilización del equipo, o sea defectos pequeños que no producen errores en la elaboración de piezas, riesgos en la elaboración de cargas.

Si los defectos fueran grandes sería necesario parar el equipo y repararlo, estando en este caso frente a una avería, cosa que ocurre con poca frecuencia cuando se aplica correctamente el MPP.

- c. El engrasador de turno debe atender el régimen correcto de lubricación del equipo, cambiando el aceite y limpiando los recipientes en el plazo determinado. Es necesario hacer un plan para el cambio de aceite, lo que facilita esta operación, ya que se puede saber mediante este plan a que equipo y en que momento se le debe cambiar el aceite.
- d. El encargado del mantenimiento de las transmisiones por correas atiende el estado de estas, procediendo a cambiar las correas que estén desgastadas o que presenten síntomas de inminente rotura.
- e. También deben mantenerse en buen estado las protecciones de las transmisiones por correas. Como se ha planteado anteriormente durante el servicio diario del equipo se realizan sin violar el proceso de producción. O sea se realizan durante el tiempo que el equipo permanece parado.



2. Trabajos Periódicos.

Existen otros trabajos llamados periódicos debido a que se hacen cada determinado tiempo y que realizan los ajustadores de servicio, según un plan previamente elaborado, Estos trabajos son:

- ❖ Limpieza de los equipos que trabajen en condiciones de poca limpieza (máquinas rectificadoras, máquinas que elaboran piezas de hierro fundido, etc.) No debe confundirse esta limpieza con la que debe hacerse diariamente al equipo. Para realizar la limpieza de los mecanismos del equipo se efectúa el desmontaje de los mismos si es necesario quitándole el polvo de hierro fundido, particulaza metálicas, suciedades, etc. Después de limpiado el equipo deberá soplarse con aire a presión y secarse con una bayeta los mecanismos desmontados. Estas limpiezas se realizaran sin violar la producción utilizando intervalos tecnológicos en el funcionamiento del equipo (los días de descanso).
- ❖ Cambio de aceite del sistema de lubricación del equipo, este trabajo se cumple según el plan a que se ha hecho referencia anteriormente.
- ❖ Comprobación de la precisión del equipo, que se realiza siempre después de las reparaciones y especialmente en los equipos de alta precisión (Taladradoras por coordenadas).

3. Revisión

La revisión se realiza entre una reparación y otra según el plan correspondiente al equipo, su propósito es comprobar el estado del equipo y determinar los preparativos que hay que hacer para la próxima reparación. La revisión no se hace diariamente, sino según el plan.

Los trabajos que pueden realizarse mediante la revisión son:

- ❖ Comprobación de los mecanismos, cajas de velocidad, embragues, etc.
- ❖ Comprobación del funcionamiento del sistema de lubricación.
- ❖ Comprobación del calentamiento no excesivo de las partes giratorias del equipo.
- ❖ Comprobación de las holguras entre las uniones móviles y regulación de los mecanismos.



En algunos casos la revisión se realiza con la separación parcial y limpieza de algunos mecanismos.

4. Reparación pequeña

La reparación pequeña debido al mínimo volumen de trabajo que durante ella se realiza, es un tipo de reparación preventiva, o sea, es una reparación para prevenir posibles defectos en el equipo.

Durante la reparación pequeña, mediante la sustitución o reparación de una pequeña cantidad de piezas y con la regulación de los mecanismos, se garantiza la explotación normal del equipo hasta la siguiente reparación.

Durante la misma se cambia o se reparan aquellas piezas cuyo plazo de servicio es igual o menor que el período de tiempo entre esta reparación y la próxima, en otras palabras: si durante una reparación pequeña encontramos una pieza que por el estado en que se encuentra, se sabe que va a romperse o alterar el funcionamiento del equipo dentro de 6 meses y la próxima reparación es dentro de un año, es necesario el cambio o reparación de la pieza en cuestión, ya que su plazo de servicio es menor que el período de tiempo entre esta reparación y la próxima, con esto se evita una avería, lo que significa parar el equipo, para su reparación, en un momento no previsto en el plan.

Debe tenerse en cuenta que durante la reparación pequeña el equipo no trabaja y se realizan aquellos trabajos que sean necesarios efectuar. El volumen de la reparación pequeña es un 20% de la reparación general.

5. Reparación mediana.

La reparación mediana es la reparación durante la cual se realizan una cantidad de trabajos mayor que durante la reparación pequeña.

Durante ella el equipo se desmonta parcialmente y mediante la reparación o sustitución de las piezas en mal estado se garantiza la precisión necesaria, potencia y productividad del equipo hasta la próxima reparación planificada.

Durante la reparación mediana se sustituyen o reparan aquellas piezas cuyo plazo de servicio es igual o menor que el periodo de tiempo que media entre esta



reparación y la próxima, o cuyo plazo de servicio es igual o menor que el período de tiempo que media entre dos reparaciones medianas.

Aquí radica la importancia del MPP que elimina o tiende a eliminar averías y mantiene siempre el equipo en condiciones favorables para su explotación. La reparación mediana es un 60% de la reparación general.

6. Reparación general

La reparación general es la reparación planificada de máximo volumen de trabajo, durante la cual se realiza el desmontaje total del equipo, la sustitución o reparación de todas las piezas y de todos los mecanismos desgastados, así como la reparación de las piezas básicas del equipo. Mediante la reparación general se garantiza la precisión, potencia y productividad del equipo.

Si se dispone de un taller para efectuar este tipo de reparación es conveniente levantar el equipo y trasladarlo a él, por el contrario si la reparación se efectúa en el mismo lugar donde se encuentra el equipo, no es recomendable el levantamiento de sus cimientos.

7. Reparación imprevista

Además de las reparaciones planificadas se realizan las reparaciones imprevistas, que son las que se efectúan cuando ocurre alguna avería.

La reparación que es necesario realizar después de una avería depende de la magnitud de la misma y puede tener la extensión de una reparación pequeña, mediana o general y en casos especiales puede ser necesaria la reposición del equipo.

1.4.5- Ciclo de reparación y duración del mismo.

El ciclo de reparación constituye la parte mas importante del MPP, la elección de un ciclo adecuado significa un mejor aprovechamiento del equipo, seguridad de operación, ahorro de piezas, materiales, mano de obra, etc. El ciclo de reparación es el tiempo de funcionamiento del equipo entre dos reparaciones generales (para el



equipo que se encuentra en funcionamiento) o el tiempo entre la puesta en marcha y la primera reparación general (para el equipo nuevo). Las operaciones a realizar en el ciclo han sido divididas en 4 categorías: revisión (R), reparación pequeña (P), reparación mediana (M) y reparación general (G).

El tiempo que se invierte en las revisiones y durante las reparaciones no forma parte del ciclo, ya que un mismo trabajo puede tener mayor o menor duración en talleres diferentes. Cada máquina o equipo puede pasar por varios ciclos de reparación durante su vida útil, dependiendo esto de cuando quede obsoleto.

Cada tipo de ciclo tiene su estructura propia, la cual fija el número y los tipos de revisiones y reparaciones que se realizarán en el equipo dado. De acuerdo a la experiencia, en la tabla (1) se indican algunos ciclos, que son los más corrientemente empleados y que más convienen a las máquinas en ellas relacionadas, ya que resulta imposible hacerlo para todas las máquinas que se utilizan en la industria, debido al sin número de condiciones específicas que existen. En muchos casos se utilizan también en la producción diferentes máquinas especiales, para las cuales será necesario emplear de la misma forma, un ciclo adaptado de forma especial, el cual no se indica en dicha tabla. La tabla aparece representada en el anexo 1.

El ciclo a aplicar en cada máquina deberá determinarse en cada taller de producción, analizando individualmente las máquinas y eligiendo, de acuerdo con las experiencias y datos que se posean, el tipo que le debe corresponder.

La duración del ciclo no es más que las horas que debe trabajar un equipo entre dos reparaciones generales o entre la puesta en marcha y la primera reparación general y se determina mediante la fórmula:

$$T = N * M * Y * Z * K \text{ horas}$$

Donde:

N: Coeficiente que relaciona el tipo de producción.

M: Coeficiente que relaciona el tipo de material que trabaja la máquina.

Y: Coeficiente que relaciona las condiciones ambientales donde se encuentra el equipo.

Z: Coeficiente que relaciona el peso del equipo.

K: Duración teórica del tiempo.



Los valores de los distintos coeficientes se muestran en el Anexo 2.

1.4.6- Tiempo entre operaciones del ciclo.

Después de calcular el tiempo de duración del ciclo (T) en horas y de seleccionar su estructura conveniente, se puede determinar el tiempo entre las operaciones.

Supóngase que la duración del ciclo es $T = 36000$ h y que su estructura es:

G-R-R-R-P-R-M-R-R-R-P-M-R-P-R-P-R-G.

El tiempo entre las operaciones del ciclo se determina mediante la fórmula:

$$t_o = T / (R + P + M + 1) \text{ en horas}$$

Donde: R= Cantidad de revisiones en el ciclo.

P= Cantidad de reparaciones pequeñas en el ciclo.

M= Cantidad de reparaciones en el ciclo.

Ejemplo:

$$t_o = 36000 / (9 + 6 + 2 + 1) = 36000 / 18 = 2000 \text{ h}$$

Lo que quiere decir que cada 2000 h de trabajo del equipo debe efectuarse un trabajo de MPP; como es natural pueden ocurrir alteraciones ya que este cálculo se hace con vistas a la planificación y puede apartarse de la realidad.

1.4.7- Tiempo entre reparaciones

El tiempo entre reparaciones se determina mediante la fórmula:

$$t_r = T / (P + M + 1) \text{ en horas}$$

Donde: P= Cantidad de reparaciones pequeñas en el ciclo.

M= Cantidad de reparaciones medianas en el ciclo.

Ejemplo:

$$t_o = 36000 / (6 + 2 + 1) = 36000 / 9 = 4000 \text{ h}$$

Lo que quiere decir que cada 4000 h de trabajo del equipo debe efectuarse una reparación.

Para establecer el ciclo de reparaciones a equipos que se encuentran en funcionamiento es necesario tener en cuenta por donde comenzar, o sea, si se comienza por una revisión o si se comienza por una reparación mediana. Para tales casos puede seguirse la siguiente regla:



Tabla 1.1 Ciclo de reparaciones.

Para los equipos cuyo estado técnico sea:	Se comienza por:
100-90%	Revisión
90-75%	Reparación pequeña
75-50%	Reparación media
50-30%	Reparación general

1.5- Mantenimiento preventivo indirecto o Diagnóstico Técnico.

El mantenimiento por diagnóstico se basa en predecir la falla antes de que esta se produzca. Se trata de conseguir adelantarse a la falla o al momento en que el equipo o elemento deja de trabajar en sus condiciones óptimas. Para conseguir esto se utilizan herramientas y técnicas de monitores de parámetros físicos.

Este tipo de mantenimiento abarca todas las operaciones encaminadas a detectar desperfectos o fallos antes de la ocurrencia de averías o destrucciones innecesarias. Esto se logra mediante el establecimiento de un sistema basado en inspecciones programadas o un monitoreo permanente para controlar y analizar los síntomas que permiten hacer un cuadro técnico del equipo y arribar a la conclusión del instante óptimo para su reparación.

Estas inspecciones se efectúan sin tener que desarmar el equipo. El mismo se sustenta en un sistema que establece que parámetros se controlan para los distintos equipos, con que frecuencia y el estudio a realizar de los diferentes sistemas para llegar a un diagnóstico certero.

Ventajas

- ❖ La intervención en el equipo o cambio de un elemento.
- ❖ Nos obliga a dominar el proceso y a tener unos datos técnicos, que nos comprometerá con un método científico de trabajo riguroso y objetivo.
- ❖ Disminución de averías.
- ❖ Elevar la confiabilidad y seguridad de los equipos industriales.

- ❖ Disminución del consumo de piezas de repuesto.
- ❖ Evitar el desmontaje innecesario de agregados o partes de equipos disminuyendo el factor de error humano.
- ❖ Disminución de los gastos laborales en el mantenimiento y reparación de los equipos debido a la disminución de las reparaciones.
- ❖ Ahorro en tiempo en la realización de servicios técnicos y de hecho en el tiempo de estadía para estos fines, lo que implica una mayor explotación del equipo.
- ❖ Optimizar el ciclo de mantenimiento de los equipos.
- ❖ Alarga la vida útil de los elementos.



Fig.1.1 Cámara termográfica.

Desventajas

- ❖ La implantación de un sistema de este tipo requiere una inversión inicial importante, los equipos y los analizadores de vibraciones tienen un costo elevado. De la misma manera se debe destinar un personal a realizar la lectura periódica de datos.
- ❖ Se debe tener un personal que sea capaz de interpretar los datos que generan los equipos y tomar conclusiones en base a ellos, trabajo que requiere un conocimiento técnico elevado de la aplicación.

- ❖ Por todo ello la implantación de este sistema se justifica en máquinas o instalaciones donde los paros intempestivos ocasionan grandes pérdidas, donde las paradas innecesarias ocasionen grandes costos.

El mantenimiento predictivo (diagnóstico) se puede definir como una herramienta de planeación de mantenimiento usada para determinar la necesidad de acciones correctivas de mantenimiento. Algunas herramientas usadas en mantenimiento predictivo son: análisis de aceite, termografía, monitoreo de vibración, análisis de gas, parámetros del proceso, monitoreos ultrasónicos, inspecciones visuales y mediciones eléctricas.

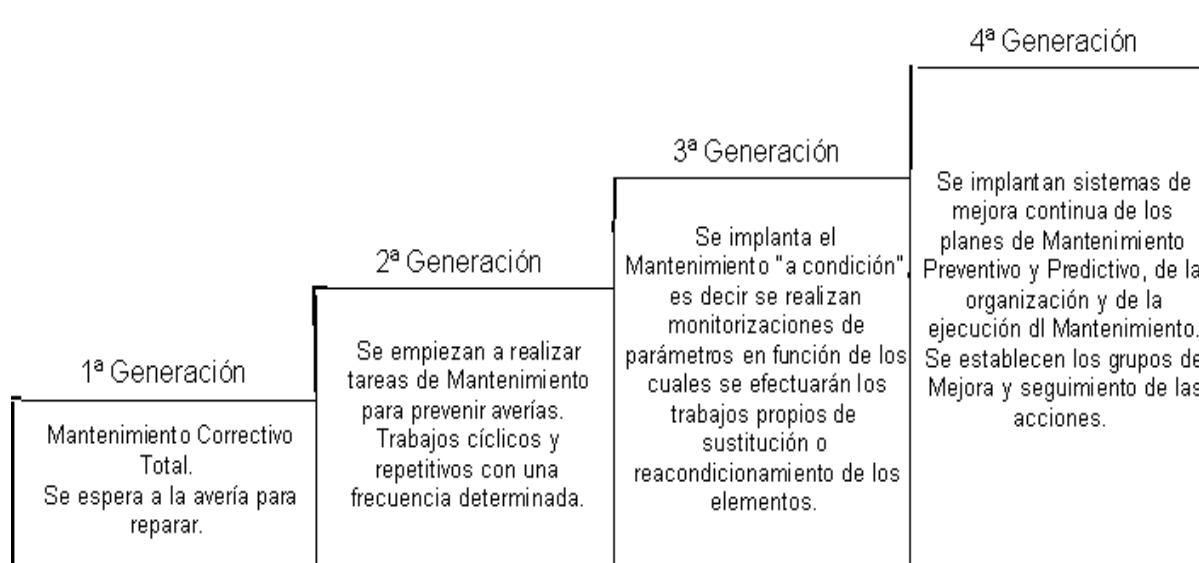


Fig. 1.2 Evolución del mantenimiento y la calidad.



1.6- Organización.

Un requisito fundamental para conseguir un mantenimiento organizado adecuadamente es disponer de un número suficiente pero no excesivo de operarios de cada oficio para hacer frente a la demanda máxima. Cuando la naturaleza de los trabajos implica su rápida realización, el traslado provisional de algunos operarios desde la producción a mantenimiento puede eliminar la necesidad de mantener un personal numeroso permanente.

Otro requisito fundamental del mantenimiento es la atención rápida y correcta al equipo cuando lo soliciten los operarios que trabajen con él, al mismo tiempo que un cuidado periódico para reducir al mínimo la necesidad de estas solicitudes. El que los trabajadores de mantenimiento se asignen a un grupo determinado de obreros, no significa que los operarios no tengan que saber sobre los equipos, sino que deben poner su interés en el objetivo común de obtener condiciones de funcionamiento perfectas y en informar rápidamente cuando sospechen algún defecto.

Sin embargo, ya que se hace responsable al departamento de mantenimiento, todos los trabajos deben hacerse bajo su dirección. En este caso, los operarios asignados a trabajos de mantenimiento deben responder de su labor ante el responsable de mantenimiento que se designe.

Algunos trabajos de mantenimiento tienen que realizarse mientras que las máquinas estén paradas y en la medida de lo posible, deben hacerse fuera de las horas de trabajo. Son ejemplo de estos trabajos el mantenimiento de las correas de transmisión, de transportadores y grúas, cambios de aceite, etc. Por lo cual a menudo es necesario que una parte del personal de mantenimiento trabaje con un horario especial, entrando por ejemplo, una hora antes que el resto del personal de la fábrica, de modo que puedan trabajar durante la hora del almuerzo mientras las máquinas están paradas. Este sistema exige planificar cuidadosamente los trabajos de mantenimiento.

Para coordinar bien los trabajos de mantenimiento es preferible planificar cada día lo que haya que ejecutaren el día siguiente. Se hace a veces la objeción de que los casos urgentes hacen que no sea factible este sistema; en realidad el hecho de que se presenten a menudo casos urgentes indica un mal sistema de mantenimiento o un



control defectuoso. Siempre ocurrirán casos de urgencia, pero pueden reducirse del 10% al 20% de la totalidad de las tareas. En el plan diario de trabajos muestra el punto donde se encuentra cada brigada y la labor que está realizando y esto hace que sea más fácil obtener ayuda en caso de urgencia con la menor perturbación posible.

Para elevar a grados superiores la organización del mantenimiento se requiere que todas las dependencias del MINBAS elaboren, actualicen y utilicen sistemáticamente los siguientes documentos:

- ❖ Funciones de todos los cargos de la estructura de mantenimiento, lo cual permite definir con claridad la responsabilidad de cada cargo y el nivel de autoridad de que está investido.
- ❖ Procedimientos que permitan poner en práctica las funciones atribuibles a cada cargo y las interrelaciones entre las distintas dependencias de la empresa.
- ❖ Instrucciones de operación de los equipos de mantenimiento.
- ❖ Reglamentos de reparación que establezcan las acciones de mantenimiento a ejecutar para cada tipo de reparación y cada tipo de equipo de acuerdo a las normativas técnicas establecidas.
- ❖ Registro y control de las actividades a ejecutar y ejecutadas con el objetivo de mantener actualizada toda la documentación técnica.

Entre los documentos imprescindibles para el registro y control de las actividades de mantenimiento y/o reparación a ejecutar se encuentran las siguientes acciones:

- ❖ Orden de trabajo: OT.
- ❖ Informes técnicos de las reparaciones e inspecciones.
- ❖ Informes de averías.
- ❖ Registro de los valores de las mediciones de parámetros hechas.
- ❖ Instrucciones de Seguridad e Higiene Industrial para cada puesto de trabajo.



1.7- Fabricación y recuperación de piezas de repuesto.

Disponer de los repuestos necesarios en el momento oportuno y al mejor costo es indispensable para un mantenimiento eficaz. La gestión de los repuestos comienza con la selección y normalización del equipo para limitar el volumen de repuestos que deban mantenerse en reserva. La gestión de las existencias, recepción, control de calidad, almacenamiento apropiado y localización de los repuestos que impone la designación, codificación administración correcta de las existencias; actividades que requieren información sobre los índices de consumo, plazos de entrega, máximos y mínimos de existencias, punto de aprovisionamiento, etc.

Nunca se insistirá demasiado en la importancia de fomentar el perfeccionamiento de los recursos humanos en todos estos aspectos. En la fabricación y/o recuperación de repuestos es necesario disponer de toda la información y documentación técnica en que se precisen las especificaciones detalladas de las piezas, los conocimientos técnicos necesarios, los instrumentos y materiales especiales, así como el apoyo técnico apropiado para la fabricación. Si bien la calidad de los repuestos fabricados con los medios de la entidad o en el país debe ser irreprochable, los precios a veces pueden ser superiores a los de las piezas importadas debido al bajo volumen de producción. Sin embargo, esto debe juzgarse según la disponibilidad de divisas, los largos plazos de entrega de las piezas importadas y la creación y mejoramiento de las capacidades de fabricación. Habría que prestar mayor atención a la recuperación de piezas desgastadas o rotas lo cual resulta más económico y sencillo que fabricar piezas nuevas. Los modernos métodos de soldadura, metalización relleno electrolítico y mecanizado han demostrado ser sumamente útiles y económicos en muchos países.

Estas áreas especializadas, llámense Buroes, Departamentos o Secciones deben ser las encargadas de la planificación, contratación, diseño, reproducción y conservación de todo lo relacionado con la fabricación y recuperación de las piezas de repuesto en sus aspectos técnicos. Una gran importancia tiene la capacitación del personal tanto para lograr un mayor aprovechamiento de las instalaciones y equipamiento con que se cuenta, así como para diseñar, dibujar y elabora toda la documentación técnica que se requiere para cargar adecuadamente los talleres y dar respuesta eficiente a las necesidades de fabricación y recuperación de piezas de repuestos.



1.8- La carpeta como forma de organización.

Para el correcto funcionamiento del mantenimiento existen los sobres o carpetas de los equipos, las cuales son individuales para cada equipo y en ellas se anotan todos los detalles de los trabajos de mantenimiento y reparación realizados en el equipo.

La función principal de la carpeta del equipo es poder saber en cualquier momento, todos los trabajos o cambios que se han realizado en el mismo. En la carpeta debe aparecer la estructura del ciclo de reparación del equipo, el tiempo de duración del ciclo, los tiempos entre operaciones y entre reparaciones, la planificación del mantenimiento del equipo, el control de horas trabajadas mensualmente por el equipo, la carta de lubricación y las indicaciones al respecto, etc. Todos estos datos van unidos a los documentos técnicos del equipo, para formar lo que pudiera llamarse "historial del equipo".

El control de las horas trabajadas por el equipo es necesario puesto que de esta manera es que se puede saber cuando le corresponde algún trabajo de mantenimiento a este. Si se establece el ciclo de reparaciones y se plantea que cada 2000 horas corresponde una reparación, es lógico que un control de las horas trabajadas por el equipo haga más fácil el control del mantenimiento. También esto facilita mucho los trabajos de control en las condiciones actuales de la industria, donde no es preciso el número de horas trabajadas en un turno, así como los turnos que se trabajan en el mes.

Cada vez que se efectúe un trabajo de mantenimiento a un equipo debe añadirse, a la carpeta, una tarjeta indicando o explicando todo el trabajo realizado, así como las piezas sustituidas y próximas a sustituir.

El plan de mantenimiento se prepara de manera global para todo el año indicando lo que hay que hacer por meses, en este plan figuran todas las máquinas e instalaciones, indicando el tipo de mantenimiento (reparación pequeña, revisión, reparación mediana y general) que corresponde en cada uno de los meses.

El tipo de mantenimiento y su fecha se determina en base a la planificación que se hace con antelación sobre el número de horas que ha de trabajar el equipo, en base a la estructura del ciclo y en base a la duración del ciclo, es decir, después de establecer la estructura del ciclo, el tiempo de duración del mismo en horas y cuantos



turnos trabajara el equipo; es que se pueden planificar los distintos trabajos de mantenimiento, así como su fecha.

Conclusiones

Aún cuando se usan todas las técnicas arriba descritas, el servicio de mantenimiento será todavía un arte a requerir creatividad. El objetivo es volver a poner el equipo en funcionamiento en las mismas condiciones originales. Sin embargo, uno raramente podrá repetir una técnica de soldadura dado que cada caso es diferente. Incluso en el mantenimiento preventivo, pero principalmente en el mantenimiento de urgencia, el tiempo de reparación es primordial. En general los materiales son caros y el tiempo de parada implica costos sumamente altos. Es necesario calma, prontitud y efectividad.



CAPITULO II. Materiales y Métodos.

Introducción.

La informática se ha introducido poco a poco en todas las esferas de la sociedad y la industria ha avanzado a gran velocidad en los últimos años, aplicando en sus sistemas productivos nuevas y sofisticadas tecnologías, así como nuevas organizaciones para reducir costos y mejorar la productividad y calidad.

En este capítulo se describe el mantenimiento preventivo que requiere el equipamiento energético, se da una explicación de cuales son las máquinas que se emplean en la Empresa Mecánica del Níquel como tal, las cuales son nuestros objetivos; para conocer sus parámetros, su ciclo y el tipo de reparación de cada uno. También se expone un sistema de planificación preventivo automatizado a través de reportes, los cuales se obtienen con el software Sistema de Gestión de Mantenimiento (SGestMan) y para ello actualizamos su base de datos.

2.1- Clasificación y estructura del servicio energético.

A fin de garantizar la ejecución de las actividades del servicio energético, este se clasifica de acuerdo con los volúmenes de trabajo necesarios para el mantenimiento de los equipos energéticos de cada empresa, que son atendidos por el Departamento Técnico de Mantenimiento de acuerdo con la laboriosidad necesaria para el cumplimiento del plan anual.

En el Departamento Técnico de Mantenimiento laborarán un número de planificadores que atenderán lo correspondiente a los equipos energéticos; pero cuando la cantidad de equipos energéticos implica una gran laboriosidad, para atender estos trabajos se crea en el Departamento Técnico de Mantenimiento una comisión, a fin de determinar cuantos grupos se organizarán para atender las distintas técnicas energéticas.



2.2- Generalidades del Sistema único de Mantenimiento Preventivo Planificado para los Equipos y Redes Energéticas (MPPE).

El sistema único de mantenimiento preventivo planificado para los equipos y redes energéticas (MPPE) es el conjunto de normativas y actividades que permitan dirigir, organizar, planificar, controlar, cuantificar, etc, el mantenimiento de los equipos y redes energéticas, con el mínimo de afectaciones técnico-económicas al servicio energético.

El MPPE está basado en el análisis estadístico del comportamiento de los equipos y redes energéticas, en lo que respecta a:

- ❖ Las interrupciones en el servicio, por mantenimiento planificado y por imprevistos.
- ❖ Las medidas tomadas para evitar y reparar las averías.
- ❖ Los consumos de materiales y piezas de repuestos empleadas, así como la cantidad de horas-hombres necesarias para la atención a los equipos y redes energéticas.
- ❖ Los tiempos de tiempo de pare para las reparaciones.
- ❖ Las actividades típicas a realizar para garantizar el buen funcionamiento de los equipos y redes energéticas.

Con la implantación consecuente de este sistema se logran entre otros los siguientes beneficios:

- ❖ Que los equipos y redes energéticas estén en condiciones de servir el mayor tiempo posible.
- ❖ Que el servicio técnico y las reparaciones se realicen mediante un plan preestablecido.
- ❖ Que la calidad del servicio técnico y las reparaciones garanticen el funcionamiento pre-establecido entre dos intervenciones de mantenimiento planificado consecutivamente.
- ❖ Lograr que los costos del servicio técnico y reparaciones sean reducidos paulatinamente, sin que por ello se vea afectada la calidad y la confiabilidad de las reparaciones.
- ❖ Garantizar que los equipos de reserva, fríos y calientes, estén en condiciones de funcionamiento en el momento que sea necesario.



2.3- Normativas que establece el MPPE

El MPPE establece una serie de normativas que nos darán las herramientas organizativas para planificar y normar la atención a los equipos y redes energéticas.

Las normativas son las siguientes:

- ❖ Ciclo de reparación.
- ❖ Estructura del ciclo de reparación.
- ❖ Laboriosidad de las intervenciones.
- ❖ Estadía de las reparaciones.
- ❖ Contenido de trabajo de las intervenciones.
- ❖ Reservas de equipos.
- ❖ Reservas de piezas de repuesto.
- ❖ Consumo de materiales fundamentales y complementarios.

A fin de tener una mayor comprensión de cada una de ellas, pasamos a describir y explicar como se emplean.

2.3.1- Ciclo de reparación.

El ciclo de reparación (T) es el período de tiempo que se establece entre la puesta en marcha y la primera reparación general y entre dos reparaciones generales consecutivas de un equipo o red energética.

El control de ciclo de reparación se puede realizar de dos formas: en base a las características de trabajo de cada equipo o red que sean: el tiempo calendario o las horas reales trabajadas. El control por tiempo calendario se usa por la dificultad de poder determinar exactamente el tiempo de trabajo real, ya que en algunos casos es imposible o antieconómico. Por regla general en el MPPE el control de ciclo de reparación se realiza en tiempo calendario. Para la determinación de un ciclo de reparación de un equipo o red energética el MPPE se basa en la teoría de envejecimiento de los equipos por el cual se establece el comportamiento estadístico de los diferentes tipos de equipos ante los diferentes tipos de explotación.

En la primera, etapa que comienza con la puesta en marcha de un equipo nuevo o reparado, existen una gran cantidad de fallos que pueden ser provocados por desajustes, piezas defectuosas o mal diseñadas, empleo incorrecto de materiales en la reparación o en montaje, errores del personal que ejecutó el montaje o reparación,



Actualización del software SGestMan para la planificación del mantenimiento preventivo en la EMNI.
etc; a lo cual se le llama "Enfermedad infantil de los equipos". La cantidad de fallos va disminuyendo hasta estabilizarse en un mínimo.



Fig. 2.1 Taza de fallas en el ciclo de vida de las piezas.

Debe destacarse que cuando aumenta la calidad del equipo nuevo o de la reparación realizada, la primera etapa se disminuye considerablemente.

En la segunda etapa, hay una cantidad de fallos uniformes durante un periodo más o menos prolongado, que caracteriza el trabajo normal de los equipos.

En la tercera etapa, la cantidad de fallos se va incrementando paulatinamente hasta que hace improductivo el trabajo del equipamiento o hasta que se detiene definitivamente. Es por ello, que antes de que esto suceda se procede a someter al equipo a una reparación que restablecerá los desgastes y desajustes que ha provocado el trabajo del mismo para dar comienzo a un nuevo ciclo. Debemos destacar que algunos equipos por su diseño y costo están concebidos para que trabajen por un tiempo mínimo sin fallos, sustituyéndose cuando ocurre el primero.

Los ciclos de reparación estarán influenciados además por una serie de factores técnico-económicos, los cuales son:

- ❖ Las incidencias en la producción de las paradas de los equipos y redes energéticas.
- ❖ La ocurrencia de fallas que puedan ocasionar accidentes.
- ❖ La posibilidad de tener equipos de reserva, frío o caliente, y el tiempo en que estos pueden ser puestos en funcionamiento.



- ❖ La posibilidad de utilizar equipos tecnológicos que se abastezcan de otras fuentes energéticas instaladas.
- ❖ La posibilidad de utilizar suministros energéticos de otras empresas vecinas.

Las normas de duración del ciclo de reparación y de los periodos entre reparaciones, están modificadas por el coeficiente que depende de de la utilización por la siguiente fórmula:

$$Kp = \frac{(16 \text{ horas}) * (\text{cantidad de días que dure el periodo de análisis})}{\text{cantidad de horas reales trabajadas durante el periodo de análisis}}$$

El período a tomar para la determinación de Kp depende de los regímenes de trabajo del equipo, ya que si este tiene un origen estable de trabajo durante cualquier período, bastará poco tiempo de análisis. Por ejemplo, el motor de un extractor que trabaje ininterrumpidamente durante todos los turnos de trabajo en una instalación; en cambio si el régimen es inestable, como por ejemplo; una bomba de agua que trabaje de acuerdo al consumo social; habrá que tomar un período más prolongado. Además en estos equipos de trabajo inestable, debe tomarse un tiempo que abarque un período productivo, por ejemplo; de un mes normal de producción hay que tener en cuenta los periodos de poca y gran demanda.

También hay que considerar como horas reales de trabajo aquellas en que el equipo esté trabajando aunque sea en vacío.

Este coeficiente de corrección Kp no se contempla en la determinación de la duración del ciclo de reparación y de los períodos entre reparaciones de los hornos eléctricos, en todo tipo de red energética.

Las magnitudes que se obtienen de ciclo de reparación y del período entre reparaciones se redondean hasta magnitudes completas (años o meses). Por esta razón es necesario redondear de tal forma que la duración del ciclo de reparaciones sea múltiplo de la duración del período entre reparaciones.

El MPPE establece para cada tipo de equipo que contempla, un ciclo teórico de reparación, que en algunos casos está afectado por coeficientes que lo modifican en base a las características técnicas y de explotación de los mismos.



2.3.2- Estructura del ciclo de reparación.

La estructura del ciclo de reparación es la distribución de las intervenciones a lo largo del mismo. De igual forma que en el "Sistema Único de Mantenimiento Preventivo Planificado" para máquinas herramientas de arranque de virutas, conformación de metales, elaboración de madera, equipos de fundición, izaje y transportación (MPP), el MPPE está compuesto por un conjunto de actividades para el mantenimiento técnico de los equipos y redes energéticas. Estas actividades se dividen en tres grandes grupos:

- A. Servicios técnicos del MPPE.
- B. Reparación Corriente del MPPE.
- C. Reparaciones planificadas del MPPE.

A. Servicios técnicos del MPPE.

Son todos aquellos trabajos que se realicen a los equipos y redes energéticas entre dos reparaciones programadas. Estos trabajos podrán ser planificados o no, en dependencia del tipo de equipo, de la importancia del mismo para la producción y de las condiciones de explotación.

El servicio técnico a los equipos y redes energéticas incluye:

1. La revisión periódica y en cada turno de los equipos y redes energéticas.
2. La limpieza constante de los equipos, redes y los locales donde se encuentran instalados.
3. Conservación de los equipos y redes de reserva.
4. Lubricación de los equipos que la necesiten.
5. Cambio o restablecimiento de piezas y elementos de fácil acceso que han perdido su capacidad de trabajo.
6. Regulación de los mecanismos e instrumentos.
7. Mediciones de los parámetros de trabajo y su restablecimiento.
8. Otros trabajos establecidos por las disposiciones estatales y por las recomendaciones de los fabricantes.

Debe destacarse que es muy difícil prever todo el volumen de trabajo para la ejecución del servicio técnico, por lo que será necesario la observación constante



sobre los equipos y redes, a fin de detectar lo más rápido posible todo tipo de imperfecciones, desajustes y averías. De ahí que algunos servicios sean planificados y otros no.

B. Reparación Corriente del MPPE.

Es el tipo de reparación planificada durante la cual se realiza el desarme parcial del equipo, cambio o restablecimiento de las piezas desgastadas o fuera de parámetros, reparación general de algunos conjuntos, control, mediante documentación establecida de toda la información que arroje la reparación.

C. Reparaciones planificadas del MPPE.

Son los trabajos de mantenimiento que se le hacen a los equipos y redes energéticas con el fin de restablecerles sus parámetros tecnológicos perdidos durante la explotación de los mismos.

Las reparaciones planificadas forman parte de la estructura de los ciclos y se hacen de acuerdo a una periodicidad pre-establecida en base a tiempo calendario u horas trabajadas.

Para lograr un trabajo eficiente en las reparaciones es fundamental que los servicios técnicos programados se hayan cumplido con calidad, ya que estos trabajos serán los que permitan preparar las reparaciones para que se cumplan de acuerdo a lo planificado y con la calidad necesaria, permitiendo con esto una recuperación total de los parámetros y capacidades de los equipos y redes energéticas perdidos durante el tiempo de explotación.

2.3.3- Estadía de las reparaciones (E).

Es el tiempo que transcurre desde que el equipo se recibe para la reparación, hasta que se entrega listo para el funcionamiento. Para determinarlo se utiliza la siguiente fórmula:

$$E = Et + Td + tt + Tp + te + tm \quad (1)$$

Donde:

Et: estadía teórica calculada por la fórmula (2).



Td: tiempo de desmontaje del equipo en su base o fundamento. En el caso de que para repararlo no se desmonte Td = 0.

tt: tiempo de traslado del equipo del lugar donde esta montado al taller de reparaciones. En el caso de que la reparación del equipo se haga en su propia base tt= 0.

Tp: tiempo de prueba de control que se hace al equipo, según el tipo de intervención.

Tm: tiempo medio de la reparación.

te: tiempo de espera por falta de transporte o en espera del comienzo de la reparación. Este tiempo tomara valor solo de existir grandes problemas organizativos en el servicio energético.

Estadía teórica (Et): es el tiempo normado en que se realiza un tipo de reparación, expresado en horas o en días.

En dependencia del grado de prioridad y complejidad de los equipos y redes energéticas, los trabajos de reparaciones pueden planificarse en base a uno, dos o tres turnos de trabajo de las brigadas de mantenimiento.

En los casos en que las condiciones de cada Empresa varían, la estadía teórica debe calcularse por la fórmula (2).

$$Et = \frac{L * K}{J * Ct * Co} \quad (2)$$

Donde:

Et: Estadía teórica calculada, expresada en días.

L: Sumatoria de las laboriosidades necesarias para realizar la reparación.

K: Coeficiente de corrección de la productividad del trabajo cuando la brigada trabaja mas de un turno.

K= 1,0 Para un turno.

K= 1,25 Para dos turnos.

K= 1,35 Para tres turnos.

J: Duración de un turno de trabajo en horas.

Ct: Cantidad de turnos por días empleados en la reparación.

Co: Cantidad de operarios que realizan la reparación.



2.3.4- Contenido de trabajo de las intervenciones.

Es la descripción de todos los trabajos a realizar en una intervención determinada. A partir de la especificación de las tareas desde el punto de vista general es posible diferenciar claramente un tipo de intervención de otra, por su volumen y contenido.

Los contenidos de trabajo no constituyen una tecnología de reparación y solo pueden considerarse una guía para conocer, en cada equipo, red energética o grupo de ellas, cuales son las cuestiones fundamentales que deben acometerse.

El MPPE establece para cada tipo de equipo que contempla, un contenido de trabajo para cada una de las intervenciones.

2.3.5- Reserva de equipos.

Las normas de la reserva de equipos establecen las cantidades mínimas de los mismos que deben poseer las empresas, de modo que puedan sustituir a los equipos que salen de servicio por reparación o por averías imprevista, a fin de garantizar el servicio energético.

Estas cantidades se establecen en base a los equipos de un mismo tipo que se encuentran en explotación; esto infiere en que mientras mayor diversidad de equipos posee una empresa, mayor cantidad de recursos técnicos-financieros se tendrán inmovilizados en los almacenes, por lo que cada empresa debe unificar lo más posible su parque.

2.3.6- Consumo de materiales fundamentales complementarios.

Estas normas establecen las cantidades mínimas de materiales que deben solicitarse para garantizar las intervenciones en cada tipo de equipo y redes durante un año de explotación a dos turnos.

Estas normas se establecen en base a las laboriosidades necesarias para las intervenciones a realizar en los equipos y a las condiciones técnico-constructivas de los mismos. Teniendo en cuenta que la explotación de los equipos disminuye, las solicitudes deben disminuirse consecuentemente.

Por lo expuesto en reserva de equipos, la Empresa debe uniformar lo más posible los equipos, a fin de disminuir la cantidad total de materiales necesarios.



2.4- Actividades a desarrollar por el MPPE.

Con el fin de garantizar el servicio energético en las empresas, el MPPE establece una serie de actividades que deben ser ejecutadas por la Dirección del Servicio Energético y por los obreros pertenecientes al mismo.

Estas actividades son las siguientes:

1. La clasificación de los equipos y redes energéticas es el ordenamiento que se hace de los mismos a fin de establecer las normativas que rigen su explotación y mantenimiento.
2. Dada la gran variedad de los equipos y redes energéticas que abarca el MPPE es de suma importancia que la dirección de servicio energético establezca un censo de los equipos y redes energéticas bajo su jurisdicción, tanto los instalados como los que están sin instalar.

2.4.1- Plan de MPPE.

Llamamos plan de MPPE al documento que contiene todos y cada uno de los equipos y redes energéticas que posee la empresa, en el cual aparecen reflejados los tipos de intervenciones y el momento en que se ejecutaran.

El fundamental para la Empresa es el plan anual, del cual se extraen los planes mensuales. Estos planes son elaborados con anterioridad al período que abarcan y una vez que comienza el período que comprende se van indicando los realmente ejecutados, tanto lo concerniente al cumplimiento de lo planificado como las intervenciones imprevistas, el momento en que este se ejecuta y los tiempos que van acumulando los equipos, tanto si se controla por meses calendario como por horas trabajadas.

Como el plan de MPPE está vinculado con el plan de producción o de servicios sus actividades se encuentran subordinadas a un presupuesto, por lo tanto formarán parte del plan técnico-económico de la Empresa y estará sujeta su elaboración y cumplimiento a las normas que rige el mismo. Lo anterior explica que la elaboración del plan de MPPE debe realizarse en forma rigurosa, velando por el mínimo de interrupciones a la producción y el mínimo de gastos en recursos materiales y humanos.



Tabla 2.1. Indicador para el cálculo de cantidad hombres necesario para el servicio técnico no planificado.

Condiciones de trabajo	Indicador en horas
Normales en locales limpios, secos, etc.	2700
Donde exista un ambiente de mucha temperatura.	1950
Donde exista un ambiente nocivo (elaboración de madera, hierro fundido, etc).	1800
Para las partes que se encuentran en equipos de izaje que trabajan en un régimen ligero y mediano.	1950
Para los aparatos que se encuentran en equipos de izaje que trabajan en un régimen pesado y muy pesado	1500

La cantidad total de obreros del departamento energético (Ct) que además de cumplir los trabajos de MPPE y servicios técnicos también atiende los trabajos de montaje y la fabricación de equipos no normalizados.

Se determina por la formula:

$$Ct = Cr + Co + Cm + Cf + Ca + Cn$$

Donde:

Cr: cantidad de personal necesario para cumplir el plan de MPPE y servicio técnico planificado.

Co: cantidad de operarios de equipos energéticos.

Cm: cantidad de personal de montaje.

Cn: cantidad de personal necesario para atender los servicios técnicos no planificados.

Cf: cantidad de personal para la fabricación de equipos formalizados.

Ca: cantidad de personal de apoyo (ayudantes).



2.5- Equipos del MPPE necesarios para la base de datos.

Máquinas eléctricas rotatorias.

Las máquinas eléctricas son dispositivos capaces de convertir la energía eléctrica en energía de otro tipo y viceversa. Se denominan rotatorias las máquinas que para su funcionamiento necesitan que gire una de sus partes.

- ❖ Motores eléctricos.
- ❖ Generadores.
- ❖ Convertidores rotatorios.
- ❖ Amplificadores rotatorios.

Todos ellos con potencia de hasta 630 kW, tensión hasta 10 kV, velocidad 3600 rpm (velocidad sincrónica 60 ciclos) de corriente alterna y directa. Cantidad: 560 equipos.

Transformadores y convertidores de fuerza.

Transformadores: son máquinas eléctricas estáticas capaces de transformar la corriente eléctrica alterna en otra de la misma frecuencia, pero de tensión diferente.

Cantidad: 18 equipos en aceite y 400 de distribución (secos).

Convertidores: son equipos eléctricos capaces de convertir la corriente alterna en directa o viceversa. Los convertidores de los que hablamos son los formados por transformadores-rectificadores. Cantidad: 4 equipos.

Rectificadores: son equipos eléctricos que convierten la corriente alterna en corriente unidireccional, debido a una propiedad de los mismos que hace que la corriente no pueda circular más que en una sola dirección. Cantidad: 10 equipos.

- ❖ Transformadores de potencia de tensión hasta 10 kV y potencia hasta 6300 kW.
- ❖ Autotransformadores de fuerza.
- ❖ Reactores que limitan la corriente hasta 400 A.
- ❖ Transformadores de corriente y tensión.
- ❖ Convertidores de mercurio.
- ❖ Convertidores para la alimentación de baños galvánicos.



Aparatos eléctricos de bajo voltaje.

Los aparatos eléctricos de bajo voltaje son mecanismos expresamente diseñados para controlar, regular y conectar la energía eléctrica hasta una tensión de 1000 V.

- ❖ Interruptores de cuchilla, de paquete, automáticos (breaker).
- ❖ Arrancadores magnéticos.
- ❖ Estaciones de botones.
- ❖ Reóstatos.
- ❖ Reles de control y de protección.
- ❖ Pizarras de fuerza y de alumbrado.
- ❖ Transformadores de alumbrado y control.
- ❖ Estabilizadores de voltaje.

Instalaciones de condensadores.

Condensador o capacitor es un equipo capaz de almacenar energía electrostática debida al efecto del aislante o dieléctrico entre dos elementos conductores sometidos a un voltaje.

- ❖ Estos condensadores son los más utilizados para mejorar el factor de potencia, que trabajan a una tensión desde 220 V hasta 10 kV, a la frecuencia de 50 o 60 ciclos con potencia reactiva hasta 1000 kVAr, estos generalmente se encuentran instalados en subestaciones, pizarras de fuerza o distribución de talleres, pizarras de equipos que poseen motores de gran tamaño y los condensadores de la misma tensión que los anteriores pero con gran frecuencia de hasta 8000 ciclos y potencia de hasta 300 kVAr, que se utilizan en instalaciones de tratamiento térmico.

Batería de acumuladores.

Se denomina acumuladores o celda a una fuente electroquímica de corriente que posee la propiedad de acumular, mantener y suministrar energía eléctrica. Se denomina batería a la conexión de dos o más acumuladores con el objetivo de aumentar la tensión, la capacidad o ambas.



Equipos de soldar eléctricos.

Son máquinas electrónicas especialmente diseñadas para soldar.

Cantidad: 26 equipos.

- ❖ Generadores de corriente directa para soldar.
- ❖ Transformadores y rectificadores para soldadura.
- ❖ Equipos automáticos y semi-automáticos de soldadura eléctrica por arco sumergido y por protección gaseosa.
- ❖ Equipos de soldar por contacto.

Redes eléctricas.

Son instaladores que se utilizan para transportar la energía eléctrica.

- ❖ Líneas soterradas interiores y exteriores con tensión hasta 10 kV.
- ❖ Circuitos eléctricos de fuerza en interiores de talleres.
- ❖ Circuito de iluminación.
- ❖ Circuito secundario.
- ❖ Circuito eléctrico de fuerza por barra, de todo tipo.
- ❖ Circuito de puesta a tierra.

Equipos electrotérmicos.

Son equipos eléctricos especialmente diseñados para producir alta temperatura.

- ❖ Hornos eléctricos de resistencia, de acción periódica, de acción continua al vacío y de fusión. Cantidad: 10 equipos.
- ❖ Hornos inductivos de fusión. Cantidad: 1 equipo.
- ❖ Hornos por arcos eléctricos.
- ❖ Instalaciones inductivas de alta y baja frecuencia. Cantidad: 4 equipos.
- ❖ Baños de aceite con calentamiento eléctrico y hornos especiales. Cantidad: 2

Bombas.

Equipos capaces de suministrar energía potencial y cinética a los líquidos y semisólidos. Cantidad: 20 equipos.

- ❖ Bombas centrífugas de pistón o émbolo, de engranes de aguas albañales o de arenas.



Equipos de ventilación.

La ventilación puede ser definida como la circulación adecuada de aire que presupone factores como: renovación del aire, eliminación de calor, vapor, gases tóxicos y olores.

Todo sistema de ventilación requiere casi sin excepción el empleo de ventiladores para la circulación del aire, que pueda ser centrífugo o auxiliares y en ocasiones le son adicionados conductos de distintos tipos para llevar o extraer el flujo de aire hacia o desde un punto determinado; equipos de reselectión, purificación, etc.

- ❖ Ventiladores centrífugas de bajas presiones (1,1 -1,5 atm).
- ❖ Ventiladores centrífugas de medias presiones (1,1-3,5 atm).
- ❖ Ventiladores centrífugas de altas presiones o tubos compresores (4-10 atm).
- ❖ Ventiladores para extracción de polvos.
- ❖ Ventiladores axiales.
- ❖ Ventiladores agregados de acondicionadores de aire.
- ❖ Agregados de los sistemas de ventilación.

Compresores, bombas de vacío y equipos de refrigeración.

Los compresores son maquinas energéticas cuya función es la de aumentar la presión de gases por compresión. Los sopladores son compresores para bajas presiones de descarga.

- ❖ Compresores de piñones y rotatorios. Cantidad: 5 equipos.
- ❖ Turbo compresores y sopladores.
- ❖ Compresores para refrigeración por amoniaco y freon. Cantidad:350 equipos.
- ❖ Bombas de vacío. Cantidad: 6 equipos.

Equipos termoeléctricos.

Los equipos termoeléctricos son aquellos que utilizan la energía térmica para prestar un servicio como: la producción de vapor de agua, calentar aire, agua u otros líquidos o gases.



2.6- El mantenimiento y la informática.

Es un hecho que la informática ha inundado todas las actividades de la industria en mayor o menor grado. Existen, sin embargo, áreas en las que su aplicación fue más rápida en un principio, como son las relacionadas con los procesos productivos y la programación de la aplicación. En el campo de la gestión, el empleo del ordenador se ha efectuado de forma más lenta. Si nos ceñimos al área del Mantenimiento Industrial, el desarrollo de la mecanización de su gestión está en pleno auge.

La informática contribuye a la gestión del mantenimiento con nuevos aportes para:

- ❖ Mejorar la programación de las tareas.
- ❖ Mejorar la planificación del mantenimiento preventivo.
- ❖ Actualizar y reservar automáticamente las existencias de piezas de recambio.
- ❖ Ayuda al diagnóstico de fallos y a la predicción.
- ❖ Facilita la presentación inmediata de la situación de costos y tiempos de intervención y de parada del proceso productivo, contribuyendo a un control continuo de las desviaciones.
- ❖ A través de indicadores de seguimiento, posibilita la comparación de costos y de la gestión global del mantenimiento entre diferentes talleres de una empresa y entre diferentes plantas.

Para que el mantenimiento fluya de acuerdo con la informática se llevan a cabo una serie de funciones que se pueden agrupar en cuatro grandes grupos:

- ❖ Funciones de captación y recolección de datos: recoge la información externa (o del entorno) e interna.
- ❖ Almacenamiento de la información: una vez filtrada la información relevante, ésta se almacenará, puede ser en un lugar único (archivo central, sistema informático), accesible a todos los usuarios.
- ❖ Tratamiento de la información: se utilizan medios informáticos por su capacidad de almacenar y velocidad en el tratamiento, así como la reducción de costes que representan.
- ❖ Distribución de la información: es muy importante para la empresa que cada usuario posea la información requerida en el momento preciso.

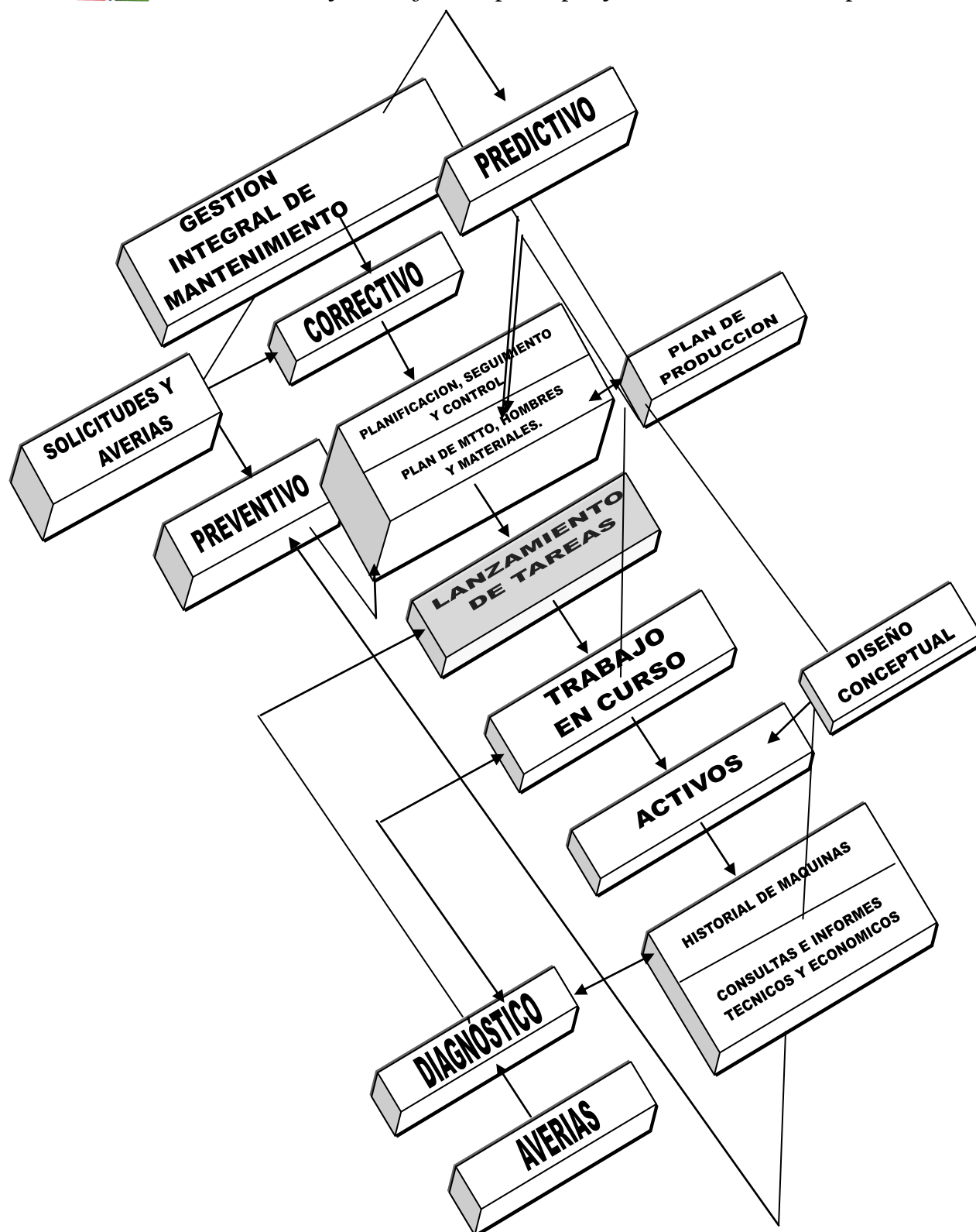


Fig. 2.2 La interacción de las actividades de mantenimiento desde una perspectiva global.

Plan general de mantenimiento y requerimientos del sistema.

Un adecuado sistema de información para mantenimiento admite varios niveles de informatización (Figura 2.2) y debe tener las siguientes características, clasificadas por módulos, para hacer de este un paquete fácil de operar.

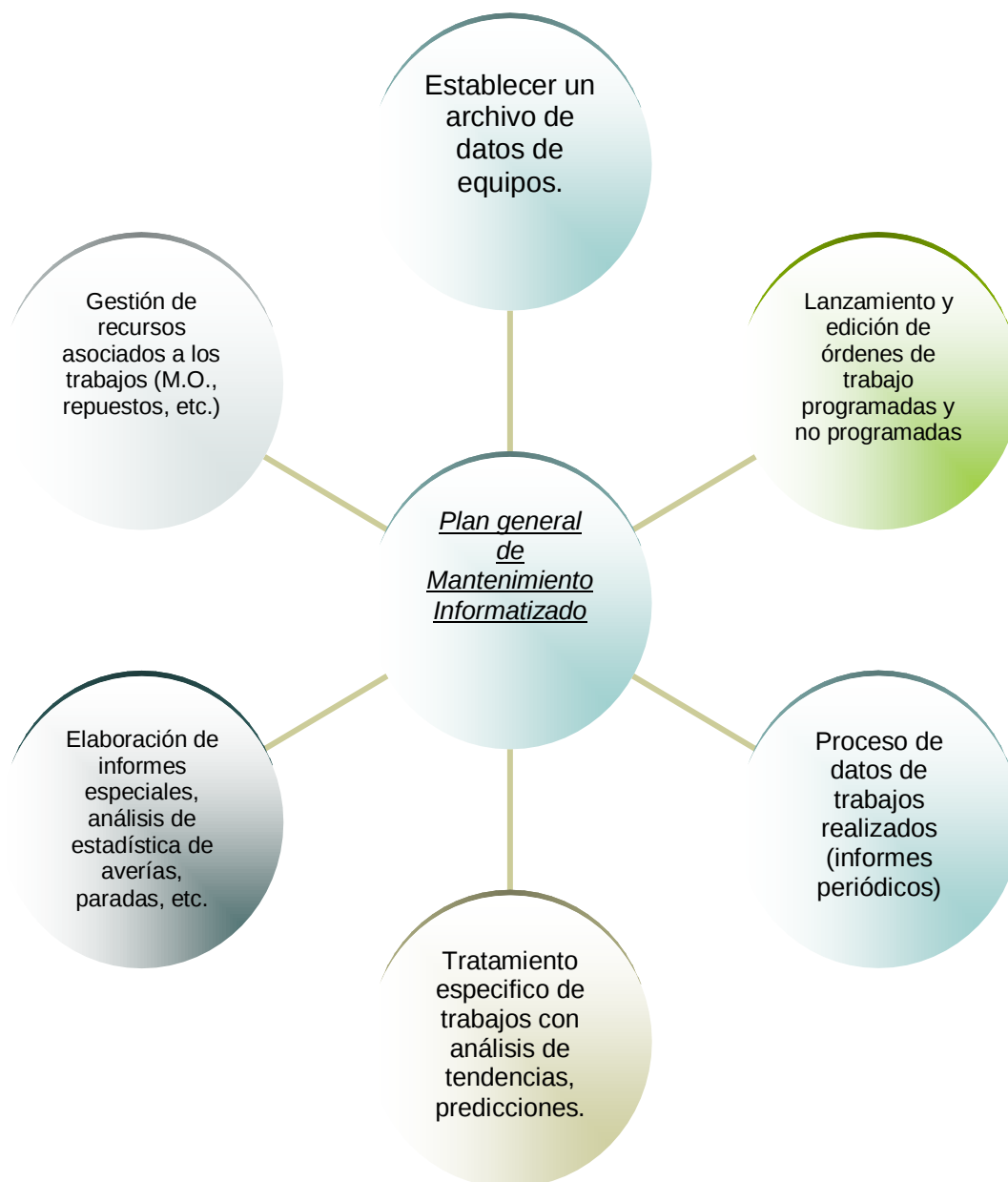


Fig. 2.3 Niveles de Informatización del Mantenimiento.



2.7- Descripción del software Sistema de Gestión de Mantenimiento.

SGestMan

Sistema de Gestión de Mantenimiento (SGestMan) es un sistema informático para la organización y control de la actividad de mantenimiento en cualquier organización empresarial, tanto para instalaciones de bienes de producción, como de servicios.

Su estructura informática basada en una base de datos con filosofía CLIENTE / SERVIDOR, garantiza una óptima funcionalidad, en redes informáticas y un adecuado almacenamiento y uso de la información que en ella se registra.

SGestMan esta integrado por módulos, que se encuentran relacionados entre sí, permitiendo una adecuada distribución de la información con que debe contar cualquier organización de mantenimiento.

A continuación se detallan de manera general las posibilidades de los módulos que integran el sistema:

PREVENTIVO: Módulo concebido para establecer toda la estrategia de mantenimiento preventivo dentro de la instalación. Se incluyen la proyección, programación y planificación de los trabajos preventivos a desarrollar, tanto por ejecutores internos, como contratados. Simulación y generación de planes de mantenimiento, inspecciones periódicas, rutas de inspección y lubricación

PATRIMONIO: Registro de la información técnica y económica, que forma parte del patrimonio de una instalación empresarial. El módulo propone una flexible metodología de organización de la información, que permite a los usuarios del sistema, contar con un alto nivel de detalles de todo su patrimonio.

RECURSOS HUMANOS: Garantiza la definición e introducción de los recursos humanos dentro de la organización empresarial, que realizan funciones de mantenimiento para poder conocer la distribución de los mismos en funciones de mantenimientos, así como los tiempos y costos de los trabajos realizados por los empleados.



ORDENES DE SERVICIO: Permite llevar todo el proceso de generación y seguimiento de las órdenes de servicio, tanto para acciones correctivas, como preventivas. El módulo está previsto para la generación de solicitudes de órdenes de servicio, por partes de clientes de mantenimiento, así como todo el registro de todos los cargos técnicos y económicos a incluir en las órdenes. Registro de consumo de materiales, mano de obra, defectos, causas, acciones, mediciones y lubricación caracterizan las posibilidades de este módulo.

CONTRATOS: Módulo que garantiza llevar todo el control de los servicios que se realizan por empresas prestadoras de servicios, en materia de mantenimiento. Conceptos básicos como contratos y tercerización son perfectamente aplicables en este módulo. El registro de órdenes de contratos, permite establecer un adecuado nivel de detalle para conocer este importante elemento de costo de la actividad de mantenimiento.

INFORMATIVO: Reportes de salidas con la información manejada en los módulos del sistema.

Análisis y evaluación de indicadores de mantenimiento, a partir del uso de herramientas estadísticas, utilización de salidas gráficas.

ADMINISTRACIÓN Y SEGURIDAD: Garantiza la operación segura del sistema en una red informática. Control de usuarios y permisos de accesos a módulos y opciones, permite contar con una adecuada compartimentación de la información a manejar dentro del sistema informático.

2.7.1- MODULO PREVENTIVO.

Generalidades:

El Módulo de mantenimiento preventivo del Sistema de Gestión de Mantenimiento, SGestMan, está previsto para preparar toda la estrategia de proyección, programación y planificación de acciones de mantenimiento preventivo, dirigido a garantizar el óptimo desempeño del equipamiento, la máxima disponibilidad, y la reducción de costos por concepto de reparaciones y mantenimientos no previstos.



El módulo propone un grupo de conceptos y definiciones que permiten una amplia gama de posibilidades a la hora de organizar la información preventiva en el sistema.

A continuación detallaremos cada uno de ellos:

Proyección: Permite la preparación organizada de una estrategia de mantenimiento preventivo, atendiendo al nivel de incidencia e importancia de los objetos del Patrimonio. En ellas se definirán frecuencias de intervención, con el objetivo de poder incluirlas en procesos de programación y planificación.

Trabajos: Grupo de acciones que el ejecutor de mantenimiento hace para solucionar (en el caso del mantenimiento correctivo) o evitar (en el caso del mantenimiento preventivo) la falla; de este modo garantiza la disponibilidad del equipamiento. A estos trabajos se le definen un grupo cargos previstos, técnicos y económicos, que permiten prevenir consumos y tener toda la información técnica necesaria para evitar imprevistos en su ejecución.

En la figura 2.4 presentamos un esquema que ilustra como se relacionan los dos conceptos anteriores y los cargos previstos posibles a incluir.

Precedencia: Define la relación (serie o paralelo) existente entre los trabajos de una proyección o entre las proyecciones incluidas dentro de otra; o sea, la relación define aquellos trabajos o proyecciones que pueden o no ser ejecutados en paralelo.

Inclusión: Define cuando una proyección contiene a otra. Eso permite que el sistema optimice los trabajos a generar teniendo en cuenta esta relación.

Carga: Total de tiempo (horas) asignados a los trabajos proyectados. Estas horas son asignadas por oficios.

Capacidad: Total de tiempo (horas) que tienen asignados a los empleados en función de la jornada de trabajo que tienen definida.

Ruta de Inspección: Conjuntos de parámetros a medir en los diferentes nodos del patrimonio, y en el cual se encuentran ubicados los objetos. Debe de realizarse un detallado estudio de ubicación para colocar los puntos a medir en cada nodo, de forma tal que se optimice el tiempo de la inspección.

Programación: Permite realizar un programa de mantenimiento preventivo, a un conjunto de grupos de objetos, y proyecciones que son definidos por el usuario del sistema. El sistema generará un programa de mantenimiento teniendo en cuenta la carga y capacidad de los recursos humanos definidos a los trabajos proyectados.

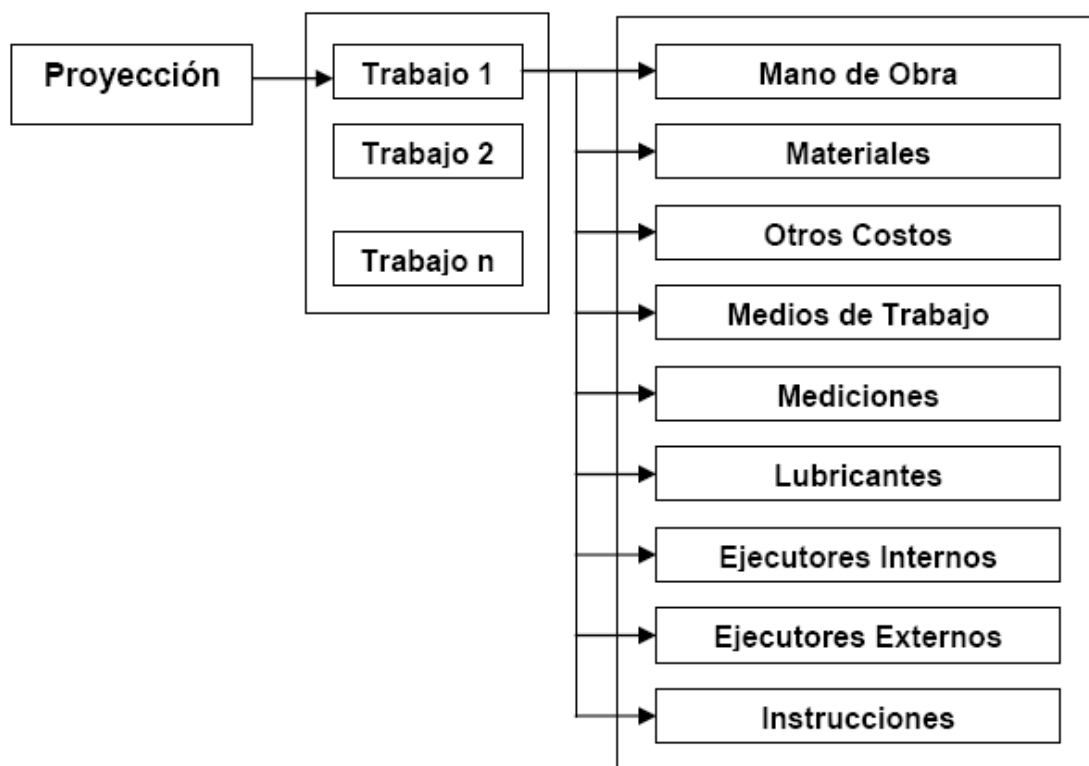


Fig. 2.4 Esquema que ilustra la relación proyección y trabajos.



Proyección de Mantenimiento:

En esta opción se realiza toda la proyección del mantenimiento preventivo de los objetos del Patrimonio. Es importante señalar que las proyecciones de mantenimiento son asignadas a los diferentes grupos de objetos del Patrimonio, lo cual garantiza una acertada organización y agrupación de la información preventiva.

Las proyecciones pueden realizarse de dos formas:

1. Definiendo una proyección, y asignando todos los trabajos y cargos previstos. Y después asociarla la misma a los grupos de objetos. (**Opciones-Proyecciones, Mantenimiento-Por Proyección**).
2. Seleccionando los grupos de objetos, que van a estar asociados a la proyección que se define. (**Opciones-Proyecciones Mantenimiento-Por Grupos de Objetos**)

Es importante destacar, que la utilización de la segunda (2) variante, implica haber definido ya las Proyección, o sea utilizando la primera (1) forma.

Incluir Proyección.

Para acceder a ésta opción solo deberá ir al menú del módulo **Opciones-Proyecciones, Mantenimiento-Por Proyección.**, con lo cual aparecerá la siguiente pantalla:

Proyecciones de Mantenimiento	Frec	UM
Insp y Mtto prev a Bomba de recirculación	900,00	Horas Trabajadas
Insp y Mtto prev Cizalla tijeras de manivela 32mm	275,00	Horas Trabajadas
Insp y Mtto prev Cizalla tijrs de manivela 16x3150	850,00	Horas Trabajadas
Insp y Mtto prev del Cilindro de 3 masas	750,00	Horas Trabajadas
Insp y Mtto prev Electroamoladoras	950,00	Horas Trabajadas
Insp y Mtto prev Interruptor Electrón	6,00	Meses Calendario
Insp y Mtto prev Interruptores de aceite	6,00	Meses Calendario

Fig. 2.5 Proyección de Mantenimiento



2.7.2- Planes de Mantenimiento.

Permite realizar el proceso de planificación de mantenimiento preventivo, a un conjunto de grupos de objetos, y proyecciones, siendo las mismas, definidas por el usuario del sistema o de forma automática. El sistema genera un programa de mantenimiento teniendo en cuenta la carga y capacidad de los recursos humanos definidos a los trabajos proyectados.

En la ventana aparecen cuatro pestañas, las cuales permiten configurar los Planes y/o Programas. El objetivo de cada una de ellas es:

- ❖ **Programas:** Permiten definir el programa a realizar, las proyecciones y grupos de objetos que serán incluidos cuando la planificación no es automática. En el caso automático no será necesario incluir las proyecciones o grupos de objetos.
- ❖ **Objetos:** Permite asignar los objetos de los grupos que participaran en el programa para el caso que la programación automática este proceso no será necesario.
- ❖ **Plan de Mantenimiento** Después de realizar el programa, aparecerá de forma automática el programa realizado por el sistema, dando la posibilidad de modificar el mismo.
- ❖ **Órdenes de Servicio:** Aparecerán las órdenes de servicio generadas en el plan de mantenimiento generado.

Es importante conocer que el sistema propone la realización de dos tipos de planificaciones:

- ❖ **Planificación Automática:** El sistema de forma automática, teniendo en cuenta las proyecciones, sus frecuencias, la última fecha de ejecución de los trabajos, así como los recursos incluidos de mano de obra y materiales, realizará un plan de mantenimiento.
- ❖ **Planificación no Automática:** Los usuarios deberán incluir en el programa las proyecciones, grupos de objetos y objetos que desea incluir en el plan.



A forma de selección el método de planificación es realizado en el cuadro Programa Automático, que se muestra en la parte superior de la pantalla. Al seleccionar realizar un programa automático, desaparecerá la información de la proyección y los grupos de objetos.

Para que el sistema realice la programación deberán colocarse en la pestaña **Programas**, y apretar el botón **Programar**. A partir de este momento el sistema comenzará a realizar el proceso de programación, teniendo en cuenta la duración atribuida a los trabajos incluidos en las proyecciones, y la capacidad de los oficios (fondo de tiempo). Al terminar la programación podrá acceder a la pestaña **Plan de Mantenimiento**, para poder verificar el programa realizado por el sistema. La Figura 2.6 muestra la referida pantalla:

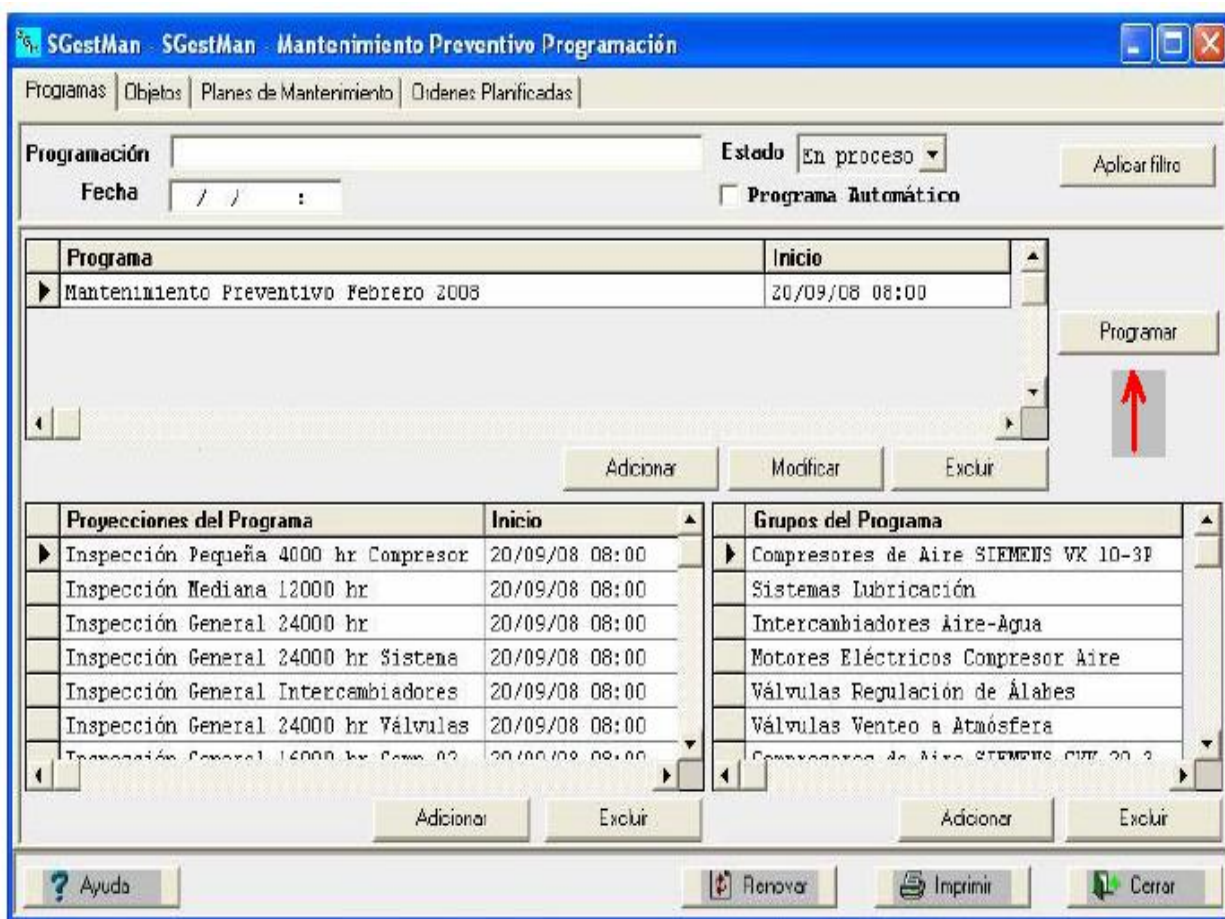


Fig. 2.6 Planificación de Mantenimiento.



2.8- Informes asociados al Módulo Preventivo

El programa nos permite elaborar un plan de mantenimiento con las correspondientes órdenes de servicio a partir de los tipos de equipos que existen en la empresa. En el Módulo de Informes, se presentan algunos reportes que muestran la información desarrollada en el Módulo de Preventivo. Algunos de estos reportes son:

1. Reporte #0420002: Plan de Mantenimiento.

Este reporte permite mostrar el Plan de Mantenimiento de los objetos, a partir de la definición de los objetos a intervenir, el Mes del año y el día dentro de ese mes. Las casillas marcadas en rojo, reflejan los días con Planificación de Mantenimientos. Este informe se muestra en la Figura 2.7:

	2010				
	22	23	24	25	26
Bomba Criogénica Argón H4705 Mantenimiento Preventivo					
Bomba Criogénica Nitrógeno H7405 Mantenimiento Preventivo					
Bomba Criogénica Oxígeno 1 H6405 Mantenimiento Preventivo					
Bomba Criogénica Oxígeno 2 H6425 Mantenimiento Preventivo					
Bomba de Agua H8010 Inspección					
Bomba de Agua H8020 Inspección					
Bomba de Agua Inspección					
Bomba de líquido P1001 Mantenimiento Preventivo					
Bomba de líquido P1021 Mantenimiento Preventivo					
Bomba de Traslado de Oxígeno Producto					
Columna Argón Crudo Mantenimiento Preventivo					
Columna Argón Puro Mantenimiento Preventivo					
Compresor Argón Inspección					
Compresor de Aire SIEMENS (Modelo: CVK 20-3P)					
Compresor de Aire SIEMENS (Modelo: VK 10-3P)					
Compresor de Aire SIEMENS (Modelo: VK 10-3P)					
Compresor de Nitrógeno Producto Inspección					
Compresor de Nitrógeno Producto Mantenimiento Preventivo					

Fig. 2.7 Plan de mantenimiento.



2. Reporte #0420003: Modelo de la Orden Preventiva Plan.

Este reporte permite mostrar las Ordenes Preventivas según el Plan de Mantenimiento desarrollado. Aquí, la diferencia fundamental es que este Modelo de OS, muestra las Instrucción, además del nombre de la Proyección de Mantenimiento a ejecutar. Aquí que destacar, que en el campo No de la OS, se muestra el código 00002-4, que implica que esta planificación presenta asociada dos (2) objetos diferentes, por eso la mostrada esta relacionada con el Objeto #4 (MCA-002 Motor Eléctrico Compresor). Este informe se muestra en la Figura 2.8:

ORDEN DE SERVICIO PLANIFICADA				No: 000002 - 4						
Ejecutor: 001 Operarios de Mantenimiento OXICUBA y OXIACERO				Fecha: 24/09/2008						
Descripción: Mantenimiento Preventivo Febrero 2008										
Trabajo: INSP-001 Inspección				Inicio: 20/09/2008 8:00:00		Final: 20/09/2008 16:00:00				
Objeto: MCA-002 Motor Eléctrico Compresor										
Localización: Planta Producción OXICUBA \ Compresor de Aire SIEMENS \ Sistema Eléctrico Compresor de Aire \ Motor Eléctrico										
Fecha	Código	Tiempo	H.Ext	Fecha	Código	Tiempo	H.Ext			
Observaciones al reverso			Aprobación de la OS			Fecha				
Responsable: _____			Aprobado por: _____			<table border="1"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>				
Firma: _____			Firma: _____			Hora				
						<table border="1"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>				

Instrucciones

Se efectúa con el Equipo en Marcha cada 4000 h/t o 6 meses. Se limita a realizar inspecciones y mediciones en el equipo para diagnosticar su estado y planificar futuras intervenciones.

1. Analisis Químico del Aceite
2. Revision de los niveles de aceite
3. Revision de los salideros de aceite
4. Medicion de Vibraciones
5. Comprobacion de temperaturas de cojinetes
6. Comprobacion de temperaturas en enrollado de motor
7. Inspeccion de la presion de aceite por cada seccion de filtros
8. inspeccion de la presion diferencial del filtro.

Fig. 2.8 Modelo de Orden de Servicio Planificada.



3. Reporte #0420004: Listado de Equipos en el Plan de Mantenimiento.

Este reporte permite mostrar los equipos definidos dentro de un plan de Mantenimiento establecido en el sistema. En este informe, se muestra organizado por ejecutor y Proyección, el código y la denominación de los equipos incluidos. Además muestra la fecha de inicio y terminación prevista del Plan de Mantenimiento. Este informe se muestra en el anexo 7.

4. Reporte #0420005: Modelo Orden Preventiva con Objetos Agrupados.

Este reporte permite mostrar una Orden de Servicio, similar a la mostrada en la Figura 2.5, la diferencia radica en que se agrupan todos los objetos (equipos) involucrados en el Plan. Este informe se muestra en la Figura 2.9:

		ORDEN DE SERVICIO		No: 000002	
Ejecutor: 001		Operarios de Mantenimiento OXICUBA y OXIACERO		20/09/2008 8:00:00	
Descripción: Mantenimiento Preventivo Febrero 2008					
Trabajo: Inspección		Inicio Prev: sáb 20/09/2008		Final: sáb 20/09/2008	
OS	Equipo / Local - Localización	Fecha	Código	Tiempo	Revisado
3	MCA-001 Motor Eléctrico Compresor Planta Producción OXIACERO \ Compresor de Aire SIEMENS \ Sistema Eléctrico Compresor de Aire \ Motor Eléctrico Compresor				
4	MCA-002 Motor Eléctrico Compresor Planta Producción OXICUBA \ Compresor de Aire SIEMENS \ Sistema Eléctrico Compresor de Aire \ Motor Eléctrico Compresor				
Terminación Responsable: _____ Firma: _____		Fecha y Hora		Aprobación Aprobado Firma: _____	

Fig. 2.9 Modelo de OS Planificada- Objetos Agrupados.



5. Reporte #0420006: Listado Piezas Plan de Mantenimiento.

Este reporte permite mostrar un listado de las Piezas de Repuesto necesarias a adquirir, para poder ejecutar los Planes de Mantenimiento Previstos. Esta Información se obtiene de los Materiales Previstos en cada una de las Proyecciones realizadas según el Plan de Mantenimiento Generado. Este informe se muestra en la Figura 2.10:

	Descripción	Cod. Fabricante	Cantidad
1	Rodamiento SKF LH154K	USA-125478-RJ	25
2	Protecciones Eléctricas 220 V-250 W	000012	12
3	Correa Lineal SIEMENS	GER-KLJ-145	15

Fig. 2.10 Piezas de Repuesto. Plan de Mantenimiento.

6. Reporte # 0420601: Modelo de las OS de Inspección (Ruta).

Este reporte permite mostrar el modelo de OS preparado única y exclusivamente para la ejecución de las Rutas de Inspección. En este se muestran, entre otros datos, Localización del Objeto, Parámetro a medir, el código del Objeto y un campo preparado para escribir el valor de la medición. Si existe algún problema, se marca la casilla Prob. Este informe se muestra en la Figura 2.11.

Además de estos Reportes, existen dos relacionados con el control de los costos de los Planes de Mantenimiento, estos Informes son:

- ❖ Reporte #0410001: Costos de Mantenimiento Preventivo por Cliente.
- ❖ Reporte #0410001: Costos de Mantenimiento Preventivo por Ejecutor.

Para más información, remitirse a la Sección 12, perteneciente al Módulo de Informe.



		ORDEN DE INSPECCIÓN		NRO: 000003	
Ejecutor: 003 Operarios Planta OXICUBA		Fecha: 24/09/2008			
Descripción: Inspección Diaria OXICUBA					
Trabajo: INSP-001 Inspección		Inicio: 24/09/2008 12:42		Final: 24/09/2008 15:42	
Empleado: _____		Inicio Real: _____		Final Real: _____	
Lugar/Localización	Parámetro	Objeto	UM	Medición	Prob
Planta Producción OXICUBA \ Compresor de Aire SIEMENS	Ruido Anormales	CMA-002	U		☐
Planta Producción OXICUBA \ Compresor de Aire SIEMENS	Temperatura Anormales	CMA-002	U		☐
Planta Producción OXICUBA \ Compresor de Aire SIEMENS	Vibraciones o Golpes	CMA-002	U		☐
Planta Producción OXICUBA \ Compresor de Aire SIEMENS	Niveles y Presiones Lubricante	CMA-002	U		☐
Planta Producción OXICUBA \ Refrigeración Amoniaco	Ruido Anormales	RAM-002	U		☐
Planta Producción OXICUBA \ Refrigeración Amoniaco	Temperatura Anormales	RAM-002	U		☐
Planta Producción OXICUBA \ Refrigeración Amoniaco	Vibraciones o Golpes	RAM-002	U		☐
Planta Producción OXICUBA \ Refrigeración Amoniaco	Estado Técnico del Componentes	RAM-002	U		☐
Planta Producción OXICUBA \ Tamiz Molecular	Temperatura Anormales	TZM-004	U		☐
Planta Producción OXICUBA \ Tamiz Molecular	Salideros de Líquidos	TZM-004	U		☐
Planta Producción OXICUBA \ Tamiz Molecular	Estado Técnico del Componentes	TZM-004	U		☐
Planta Producción OXICUBA \ Caja Fria	Temperatura Anormales	CF-002	U		☐

Fig. 2.11 Modelo OS Ruta Inspección.



Conclusiones.

En la elaboración de este capítulo tuvimos en cuenta los conceptos que actualmente se emplean en el Mantenimiento Preventivo Planificado para Equipos y redes energéticas (MPPE), en cuanto a normativas, ciclo de reparación, estadía de los mantenimientos planificados, contenido de trabajo, también se valoraron todos los equipos energéticos existentes en la empresa que sirvieron para el fortalecimiento de la base de datos del programa utilizado, empleamos además todo lo relacionado en cuestión de bibliografía sobre la utilización de la informática en la automatización de la planificación del mantenimiento, haciendo uso principalmente de la información obtenida de los módulos del Sistema de Gestión de Mantenimiento, lográndose la actualización del programa, cumpliendo con ello nuestro objetivo.



CAPITULO III. Resultados y Valoración.

Introducción.

El costo del mantenimiento por unidad producida determina, evidentemente, la repercusión del mantenimiento en la producción. En este capítulo abordamos acerca de cómo mantener el control en los costos de mantenimiento, su importancia para las industrias, así como para la planificación. Se hace mención de los recursos materiales y humanos que ahorramos con la utilización del software comprado a Gamma S.A.

3.1- Los costos del mantenimiento y su control.

Se debe prestar una calidad de servicio máxima para obtener una disponibilidad, pero el costo de mantenimiento no debe ser superior al costo de paradas de la producción. El punto óptimo corresponde al valor mínimo de la curva del coste total, al que corresponde la máxima disponibilidad o valor óptimo del rendimiento operacional de un sistema de producción con un costo por intervenciones de mantenimiento igual a los costos de las paradas de producción.

Sin embargo, debemos tener presentes las siguientes realidades:

- ❖ Explotar un sistema no es mantenerlo con el mínimo costo.
- ❖ Explotar un sistema no es conseguir su buen funcionamiento continuo a cualquier precio.
- ❖ Explotar un sistema no es lograr una disponibilidad máxima sin examinar lo que aporta.
- ❖ Explotar un sistema de producción es conseguir una disponibilidad tal que el *beneficio* producido por la última unidad de disponibilidad lograda sea igual al *costo del mantenimiento* necesario para obtener dicha disponibilidad.

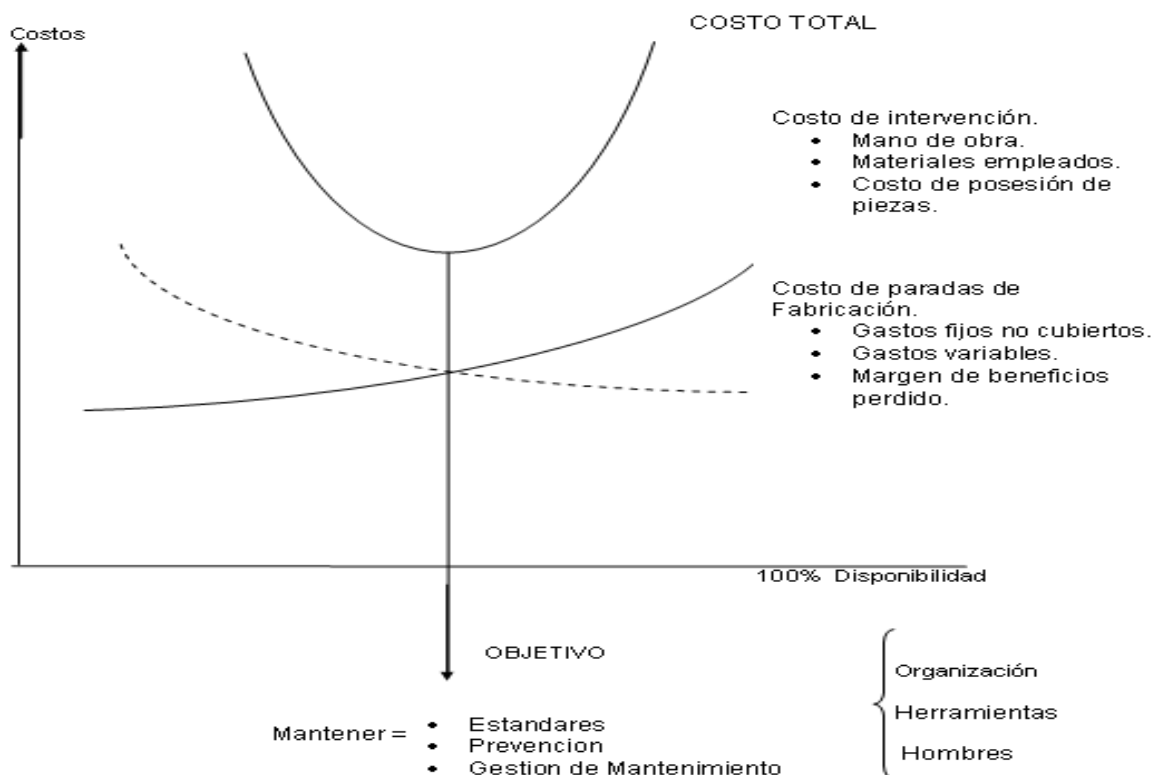


Fig. 3.1. Curva de costos de mantenimiento y de paradas.

Para tomar decisiones basadas en la estructura de los costos y teniendo presente que para un administrador una de sus principales tareas será minimizar los costos, entonces es importante conocer sus componentes. Los costos en general, se pueden agrupar en dos categorías: a) los costos que tienen relación directa con las operaciones de mantenimiento, como son: costos administrativos, de mano de obra, de materiales, de repuestos, de subcontratación, de almacenamiento y costos de capital, y b) costos por pérdidas de producción a causa de las fallas de los equipos, por disminución de la tasa de producción y pérdidas por fallas en la calidad producto al mal funcionamiento de los equipos.

Costo global del mantenimiento

El costo global (C_g) del mantenimiento es la suma de cuatro costos:

$$C_g = C_i + C_f + C_a + C_{si}$$



- ❖ Costo de las intervenciones (Ci)
- ❖ Costo de las fallas (Cf)
- ❖ Costo de almacenamiento (Ca)
- ❖ Costo de sobre-inversiones (Csi)

Costo de las intervenciones.

En costo de las intervenciones se incluyen los gastos relacionados con el mantenimiento preventivo y correctivo. No se incluyen costos de inversión ni de actualización tecnológica ya que estos son producto de proyectos específicos que van en relación directa con el aumento de la producción, por tanto deben estar considerados en el flujo financiero que evalúa la conveniencia de realizar este proyecto. Tampoco se incluyen ajustes de los parámetros de producción, re-ubicación de los equipos, tareas de limpieza, etc.

El costo de las intervenciones esta compuesto principalmente por:

- ❖ Mano de obra interna o externa.

El costo de la mano de obra se calcula con el tiempo empleado en la intervención multiplicado por el costo de horas-hombres, especificando el tipo de mano de obra ocupada. La mano de obra externa generalmente es un conjunto convenido de ante mano por el encargado del mantenimiento.

- ❖ Repuestos de almacén o comprados para la intervención.
- ❖ Los repuestos que estaban en el almacén y fueron utilizados en la reparación deben ser valorados al precio actual en el mercado y no al valor con el que ingresaron.
- ❖ Material fungible ocupado en la intervención.

El material fungible sea específico o general se costea conforme a la cantidad usada. La amortización de equipos de apoyo y herramientas de uso general se consideran en forma proporcional al tiempo de intervención.

Costo de fallas.

Estos costos corresponden a las pérdidas del margen de utilidad debido a problemas directos del mantenimiento que hayan redundado en una reducción en la tasa de producción de productos con la calidad deseada, aumento del costo de la seguridad



del personal por fallas en los dispositivos de seguridad, pérdidas de negocios, pérdidas de materias primas que no se pueden reciclar, aumento de los costos de producción, etc.

Los problemas de mantenimiento ocurren por:

- ❖ mantenimiento preventivo mal planificado.
- ❖ mantenimiento preventivo o correctivo mal ejecutado.
- ❖ uso de repuestos malos, inadecuados o de baja calidad.
- ❖ mantenimientos efectuados en plazos muy largos por falta de comunicación entre departamentos o adquisiciones de repuestos.
- ❖ falta de métodos, procedimientos, planificación o personal no calificado.

Costo de almacenamiento

En general este costo es alto en las empresas y es aquí donde existe espacio para implementar tendientes a bajar los costos. Este costo representa los costos incurridos en financiar y manejar el inventario de piezas de recambio e insumos necesarios para la función mantenimiento, se incluyen:

- ❖ el interés financiero del capital inmovilizado por el inventario.
- ❖ la mano de obra y la infraestructura computacional dedicada a la gestión y manejo del inventario.
- ❖ los costos de explotación de edificios: energía, seguridad y mantenimiento.

Costos de sobre-inversiones

En una planta lo correcto es tomar la decisión de adquirir equipos que minimicen el costo global de mantenimiento durante su ciclo de vida. Ello implica en general que se compren equipos cuyas inversiones iniciales son mayores que las de otros que cumplen los mismos requerimientos pero cuyos costos de intervención y almacenamiento asociados se estiman menores.

A fin de incluir la sobre-inversión, se amortiza la diferencia sobre la vida del equipo. Así es posible castigar en el costo global las inversiones extras requeridas para disminuir los demás componentes del costo.



3.2- Mantener una base de datos.

Un sistema de costeo genera una gran cantidad de datos e información que debería servir principalmente para:

- ❖ Diferenciar los diferentes tipos de costos presentes en el proceso de mantenimiento.
- ❖ Proveer información relevante que ayudará a los administradores a tomar mejores decisiones.
- ❖ Proveer información para planear, controlar y medir eficiencia.

La base de datos debe ser mantenida, con costos apropiadamente clasificados y codificados, para que la información relevante de costos pueda ser obtenida y así responder a cada uno de los requerimientos anteriores.

Un sistema de codificación permite a los costos ser acumulados por los requerimientos de los costos objeto (tales como mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo, pago a terceros, áreas productivas, centros de responsabilidad, etc.) y también ser clasificados en categorías apropiadas. La clasificación de costos típica, dentro de una base de datos es por categorías de gastos (materiales directos, mano de obra directa, gastos indirectos) y por tipo de costo (fijo o variable).

Los costos futuros, tanto como los pasados, se necesitan para el proceso de toma de decisiones. Entonces los costos obtenidos desde la base de datos deben ser ajustados para un análisis permanente de cambio de precios y estrategias. Es importante la clasificación de costos para evaluar los aspectos financieros de las decisiones de expandir o contraer, pero en la base de datos no están clasificados según la relevancia ya que esta adquiere su significado de acuerdo al escenario en que esté o vaya a enfrentar la organización.

3.2.1- Objetivo de costo para el control.

El objetivo de costos consiste en precisar lo que cuesta la función de mantenimiento. Un programa de costos tiene como propósito reducir el costo global de mantenimiento a un nivel mínimo (o mantenerlo a ese nivel) compatible con una buena producción, alta calidad y un buen estado de las instalaciones. Por eso



mismo, el objetivo tiene que ser realista, pues de otro modo será menospreciado como impracticable o imposible. Pueden elaborarse objetivos de costo para piezas específicas de maquinarias, grupo de máquinas, equipo auxiliar, funciones de apoyo o instalaciones. Los objetivos de costos en maquinarias se expresan en valores monetarios de mano de obra o material para el mantenimiento, cargable a la máquina, equipo auxiliar u horas-hombre de mano de obra.

Por ejemplo, un objetivo de costo podría expresarse como US\$ 0.50 por hora por mes, o en combinación con una constante que podría ser US\$ 10.00 por día de operación, más US\$ 2 por 450 kilos producidos.

También pueden establecerse objetivos de costo para áreas (departamentos) o actividades específicas. El objetivo de costo puede ser el mas bajo por mantenimiento mensual, logrado en el área durante 5 años, o bien el promedio del mejor costo en tres, cuatro, diez meses, etc. Estos costos se expresan también en valores monetarios de mano de obra o material en el trabajo de mantenimiento, por unidad de medida.

3.2.2- Elaboración de los objetivos de costo.

Dicha elaboración requiere del análisis de costos pasados. Estos registros tienen que ser exactos, ya que de lo contrario los objetivos se deformarán y no serán dignos de confianza. No solo debe disponerse de cifras contables adecuadas, sino también los cargos correspondientes a la mano de obra y el material de mantenimiento tienen que ser fidedignos.

Como las unidades de costo suelen expresarse en cifras monetarias, es necesario modificar las cifras anteriores por mano de obra y material para que su nivel sea constante. Esta actualización suele ser el año corriente y los números se ajustan para que reflejen las diferencias en los niveles de tasa base y los cambios ocurridos durante el periodo abarcado por los registros anteriores. De modo semejante, los precios de material tendrán que ajustarse para considerar los cambios en los precios.



Sistema para el análisis de costo

Hay tres razones principales por que un sistema de acumulación de costo se requiere para generar información relevante para la toma de decisiones:

- ❖ Muchos costos indirectos son relevantes para la toma de decisiones.
- ❖ Se requiere un sistema de información de alerta que permita identificar aquellas áreas cuyos costos se están elevando más allá de lo planificado.
- ❖ Las decisiones sobre cambios en determinadas áreas de la actividad del mantenimiento no son independientes, siempre hay repercusiones.

Hay un peligro que solamente aquellos costos incrementales que son atribuibles únicamente a actividades individuales sean clasificados como relevantes para la toma de decisión. Los costos directos son transparentes y como ellos serán afectados por las decisiones, son apreciados claramente. Al contrario, como los costos indirectos no son afectados por decisiones, no se aprecia claramente.

Tipos de sistema de costo

Los sistemas de costo pueden variar en términos de cuáles costos son asignados a los costos objeto y su nivel de sofisticación. Típicamente los sistemas de costo son clasificados como:

- ❖ Sistema de costo directo.
- ❖ Sistema tradicional de costo por absorción.
- ❖ Sistema de costo basado en actividades.

Los sistemas de costo directo solamente asignan costos directos a los costos objetos. Aquí ellos reportan contribuciones a los costos indirectos. Son apropiados para apoyar la toma de decisiones donde el costo de aquellos recursos adjuntos que fluctúan de acuerdo a la demanda sea insignificante. Una estimación de aquellos costos indirectos que son relevantes para la toma de decisiones deben ser incorporados dentro del análisis en alguna etapa especial del estudio. La desventaja de este sistema es que los mismos no están en condiciones de medir y asignar los costos indirectos a los costos objeto, por lo tanto solo puede ser recomendado donde



los costos indirectos son una proporción muy baja en el total de costos de la organización.

En el sistema tradicional por absorción y el basado en actividades se asignan los costos indirectos a los costos objeto.

3.3- Cálculo técnico económico.

El estudio realizado en el Departamento Técnico de Mantenimiento arroja los siguientes datos:

- ❖ Tiempo de planificación de un técnico: de 16 a 32 horas mensuales.
- ❖ En el Departamento Técnico hay 12 técnicos de planificación que cobran un salario de \$609,00 mensuales.

$$\frac{\$609.00}{24 \text{ días}} = 25.37 \$ / \text{ día}$$

$$\frac{25.37}{8 \text{ horas}} = 3.17 \$ / \text{ hora}$$

$$32 \text{ horas} * \$3.17 = 101.5 \$ / \text{ hora}$$

$$12 \text{ planif} * 101.5 = \$1218.00$$

- ❖ Tiempo que tarda en llegar la información a los Jefes de Brigada:

Ahora:

Los planificadores confeccionan el plan mensual con las órdenes de servicio, lo imprimen y es entregado directamente a los Jefes de B. que ejecutan las tareas a desarrollar en el mes, pero esta información de los planificadores no siempre llega en el momento exacto.

Después:

Cada J de B a través de la computadora en la cual está instalado el software, verá el plan directamente y las órdenes de servicio, incluido el contenido de trabajo. Pero ya no hay que esperar por el planificador para saber a que equipo le toca mantenimiento planificado.

- ❖ Costo de la planificación:

Para la planificación del Plan Mensual se gastan materiales que son: hojas, lapiceros y tinta para la impresora. Con la automatización se disminuye el gasto de estos materiales considerablemente.



A cada planificador se le otorgan 100 hojas para realizar la planificación, más las utilizadas en las impresiones.

Lapicero: 1.05 CUC

$12 \times 1.05 = 12.6$ CUC

Hojas: 0.55 CUC (el paquete tiene 500 hojas)

$100 \times 12 = 1200$ hojas

Nos ahorramos 12.6 CUC y 3 paquetes de hojas cada mes.

- ❖ Con el software las órdenes de servicio son confeccionadas en el Módulo Órdenes de Servicio, en el Módulo Reportes salen listas para imprimir.
- ❖ El software utilizado tuvo un costo inicial de:

Valor total del contrato: \$ 7 631.91 CUC

\$16 851.60 MN

Después de concluir el análisis de los diferentes componentes del sistema, mostraré a continuación unas tablas que representan la valoración económica o costo de cada componente que es necesario tener en cuenta a la hora poner en marcha nuestro proyecto.

Tabla 3.1 Costos totales de mantenimiento año 2010.

Fecha	Salario (M.O) (\$)	Materiales y otros costos (\$)	Total (\$)
31/01/2010	46889.50	41273.49	88162.60
28/02/2010	49331.32	40758.79	90090.12
31/03/2010	55754.62	50745.83	106500.45
30/04/2010	54424.94	42420.86	96846.60
31/05/2010	52927.84	47823.74	100751.58

Tabla 3.2 Costos del Taller de Mantenimiento Eléctrico.

Fecha	Salario (M.O) (\$)	Materiales y otros costos (\$)	Total (\$)
31/01/2010	9650.83	9259.45	18910.28
28/02/2010	10616.46	7206.45	17822.90
31/03/2010	14238.62	11806.68	26045.30
30/04/2010	12188.58	9619.46	21808.04
31/05/2010	10451.75	10934.91	21386.66



Conclusiones.

- ❖ Con la actualización de este programa (SGestMan), ahorramos recursos tanto materiales como horas-hombre.
- ❖ Los planificadores aprovechan más el tiempo al poder realizar otras tareas además de la planificación.
- ❖ Se evitan atrasos en el comienzo de los mantenimientos, ya que cualquier técnico u operario puede tener acceso a las órdenes de servicio.



CONCLUSIONES GENERALES.

Luego del análisis de las condiciones actuales en que se encuentra el mantenimiento, los resultados expuestos, las medidas adoptadas y la implementación del sistema de gestión del mantenimiento en la empresa, llegamos a las siguientes conclusiones:

- ❖ Con la actualización en el software SGestMan del equipamiento energético de la Empresa se logra elevar la eficiencia de la planificación y los trabajos de mantenimiento.
- ❖ Logramos establecer un control de los recursos materiales a través de los reportes obtenidos.
- ❖ Se logra disminuir el personal de planificación dedicándola a otras tareas técnicas y de inspección.
- ❖ Se puede establecer control a través del programa de los mantenimientos realizados por mes y los costos en que se incurren.



RECOMENDACIONES.

Luego de concluir nuestro proyecto recomendamos lo siguiente:

- ❖ El software debe ser aplicado en todas las direcciones de mantenimiento.
- ❖ Planifique y reduzca los tiempos de mantenimiento, y por ende maximice la disponibilidad productiva de la empresa.
- ❖ Realice preinspecciones durante cierres parciales cortos o durante cierres no programados utilizando el programa y colecte información en cuanto a equipos o componentes levemente averiados que eventualmente requerirán mantenimiento o reemplazo.
- ❖ Utilice las herramientas del Mantenimiento Predictivo y esté preparado para realizar reemplazos y mantenimientos menores durante cualquier cierre no programado, evitando de esta manera fallas imprevistas que pueden resultar costosas y parar la producción en el momento menos adecuado.
- ❖ Luego de cada mantenimiento programado, revise los reportes planificados para examinar qué cosas se pudieron haber hecho mejor y tome muy en cuenta las recomendaciones que se generen para futuros mantenimientos.
- ❖ Planifique para que los componentes de mayor desgaste sean fácilmente reemplazables, sin uso de equipo especial, en tiempos mínimos, con menos personal, a un menor costo, etc.



BIBLIOGRAFÍA.

1. *Manual de Mantenimiento industrial.* Escuela superior del MINBAS.
2. Morales Ruiz, Armando A. Profesor Titular. *Manual de mantenimiento y reparación industriales.* Editorial Pueblo y Educación. Ministerio de Educación Superior. Facultad de Ingeniería Mecánica. UCLV.
3. Sabioncello Viviano, Alfredo. *Mejora de Costos en Mantenimiento.* Chile Revista Mantener N°1. Club de mantenimiento. Revista para los gestores del mantenimiento de distribución masiva y gratuita por E-mail.
4. Durán, José Bernardo. Venezuela *¿Qué es Confiabilidad Operacional?* Revista Mantener N° 2. Club de mantenimiento. Revista para los gestores del mantenimiento de distribución masiva y gratuita por E-mail.
5. Tavares, Lourival Augusto. Brasil. *Tercerización del Mantenimiento.* Revista Mantener N° 3. Club de mantenimiento. Revista para los gestores del mantenimiento de distribución masiva y gratuita por E-mail.
6. Hernández Cruz, Eugenio. *Controlando y Evaluando la Gestión de Mantenimiento.* CEIM / ISPJAE, Cuba .Revista Mantener N° 4. Club de mantenimiento. Revista para los gestores del mantenimiento de distribución masiva y gratuita por E-mail.
7. Pelacchi, Enrique. *Gestión de una flota de vehículos.* Uruguay. Revista Mantener N° 9. Club de mantenimiento. Revista para los gestores del mantenimiento de distribución masiva y gratuita por E-mail.
8. Grimaldi-Simonds. *La seguridad industrial y su administración.* Alfaomoga México 1985.
9. Keith Denton D. *Seguridad Industrial.* Mc Graw-Hill. 1984. México.
10. *Tipos de mantenimiento. El Mantenimiento Predictivo. El Mantenimiento Correctivo.* Disponible en: www.mailxmail.com
11. Rey Sacristán, Francisco. *Hacia la excelencia en Mantenimiento.* TPG- Hoshing.
12. Chen, Marco A. *Como reducir los Costos del Mantenimiento.*
13. Espinosa Fuentes, Fernando. *Aspectos financieros en el mantenimiento.* Universidad de Talca. Facultad de ingeniería. Escuela de Ingeniería Mecánica.



14. *El mantenimiento preventivo*. Disponible en: www.solomantenimiento.com
15. *Investigación mantenimiento industrial*. Disponible en: www.monografias.com
16. *Artículos y productos de bajo coste para mantenimiento*. Disponible en: www.mantenimientoplanificado.com
17. *La fiabilidad y mantenibilidad*. Disponible en: www.santiago.cu
18. Rodríguez Lorenzo, Rafael. *Mantenimiento preventivo planificado*. Grupo de Estudios de Gerencia Organizacional Grupo de Estudios de Gerencia Organizacional.
19. Ordóñez Guerrero, Antonio. *Introducción al mantenimiento predictivo*. Universidad de Sevilla. Escuela Universitaria Politécnica.
20. Guellberg, B.; Pekelis, G. *Reparación de máquinas herramientas*. Editorial Pueblo y Educación, 1989.
21. *Instrucción de técnicos de mantenimiento*, código DM-I-500-051.
22. Sánchez Ávila, José L.; Veliz Alonso, Juan I. *Gestión integral del mantenimiento y el ahorro de energía*. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos". Facultad de Ingenierías Química y Mecánica. Centro de Estudios de Combustión y Energía CECYEN.



Anexos



Anexo 1

TABLA No 1

Equipo	Estructura del ciclo de reparación	Número de operaciones		
		M	P	R
Máquinas herramientas livianas y medianas hasta 10 ton	G-R-P-R-P-R-M-R-P-R-P-R-M-R-P-R-P-R-G	2	6	9
Máquinas herramientas grandes y pesadas hasta 100 ton	G-R-R-R-P-R-R-R-P-R-R-R-M-R-R-R-P-R-R-R-P-R-R-R-M-R-R-R-P-R-R-R-P-R-R-R-G	2	6	27
Máquinas herramientas muy pesadas de más de 100 ton. Máquinas únicas.	G-R-R-R-P-R-R-R-P-R-R-R-P-R-R-R-M-R-R-R-P-R-R-R-P-R-R-R-M-R-R-R-P-R-R-R-P-R-R-R-P-R-R-R-G	2	9	36
Equipos para la elaboración de madera.	G-R-R-P-R-R-P-R-R-M-R-R-P-R-R-P-R-R-M-R-R-P-R-R-P-R-R-G	2	6	18
Máquinas automáticas de forja, martillo y prensas de fricción.	G-R-R-P-R-R-M-R-R-P-R-R-M-R-R-P-R-R-G	2	3	12
Prensas mecánicas, cortadoras, prensas grandes y únicas, prensas hidráulicas y mecánicas.	G-R-R-R-P-R-R-R-P-R-R-R-M-R-R-R-P-R-R-R-P-R-R-R-M-R-R-R-P-R-R-R-P-R-R-R-G	2	6	27
Mezcladoras, cernidoras, moldeadoras, con una capacidad de hasta 5 ton, Máquinas de hacer machos, desmenuzadora y otras.	G-R-R-P-R-R-M-R-R-P-R-R-M-R-R-P-R-R-G	2	3	12
Moldeadora de mas de 6 ton, máquinas recuperadoras de materiales de fundición y otras.	G-R-R-P-R-R-P-R-R-M-R-R-P-R-R-P-R-R-M-R-R-P-R-R-P-R-R-G	2	6	18
Máquinas de fundición de presión, centrifugas, transportadora de coque y otras.	G-R-R-R-P-R-R-R-P-R-R-R-M-R-R-R-P-R-R-R-P-R-R-R-M-R-R-R-P-R-R-R-P-R-R-R-G	2	6	27
Equipos de elevación y grúas, monorraíles y diferenciales eléctricos.	G-R-R-R-R-P-R-R-R-R-P-R-R-R-R-P-R-R-R-M-R-R-R-R-P-R-R-R-R-P-R-R-R-R-P-R-R-R-R-P-R-R-R-R-G	2	6	36
Todo tipo de equipos con menos e 3 grados de complejidad.	M-R-R-P-R-R-P-R-R-P-R-R-P-R-R-P-R-R-P-R-R-P-R-R-P-R-R-P-R-R-M	1	8	18

NOMENCLATURA: R= Revisión.

M= Reparación mediana.

G= General.

P= Reparación pequeña.

[Volver](#)



Anexo 2

Valor del coeficiente (N)

Tipo de producción	N
En masa	1,0
En serie	1,3
En serie pequeña e individual	1,5
Para todo tipo de equipos menos grúas y elevadores	

Valor del coeficiente (M)

Máquinas herramientas	Acero de construcción	Acero de alta calidad	Aleación de aluminio.	Hierro fundido y bronce
De precisión normal y de precisión	1,0	0,7	0,75	0,8-0,9
Para máquinas que trabajan con abrasivos M= 0,9				

Valor del coeficiente (Y)

Máquinas herramientas	Condiciones de abrasivo seco	Trabaja en condiciones normales	Trabaja en locales con polvo y humedad	Trabaja en locales separados especialmente
De precisión normal	—	1,0	0,8	—
De precisión	—	1,2	—	1,4
Trabaja con abrasivos	Precisión	0,7	1,0	0,8
	Alta	—	1,1	—
		Precisión	—	1,3



Valor del coeficiente (Z)

Máquinas herramientas	Z
Livianas y medianas hasta 10 toneladas	1,0
Grandes y pesadas hasta 100 toneladas	1,35
Muy pesadas y únicas más de 100 toneladas	1,75

Valor de (N) para grúas

Grúas y monorraíles que trabajen manualmente en cualquier condición.	4,0
Grúas y otros equipos de elevación de motor eléctrico que trabajan en régimen ligero, o sea desmontaje y montaje de equipos de producción básica.	3,0
Grúas y otros equipos de elevación de motor eléctrico que trabajan en régimen medio y en talleres de producción en serie pequeña.	
Grúas y otros equipos de elevación de motor eléctrico que trabajan en régimen difícil, o sea, continuo y pesado, en talleres de producción básica, fundición, almacenes, etc.	1,0
Grúas y otros equipos de elevación de motor eléctrico que trabajan en régimen muy difíciles en talleres metalúrgicos.	0,6-0,4



Valor de (K) para distintos equipos

EQUIPOS	K
MAQUINAS HERRAMIENTAS	
Livianas y medianas hasta 10 ton • Con tiempo de explotación hasta 20 años. • Con tiempo de explotación mayor 20 años.	26000 23400
Grandes y pesadas hasta 100 ton • Con tiempo de explotación hasta 20 años. • Con tiempo de explotación mayor 20 años.	52700 47400
Súper pesadas mas de 100 ton • Con tiempo de explotación hasta 20 años. • Con tiempo de explotación mayor 20 años.	66300 59670
EQUIPOS DE ELABORACION DE MADERA Máquinas para acepillar madera, cepillos de cuatro caras, etc.	14000
Fresadoras, cepillos y taladradoras con avance mecánico e hidráulico. Cepillos, fresadoras, sierras, tornos y taladradoras de avance manual.	19000 23500
EQUIPO DE FORJA Y PRENSADO Máquinas de forja y automáticas. Martillos y prensas de fricción. Prensas mecánicas de doblar cizallas. Prensas hidráulicas y mecánicas de gran peso	11700 14000 19000 21000



Valor de (X) para distintos equipos

EQUIPOS DE FUNDICIÓN	
Equipos de preparar arena.	4500
Máquinas moldeadoras de 750Kg y máquinas de hacer machos.	7000
Máquinas moldeadoras de 750Kg a 5000Kg.	9500
Transportadores de arena caliente.	7000
Transportadores de arena.	8000
Transportadores de arena húmeda y máquinas centrífugas.	11700
EQUIPOS DE ELEVACIÓN Y TRANSPORTE	
Grúas, diferenciales eléctricos.	14000
Todo tipo de equipo con menos de 4 grados de complejidad.	21000

[Volver](#)



Anexo 3

TABLA No 2

<i>Equipo</i>	<i>Horas de trabajo</i>
Equipos de fundición, de limpiar, equipos para hacer formas simples de fundición y otros.	190
Máquinas herramientas que trabajan con abrasivos, rectificadoras, máquinas de afilar, máquinas para la elaboración de madera, equipos de pulir.	190
Máquinas herramientas de forjar, sierras para metales, cizallas, grúas de talleres de fundición.	380
Máquinas herramientas grandes y prensas hidráulicas.	570
Máquinas herramientas que trabajan con herramientas metálicas y tornos para madera.	750
Máquinas de precisión (taladradora por coordenadas, equipos de laboratorio, etc.)	190



Anexo 4

Tabla 3: Factores que determinan la categoría de la Empresa desde el punto de vista energético.

Categoría de la Empresa	Laboriosidad del plan anual de reparación. En miles de horas	Energía eléctrica máxima. Demanda en kW	Consumo de Vapor. Mcal/hora	Consumo de aire En M ³ /min.	Consumo de agua. m ³ /horas
1	Hasta 10	300	5	3	20
2	10-30	500	10	10	100
3	30-50	1000	20	50	200
4	50-150	2000	30	100	300
5	150-300	4000	40	150	400
6	300-500	6000	50	200	500
7	500-1000	10000	60	250	600
8	1000-2000	15000	75	350	700
9	2000-3000	20000	90	450	800
10	3000-5000	25000	100	500	900
11	5000	25000	100	500	900

[Volver](#)



Anexo 5

Trabajos de las Proyecciones de Mantenimiento

Proyección: Insp y Mtto prev Pizarra de control

Código	Denominación del Trabajo	Días	Preced
CE	Reparación Corriente Eléctrica	1	0
STE	Servicio Técnico Eléctrico	1	0

Adicionar
Modificar
Excluir
Visualizar

Días del Trabajo

Día	Duración en Horas
1	02:00

MAT OC MT MED LUB
MO

Ejecutores Internos Ejecutores Externos

Instrucciones del Trabajo

1.Desconexión de la red y soplar interior de la pizarra con aire comprimido y seco.
2.Desconexión de los instrumentos para su verificación.
3.Revisar o cambiar los terminales, bornes y conductores eléctricos.
4.apriete de todos los puntos de fijación de los instrumentos y aparatos.
5.Reparar o cambiar las manecillas y cerraduras.

Ayuda Renovar Cerrar

Proyección a pizarra de control.



Anexo 6

Trabajos de las Proyecciones de Mantenimiento

Proyección: Insp y Mto prev Cizalla tijrs de manivela 16x3150

Código	Denominación del Trabajo	Días	Preced
ME	Reparación Mediana Eléctrica	4	0
PE	Reparación Pequeña Eléctrica	1	0
PM	Reparación Pequeña Mecánica	6	0
REPARACAPINT	Reparación Capital Pintura	2	0
REPCAPELECT	Reparación Capital Eléctrica	10	0
REPCAPMEC	Reparación Capital Mecánica	15	0
REVM	Revision Mecánica	1	0

Días del Trabajo

Día	Duración en Horas
1	08:00
2	08:00
3	08:00
4	08:00
5	08:00
6	08:00
7	08:00
8	08:00
9	08:00
10	08:00

MAT OC MT MED LUB MO

Ejecutores Internos Ejecutores Externos

Instrucciones del Trabajo

1.Desconectar pizarra eléctrica y reparar bisagras y pasadores.
2.Sustituir o reparar, bobinas, contactos, pulsadores, regletas, conmutadores y cables defectuosos.
3.Sustituir imanes eléctricos.
4.Calibrar protecciones.
5.Reparar interruptor automático e interruptor del punto de distribución.

Ayuda Renovar Cerrar

Proyección a una máquina herramienta (Cizalla de tijeras)

[Volver](#)



Anexo 7

Listado de Equipos en el Plan de Mantenimiento

24/09/2008

PLAN DE MANTENIMIENTO: Plan Mantenimiento Febrero 2008

Fecha de Inicio: 20/09/2008 15:52:00

Fecha Terminación: 20/10/2008 18:40:00

EJECUTOR: Operarios de Mantenimiento OXICUBA y OXIACERO

PROYECCIÓN: Inspección 6 meses Sistema de Argón OXICUBA

<u>Código</u>	<u>Denominación</u>	<u>Grupo</u>	<u>Localización</u>
SAa-001	Sistema de Argón	Sistemas de Argón	Planta Producción OXICUBA \ Sistema de Argón
SAa-002	Sistema Rectificador de Argón	Sistemas de Argón	Planta Producción OXICUBA \ Sistema de Argón \ Sistema Rectificación de Argón
SAa-003	Sistema Purificación Argón	Sistemas de Argón	Planta Producción OXICUBA \ Sistema de Argón \ Sistema Rectificación de Argón \ Sistema Purificación Argón
SAa-004	Sistema Secado de Argón	Sistemas de Argón	Planta Producción OXICUBA \ Sistema de Argón \ Sistema Rectificación de Argón \ Sistema Secado de Argón
SAa-005	Columna Argón Puro	Sistemas de Argón	Planta Producción OXICUBA \ Sistema de Argón \ Columna Argón Puro
SAa-006	Columna Argón Crudo	Sistemas de Argón	Planta Producción OXICUBA \ Sistema de Argón \ Columna Argón Crudo

PROYECCIÓN: Inspección General Anual Transformador 6KV

<u>Código</u>	<u>Denominación</u>	<u>Grupo</u>	<u>Localización</u>
TRNF-001	Transformador 6 KV-440V	Transformadores 6 KV-440V	Planta Producción OXIACERO \ Área de Control \ Área de Transformadores 440 Vlt \ Transformador 6 KV-440V

PROYECCIÓN: Inspección Mediana 12000 hr Como N2 OXICUBA

<u>Código</u>	<u>Denominación</u>	<u>Grupo</u>	<u>Localización</u>
CNP-001	Compresor de Nitrógeno Producto	Compresores Nitrógeno Producto	Planta Producción OXIACERO \ Sistema de Nitrógeno Producto V7 \ Compresor de Nitrógeno Producto

PROYECCIÓN: Inspección Mediana 12000 hr Compresor de Aire

<u>Código</u>	<u>Denominación</u>	<u>Grupo</u>	<u>Localización</u>
---------------	---------------------	--------------	---------------------



Anexo 8

Contrato No. IG-TM-100-04
Licencia de Uso
Sistema de Gestión de Mantenimiento Asistido por Computadoras

DE UNA PARTE: La sociedad mercantil cubana Inversiones GAMMA S.A., a través de su División de Tecnologías de Mantenimiento, que en lo sucesivo se denominará **GAMMA**, constituida mediante Escritura Publica No 168/88 en fecha de julio de 1988, ante la Lic. Zerelda Moreno Jiménez de Castro, Notario Provincial de Ciudad de La Habana, e inscrita en el libro 157 A, Folio 73, Hoja 9951 del Registro de Compañías Anónimas y en el Registro Mercantil Segundo de la Habana, con domicilio legal en Calle 14, No. 308, e/ 3ra y 5ta Avenida, Miramar, Playa, Ciudad de La Habana, Cuba, representada en este acto por el Lic. Adrián Gómez Armenteros, en su carácter de Presidente, acreditado por Acuerdo No. 5 de la Junta General de Accionistas, de fecha 3 de Mayo del año 2000.

DE OTRA PARTE: La Empresa Mecánica del Níquel “Cmdte Gustavo Machín Hoed de Beche” con domicilio legal Carretera Moa-Sagua, Km 11/2, Moa, Holguín, Cuba representado en este acto por _____ en su carácter de _____ que en lo sucesivo se denominará el **CLIENTE**.