

Universidad Nacional de Ingeniería

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



**Criterios para el Mantenimiento
de Centrales Hidraulicas,
Aplicación a la Central Huinco**

TESIS

**Para Optar El Título Profesional de:
INGENIERO MECÁNICO - ELECTRICO**

Javier M. Gallegos Monteagudo

LIMA - PERU - 1986

TABLA DE CONTENIDOS

Agradecimiento	1
Capítulo 1	
Introducción	2
Metodología de Trabajo	5
Capítulo 2	
Elementos de la Teoría de Mantenimiento	
2.1 Objetivos	7
2.2 Terminología	8
2.2.1 Defecto y Falla	8
2.2.2 Control y Reparación	8
2.2.3 Mantenimiento Preventivo	10
2.2.4 Mantenimiento Correctivo	10
2.2.5 Código	12
2.2.6 Indisponibilidad de Máquina	13
2.3 Principales Indicadores	13
2.3.1 Confiabilidad y Tasa de Fallos	13
2.3.2 Tiempo Medio hasta el Fallo	15
2.3.3 Disponibilidad	15
2.4 Prioridades	15
2.4.1 Normas y Procedimientos	16
2.4.2 Costos y Recursos	16
2.4.3 Control y Evaluación, Programación de Trabajos	18
2.4.4 Ejecución de Trabajos, Estado de la Planta	18
2.4.5 Información	18
2.5 Elementos para una Evaluación Económica	19

Capítulo 4

Metodología

4.1	Inventario de la Instalación	46
4.1.1	Codificación Propuesta	46
4.1.1.1	Código Funcional de Localización	47
4.1.1.2	Código Descriptivo	47
4.1.2	Usos de la Codificación	51
4.1.2.1	Estructura de la Instalación	52
4.1.2.2	Historia de Componentes en Servicio	55
4.1.2.3	Trabajos Pendientes	56
4.1.2.4	Componentes de Repuesto	56
4.2	Políticas para la Elaboración de Guías de Inspección y Hojas de Procedimientos	59
4.2.1	Guías de Inspección	59
4.2.2	Cuadro de Engrase	60
4.2.3	Hoja de Procedimientos	60
4.3	Trabajos de Mantenimiento Preventivo	64
4.3.1	Programa Anual	64
4.3.1.1	Tipo de Trabajo	64
4.3.1.2	Responsable	65
4.3.1.3	Fecha de última Ejecución	66
4.3.2	Solicitudes de Trabajo	66
4.3.3	Programación del trabajo	67
4.3.4	Control de los trabajos	68
4.3.5	Programa Mensual de Paradas de Máquina	70
4.4	Programación de los Trabajos de Mantenimiento Correctivo	70
4.5	Organización de Inspecciones a la Instalación	72
4.6	Procesamiento de la Información	76
4.6.1	Determinación de Trabajos Pendientes	77
4.6.2	Actualización de Archivos	78
4.6.3	Utilización de los Archivos	80

Capítulo 3

Definición del Problema	
3.1 Generalidades	21
3.1.1 Estructura Funcional	22
3.1.1.1 Subgerencia de Producción y Control de Sistemas	22
3.1.1.2 Subgerencia de Mantenimiento Mecánico	22
3.1.1.3 Subgerencia de Mantenimiento Eléctrico	24
3.1.2 Personal e Infraestructura	25
3.1.2.1 Central Huinco	25
3.1.2.2 Mantenimiento Mecánico	28
3.1.2.3 Mantenimiento Eléctrico	30
3.1.3 Modalidades de trabajo	32
3.1.3.1 Central Huinco	32
3.1.3.1.1 Instrucciones de Trabajo	32
3.1.3.1.2 Trabajos de Mantenimiento	33
3.1.3.2 Mantenimiento Mecánico	34
3.1.3.2.1 Instrucciones de Trabajo	34
3.1.3.2.2 Trabajos de Mantenimiento	34
3.1.3.3 Mantenimiento Eléctrico	36
3.1.3.3.1 Instrucciones de Trabajo	36
3.1.3.3.2 Trabajos de Mantenimiento	36
3.1.4 Aspecto Económico	38
3.2 Organización Actual de la Información	38
3.2.1 Historia de Máquinas	39
3.2.1.1 Central Huinco	39
3.2.1.2 Mantenimiento Mecánico	40
3.2.1.3 Mantenimiento Eléctrico	40
3.2.2 Inventario de las instalaciones	41
3.2.3 Almacenes	41
3.2.3.1 Central Huinco	41
3.2.3.2 Mantenimiento Mecánico	42
3.2.3.3 Mantenimiento Eléctrico	42
3.3 Conclusiones	42

Capítulo 5

Evaluación Económica	
5.1 Costo de las Horas de Disponibilidad	82
5.1.1 Factores que Influyen en la Operación de Centrales	82
5.1.1.1 Demanda de Potencia Activa	82
5.1.1.2 Necesidad de Potencia Reactiva y Reserva Rodante	83
5.1.1.3 Recursos Hídricos Disponibles	83
5.1.1.4 Configuración del Sistema	84
5.1.2 Circunstancias que Producen Costos por Disponibilidad	84
5.2 Costeo de los Trabajos de Mantenimiento	85
5.3 Valor del Capital Inmovilizado en Repuestos	85
5.4 Breve Análisis de la Influencia del Mantenimiento en los Costos de la Empresa	86
5.4.1 Estructura de Costos Totales	87
5.4.1.1 Costo del Servicio	88
5.4.1.2 Gastos de Operación	88
5.4.1.3 Otros Egresos	89
5.4.2 Costos de Generación	89
5.4.2.1 Composición de los Costos de Generación	90
5.4.2.2 Incidencia de los Costos de Mantenimiento	92
5.4.2.3 Costos de Mantenimiento por Centrales	93
Conclusiones	95
Bibliografía	97
Anexo A Encuesta a Responsables del Mantenimiento	
Anexo B Codificación para la Central Huinco	
Anexo C Manual de Inspecciones	
Anexo D Hojas de Procedimientos	
Anexo E Programa Anual de Mantenimiento Preventivo de la Central Huinco	
Anexo F Guías de Inspecciones Semanales	

F I G U R A S

1.1	Centrales de Generación de ELECTROLIMA S.A.	4
2.1	Diagrama de Flujo para Diferenciación entre Defecto y Falla	9
2.2	Diagrama de Flujo del Mantenimiento Preventivo	11
2.3	Función de Densidad de Probabilidad de Falla	14
2.4	Diagrama Conceptual de la Organización de Mantenimiento	17
2.5	Punto Optimo de la Inversión en Mantenimiento	20
3.1	Organigrama de la Gerencia de Producción	23
3.2	Organigrama de la Central Huinco	26
4.1	Ejemplo de Uso del Código Funcional para Organizar un Archivo	54
4.2	Ficha de Estructura de Instalación	55
4.3	Ficha de Historia de Máquina	57
4.4	Organización de la Información	58
4.5	Formulario para Control de Engrase de Grupos	63
4.6	Formulario para Control de trabajos	69
4.7	Formulario Unico para Inspecciones Semanales	73
4.8	Formulario para Inspecciones Hidráulicas	74
4.9	Formulario para Control de Baterías	75
4.10	Diagrama de Bloques del Sistema de Cómputo	81
5.1	Costos de Generación Dentro del Total de Ingresos	89
5.2	Costos de Mantenimiento Dentro de Generación	92
5.3	Costos de Mantenimiento Dentro del Total de Ingresos	93
5.4	Costos de Mantenimiento por Centrales	94

C U A D R O S

4.1	Destino de los Códigos Funcional y Descriptivo	53
4.2	Cuadro de Trabajos de Engrase Hechos por el Personal de Operaciones	62
5.1	Estructura de Costos Totales, Año 1984	87
5.2	Detalle de los Costos de Generación	90

C A P I T U L O 1

INTRODUCCION

Los recursos del hombre no son ilimitados, como suele considerarse. A causa de la dimensiones finitas de nuestro planeta la humanidad no tiene otro recurso que "mantener" la población a los niveles actuales, "conservar" las materias primas reciclándolas, "conservar" el capital alargando la vida de los productos, que deberán ser mejor proyectados y más fáciles de reparar, y "conservar" las tierras cultivables protegiéndolas de la erosión y el empobrecimiento. Puede pues, considerarse EL MANTENIMIENTO como un elemento fundamental para el desarrollo armónico de la sociedad. (1)

El concepto del mantenimiento es muy valioso en los países en desarrollo en los que el equipamiento de su industria es mayormente - importado, lo que hace que su selección, compra y utilización desempeñen papel crítico.

El objetivo de este trabajo es evaluar la organización de mantenimiento existente en ELECTROLIMA S.A. y proponer las bases de una organización que permita a los responsables del mantenimiento concentrar su atención fundamentalmente en problemas técnicos, aliviándolos de actividades administrativas en las que se ven obligados a intervenir, a fin de mejorar la eficacia de su acción y lograr máxima econo-

mía en las labores de mantenimiento y en las de operación.

La necesidad anteriormente enunciada ha surgido cuando se desplazó hacia una nueva zona de concesión a HIDRANDINA S.A., añadiendo a la responsabilidad de ELECTROLIMA S.A. las Centrales Huampaní y Moyopampa, así como la organización dedicada a su mantenimiento. Motivo por el que la empresa está procediendo a reestructurar el área de mantenimiento, siendo ésta la oportunidad más propicia para introducir mejoras al esquema organizativo existente.

En este trabajo, al mismo tiempo que se analizan los problemas generales de la organización de mantenimiento, se objetiva en detalle, el caso de la Central Huinco; la misma que ha sido escogida en razón de ser la más importante de la empresa y tener personal técnico bien capacitado, por lo que resulta muy apropiada para introducir una mejor metodología de trabajo, ya que el personal dedicado a mantenimiento en esta central es asequible a captar los beneficios del cambio propuesto y contribuir con su capacidad crítica al perfeccionamiento del mismo.

La Central Huinco, con 258 MW de potencia, es la segunda en importancia en el país. Cuenta con cuatro grupos de eje horizontal, cada uno con dos turbinas tipo pelton de un inyector. Tiene un salto neto de 1245 m y consume un caudal de $25 \text{ m}^3/\text{s}$. Opera como central de punta, regulando la frecuencia en el sistema interconectado Centro-Norte.

El trabajo está dividido en cuatro partes. La primera trata de conceptos teóricos relativos a Mantenimiento, define objetivos genera-

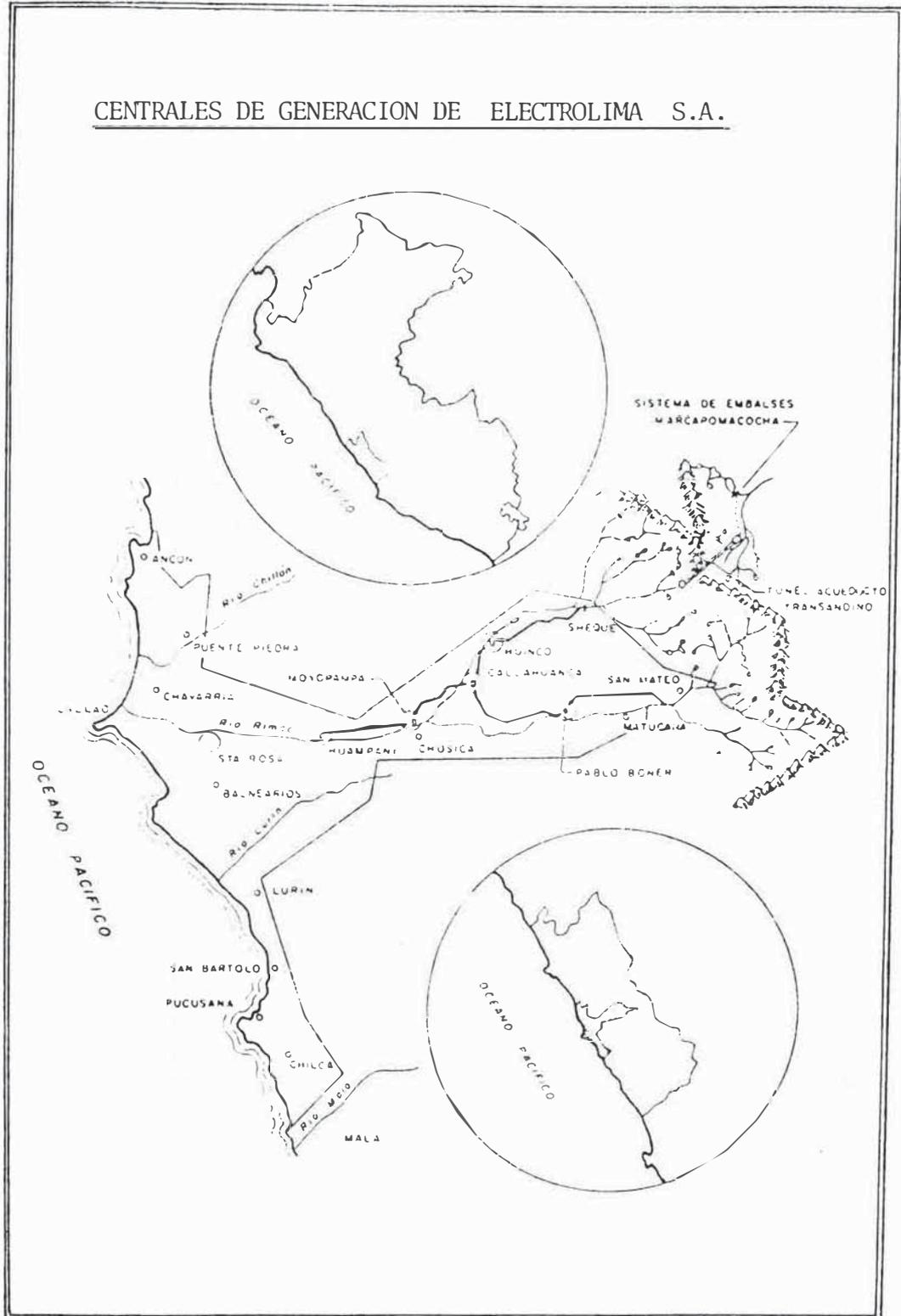


Figura N° 1.1

les así como parámetros preponderantes de la teoría, también se establece el marco teórico de la organización de mantenimiento propuesta y se dan criterios generales para la evaluación económica.

La segunda parte tiene por objetivo definir problemas de organización actual, muestra los recursos humanos y de infraestructura -- con que se cuenta y expone los métodos de trabajo. Como conclusión -- se señalan los principales aspectos en que la organización puede ser mejorada.

La tercera parte describe una alternativa de mejora para los aspectos señalados en la segunda. Se plantea un sistema de codificación y se explica los usos que tiene ésta como herramienta de la organización; también se propone mejoras para el procedimiento de inspecciones, para el control de lubricación y para el programa anual de mantenimiento preventivo con los mecanismos de control de trabajos.

En la cuarta parte se trata aspectos económicos del mantenimiento, analizando causas que originan costos adicionales por la indisponibilidad de máquinas, así como la forma en que deben establecerse costos en trabajos de mantenimiento. También se explica la importancia del cálculo del lote económico de piezas de reposición y se analizan los costos de mantenimiento y su incidencia en los costos totales de la empresa.

METODOLOGIA DE TRABAJO

Para el Capítulo 3 se usó como fuente de información entrevis-

tas hechas a cuatro personas que tienen bajo su responsabilidad distintos aspectos del mantenimiento en las centrales hidráulicas de ELECTROLIMA S.A. Estas entrevistas versaron sobre :

- Infraestructura
- Personal
- Organigrama
- Organización funcional del mantenimiento

Un resumen de las respuestas referentes al último aspecto mencionado figura en el Anexo A. Los otros datos recogidos se insertan a lo largo del capítulo.

En el Capítulo 4, en base a los programas existentes, se ha elaborado el Programa Anual de Mantenimiento Preventivo, que ha permitido preparar el Manual de Inspecciones y el Cuadro de Engrase. Estos trabajos fueron hechos en una microcomputadora IBM-XT en el lenguaje D Base-III, por ser éste apropiado para el manejo de "bases de datos" o archivos de información.

Para la elaboración de los cuadros mostrados en la evaluación económica del Capítulo 5, se utilizó la Memoria del Directorio del año 1984, así como los estados financieros auditados de dicho año, esta información es la más reciente que se pudo conseguir, desde que la memoria de 1985 no ha sido aún publicada.

C A P I T U L O 2

ELEMENTOS DE LA TEORIA DE MANTENIMIENTO

El presente capítulo tiene por finalidad expresar los puntos más resaltantes de la teoría de mantenimiento que se utilizarán en el trabajo, así como establecer el marco teórico para la nueva organización.

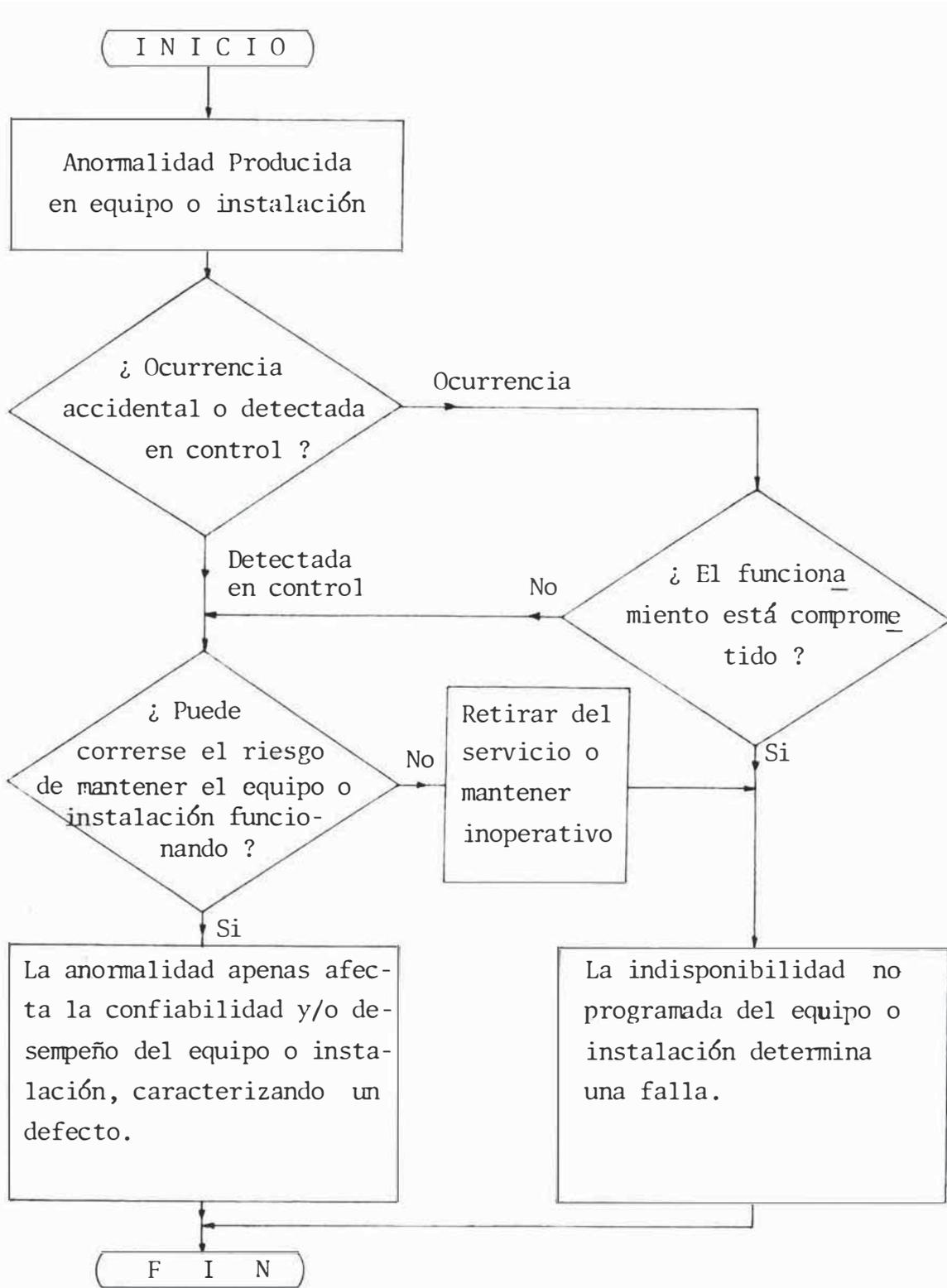
2.1 OBJETIVOS

"Mantenimiento" es la función empresarial a la que se encomienda el control constante de las instalaciones, así como el conjunto de trabajos de reparación y revisión de las mismas. Son objetivos generales de la organización de mantenimiento :

- Garantizar el funcionamiento regular y buen estado de conservación de las instalaciones productivas, servicios e instrumentación de los establecimientos.
- Contribuir a la reducción global de costos; buscando las condiciones operativas más económicas de la empresa.
- Apoyar con la experiencia adquirida a los proyectos en desarrollo.

En las centrales hidroeléctricas el mantenimiento coadyuva a mejorar la confiabilidad del sistema, asegurando la continuidad del servicio.

DIAGRAMA DE FLUJO PARA DIFERENCIACION ENTRE DEFECTO Y FALLA



Fuente "Aplicação do Método de Controle e Manutenção Programada em Usinas"
Ricardo Epitacio Batista - Setiembre 1982

Figura N° 2.1

Controles que necesitan sacar de servicio el equipo o instalación

Sin desmontajes

Con desmontajes

De modo similar, hay tres clases de reparaciones

Que no necesitan sacar de servicio el equipo o instalación.

Que necesitan sacar de servicio el equipo o instalación :

Sin cambio de componentes

Con cambio de componentes.

(8)

2.2.3 Mantenimiento Preventivo

Son los servicios programados de control y reparación ejecutados en un equipo o instalación con la finalidad de prever, detectar o corregir defectos evitando fallas.

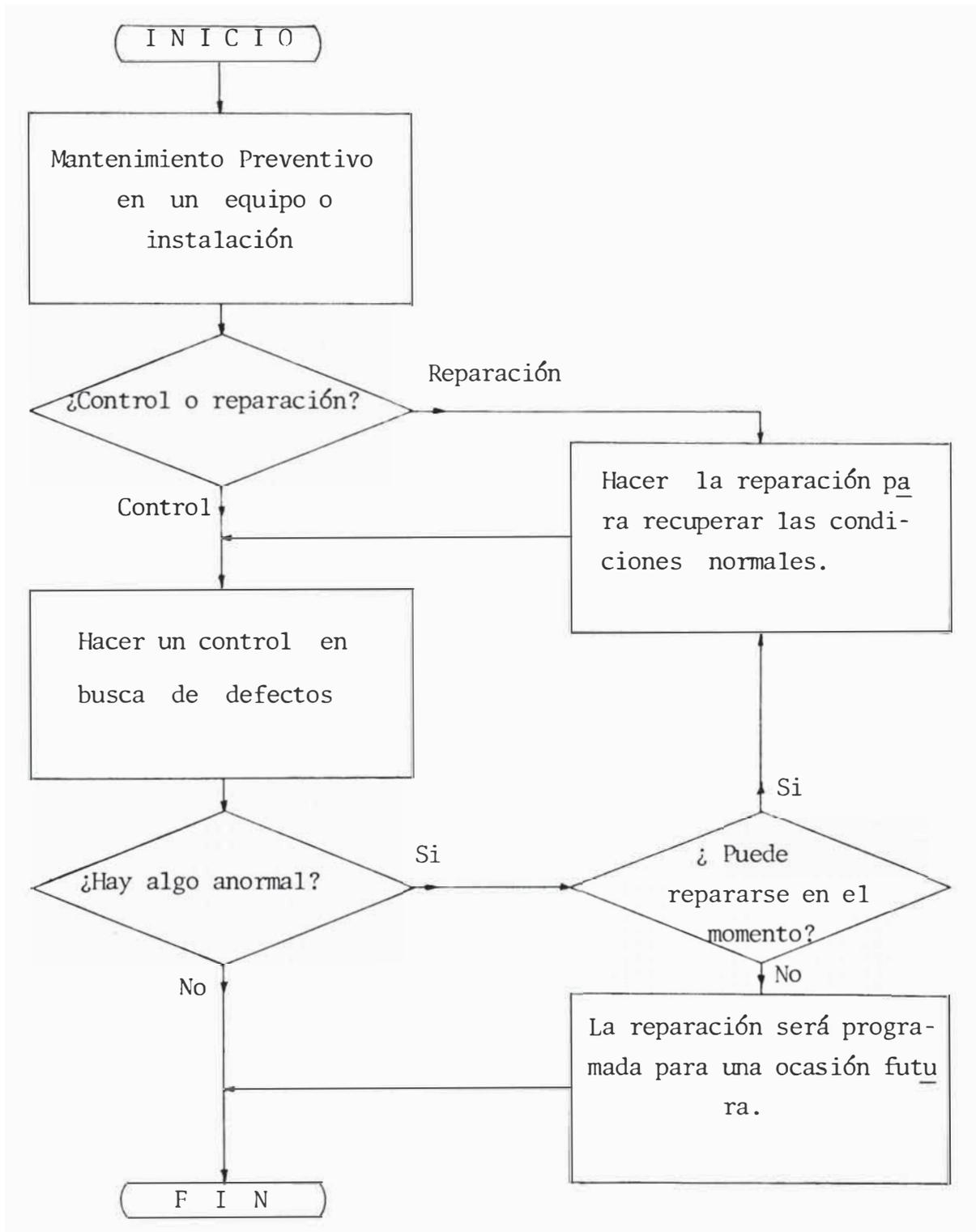
La frecuencia de ejecución de estos servicios se planifica en función del trabajo a ser hecho, su importancia y la experiencia. Cuando son periódicos, se programan para un año y cuando son eventuales, se los prevé de acuerdo a las necesidades y posibilidades de ejecutarlos.

La Figura N° 2.2 muestra el diagrama de flujo de las fases ejecutivas del mantenimiento preventivo.

2.2.4 Mantenimiento Correctivo

Es todo trabajo de verificación y reparación hecho en un equipo o instalación con defecto o falla. De acuerdo a su prioridad de ejecución se clasifican en

DIAGRAMA DE FLUJO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO



Fuente "Aplicação do Método de Controle e Manutenção Programada em Usinas"
Ricardo Eptacio Batista - Setiembre 1982

Figura N° 2.2

- Mantenimiento Correctivo de Emergencia debe ser realizado de inmediato.
- Mantenimiento Correctivo de Urgencia : puede ser diferido al gún tiempo, pero no necesariamente hasta su ejecución dentro del programa normal de mantenimiento.
- Mantenimiento Correctivo de Rutina : se hace dentro del programa normal de mantenimiento.

(8)

2.2.5 Código

Es una expresión convencional formada por letras, números, expresiones alfanuméricos o símbolos que identifican inequívocamente a un solo tipo de objeto concreto. Con "objeto" no se pretende significar una cosa específica, sino "un determinado" tipo de objetos exac tamente idénticos (no sólo similares) unos a otros. Si así fuese no debería hablarse de "código" sino de "matrícula".

Existen tres grandes categorías de sistema de codificación:

- Códigos Progresivos o Cronológicos : en que los primeros caracteres determinan la clase y el resto de posiciones son números que van creciendo progresivamente.
- Códigos de Tipo Funcional : constituidas de manera que permiten localizar el componente dentro de la instalación, pero - sin añadir nada respecto al tipo y características del comp o nente.
- Códigos de Tipo Descriptivo Genérico : describen las características constructivas del componente, así como algunas de las condiciones nominales del funcionamiento. Permiten agru

paciones por clases de componentes similares por función y estructura, aunque ubicados en distintos sitios de la instalación o incluso en situaciones geográficas diferentes.

(1)

2.2.6 Indisponibilidad de Máquina

Se denomina así al tiempo en que la máquina no puede entrar en servicio por ninguna circunstancia. Esto puede ocurrir por:

- Razones de seguridad

 - Labores de mantenimiento

- Falla de la máquina

 - Falla del sistema dentro del que funciona la máquina

No debe confundirse el tiempo de indisponibilidad con el tiempo en que la máquina no está en marcha por no necesitarse sus servicios.

2.3 PRINCIPALES INDICADORES

El objetivo de esta parte es definir los principales indicadores usados en la teoría de mantenimiento, los conceptos que comprenden estas definiciones son fundamentales. Hacer cuantificaciones en este aspecto debe ser meta futura para la organización de mantenimiento de Electrolima S.A. Este trabajo intenta dar las pautas necesarias para recoger datos que se requieren con el fin indicado.

2.3.1 Confiabilidad y Tasa de Fallos

Definir estos términos presupone los aspectos siguientes

- Está fijado inequívocamente el criterio que determina si el

elemento funciona o no funciona.

- Se han definido las condiciones ambientales y de utilización, y estas se mantienen constantes.
- Se ha determinado el período de tiempo durante el que se requiere que el elemento funcione.

Considerando la variable independiente "t": tiempo hasta el fallo de un elemento; se define como densidad de probabilidad a la función $F(t)$ tal que la probabilidad instantánea de que el elemento falle en el instante t o en su entorno infinitésimo es $F(t) dt$, probabilidad mostrada con el área rayada en la Figura N° 2.3

Función de Densidad de Probabilidad de Falla

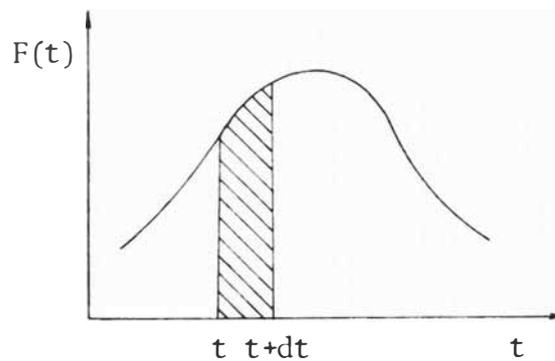


Figura N° 2.3

De acuerdo a esto, se define:

Confiabilidad : como la probabilidad de que el elemento funcione toda vía en el instante t .

Tasa de Fallos : como la función densidad de probabilidad de que un a parato, que ha sobrevivido hasta el momento t , falle en el intervalo dt siguiente.

La Tasa de Fallos es dimensionalmente la inversa del tiempo, por lo que también puede ser interpretada como el número de fallas en la unidad de tiempo.

(1)

2.3.2 Tiempo Medio Hasta el Fallo

Cuando se trata de sistemas reparables, se habla con más propiedad del tiempo medio entre fallos. Se define con la siguiente expresión :

$$MTTF = \int_0^{\infty} R(t) dt$$

Donde :

MTTF : Tiempo medio hasta el fallo

T(t) : Confiabilidad en el instante t.

(1)

2.3.3 Disponibilidad

Este parámetro tiene dos interpretaciones :

Relación entre el tiempo operativo (tiempo de buen funcionamiento) y el tiempo total que se necesita que funcione el sistema productivo.

- Probabilidad de que en un instante cualquiera el sistema esté en marcha. Esta probabilidad generalmente depende del tiempo transcurrido a partir del momento en que el sistema esté disponible para el servicio.

(1)

2.4 PRIORIDADES

Como se vió en el anterior subcapítulo, es indispensable disponer de una organización que de acceso :

Al recojo sistemático de datos

A un fácil intercambio de datos con otras empresas con miras a elaborar estudios de confiabilidad.

Además de tener mecanismos que permitan un pleno aprovechamiento de instrumentos tales como :

- Planos, instrucciones y manuales.
- Programas de mantenimiento, inspección y lubricación.
- Guías y Formularios de trabajos, de inspección y de lubricación.

Resulta vital dar a la organización de mantenimiento un marco teórico adecuado. Con este fin, se elaboró la Figura N° 2.4 en la que muestra el Diagrama Conceptual de la Organización de Mantenimiento, cuyos bloques se explican a continuación.

2.4.1 Normas y Procedimientos

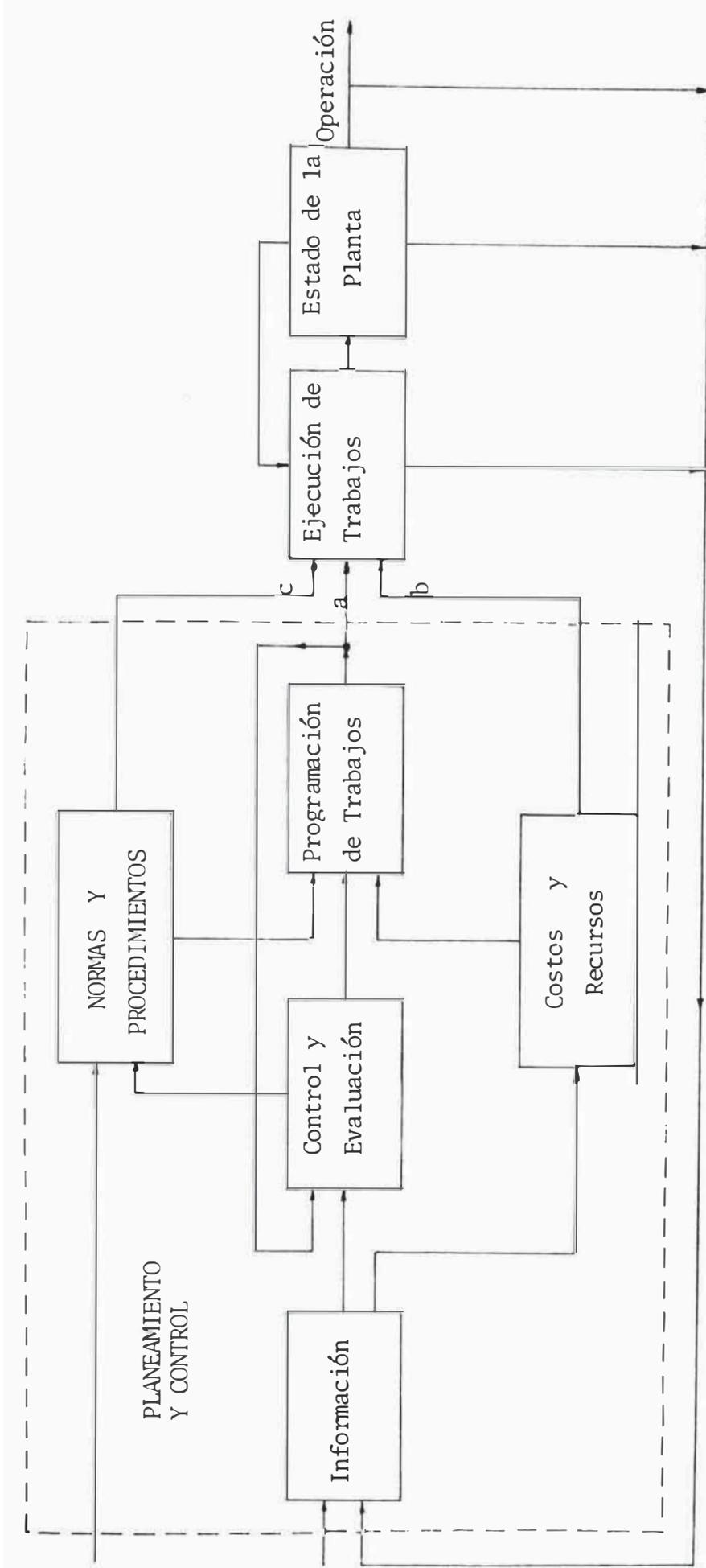
Son las guías de inspección y lubricación, hojas de procedimiento, boletas de trabajo, normas de trabajo, normas de seguridad, etc., hechas en base a información de fabricantes, experiencia en otras empresas y experiencia propia.

Estas normas y procedimientos son usadas en la programación y ejecución de los trabajos de mantenimiento.

2.4.2 Costos y Recursos

Es información referente a costos de horas-hombre, materiales, repuestos, etc., así como datos de recursos humanos y materiales disponibles.

DIAGRAMA CONCEPTUAL DE LA ORGANIZACION DE MANTENIMIENTO



- a: Programas de trabajo
- b: Recursos humanos y materiales
- c: Guías e instrucciones

Fuente : "Planejamento da Manutenção do Sistema de Produção de Energia"
 Companhia Hidroelétrica de São Francisco - 1982

Figura N° 2.4

La información respecto a recursos, es usada en la programación de trabajos, mientras que la de costos se utiliza en la evaluación económica de los mismos.

2.4.3 Control y Evaluación, Programación de trabajos

La información relativa a necesidades de mantenimiento es previamente evaluada para establecer prioridades, recursos necesarios etc., antes de proceder a la programación de trabajos con ayuda de las normas, procedimientos, costos y recursos.

Los programas de trabajo deben ser controlados y eventualmente reprogramados antes de ser ejecutados.

2.4.4 Ejecución de trabajos, Estado de la Planta

El objetivo de los trabajos de mantenimiento es prever, detectar o corregir defectos evitando fallas en la planta. Al tratarse de trabajos de tipo correctivo, la meta es lograr un estado óptimo de la planta, por lo que siempre debe verificarse los resultados y repetir el trabajo si es necesario, hasta lograr el cometido señalado.

En la ejecución de trabajos son indispensables las normas y procedimientos, programas de trabajo y recursos humanos y materiales.

2.4.5 Información

El banco de datos es el núcleo de la organización, en el se guarda información referente a :

- Estado de la planta
- Historia de máquinas
- Informes de trabajos de mantenimiento
- Programa anual de mantenimiento
- Costos
- Recursos

2.5 ELEMENTOS PARA UNA EVALUACION ECONOMICA

El objetivo de una evaluación económica de los trabajos de mantenimiento no es reducirlos, sino minimizar los costos globales de la empresa:

$$C_g = C_d + C_i + C_r + C_a$$

Donde

C_g Costo global

C_d Costos directos

C_i Costos indirectos

C_r Costo del capital inmovilizado en repuestos

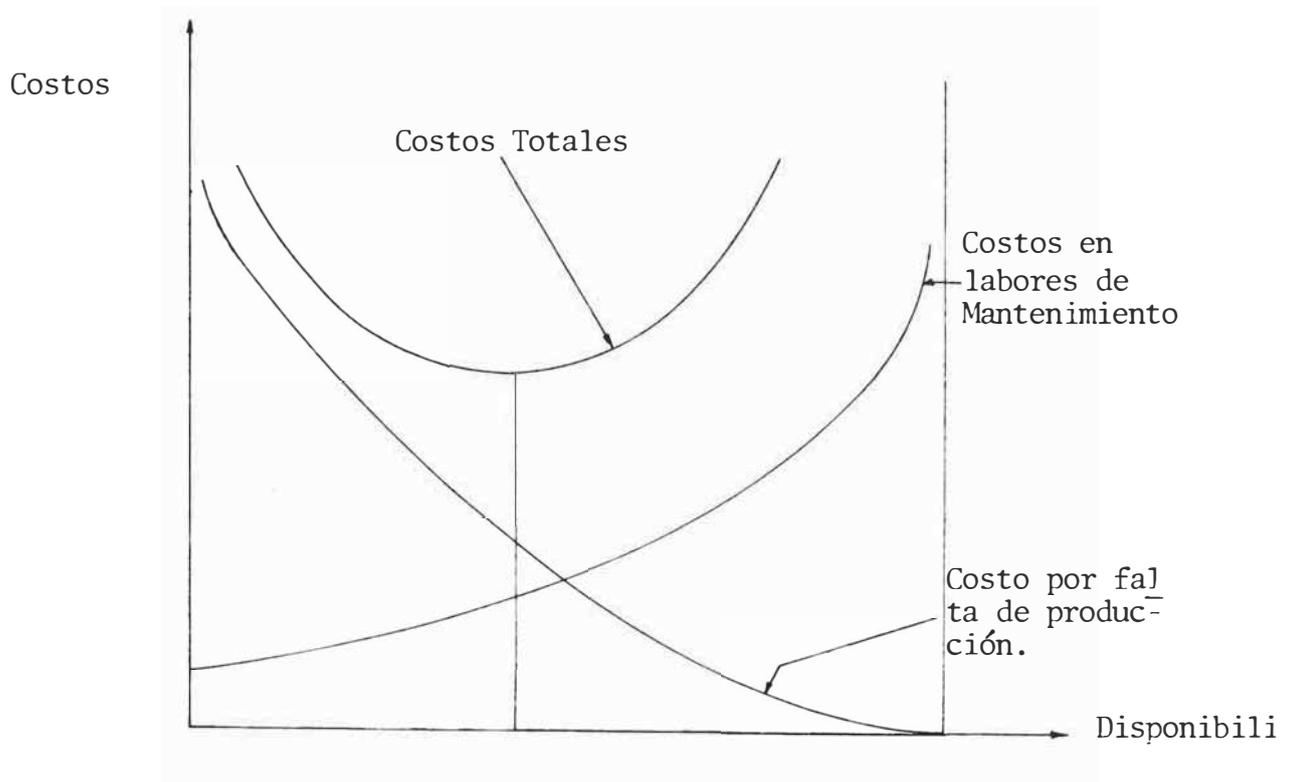
C_a Costos anexos (1)

Los costos directos son los que gravan el proceso mismo de -- producción, los indirectos son los desembolsados en la comercializa-- ción, así como en la administración de la empresa. Los costos anexos son los de índole financiera, mientras que el costo del capital inmovilizado en repuestos es un costo de oportunidad que obliga a calcu-- lar el tamaño más económico del lote de repuestos.

En este punto juega papel muy importante la disponibilidad -- pues cuanto mayor sea ésta serán menores los costos por falta de pro

ducción, pero se habrá incurrido en mayores costos en labores de mantenimiento, tal como se aprecia en la Figura 2.5

Punto Optimo de la Inversion en Mantenimiento



Fuente "Manual de Mantenimiento de Instalaciones Industriales"
A. Baldin - L. Furlanetto - A. Roversi - F.Turco - 1982

Figura N° 2.5

En la evaluación de costos de mantenimiento influyen tres factores primordiales : mano de obra, materiales y repuestos y tiempo de indisponibilidad; para los que debe establecerse mecanismos que permitan cuantificar agrupándolos selectivamente por tipo de trabajo para así detectar rubros de mayor incidencia.

C A P I T U L O 3

DEFINICION DEL PROBLEMA

El objetivo final de este capítulo es mostrar el modo en que se conduce el mantenimiento en las Centrales Hidráulicas de ELECTROLIMA, de manera que se evidencien las necesidades que tiene el sistema actual.

En el subcapítulo de Generalidades se explican aspectos fundamentales del sistema existente, dejando para el segundo el análisis de la organización actual de la información, debido a la gran importancia que tiene ésta en el mantenimiento.

A lo largo del capítulo, como en todo el trabajo, se pondrá especial énfasis en lo referente al mantenimiento de la Central Huinco.

3.1 GENERALIDADES

La Gerencia de Producción dentro de la cual está el sector de mantenimiento, tiene un presupuesto que representa aproximadamente el 14% del total de egresos de la empresa, lo que se puede apreciar en el Cap. V, y las instalaciones con que trabaja son parte importante del capital total de la empresa. Ello determina que el mantenimiento, siendo el rubro de mayores gastos de esta Gerencia, juegue papel muy importante en el desempeño de la Empresa.

3.1.1 Estructura Funcional

Como se observa en el Organigrama de la Gerencia de Producción, Figura 3.1, existen tres Subgerencias: una dedicada a la operación del sistema, íntimamente ligada a las otras dos que son de mantenimiento eléctrico y mecánico. Cabe mencionar que esta área gerencial está en reorganización y lo presentado es que está en proceso de implantación. A continuación se describen brevemente las funciones y estructura de las tres Subgerencias.

3.1.1.1 Subgerencia de Producción y Control de Sistemas

Es responsable de la operación de centrales y líneas con tensiones superiores a 30 KV. Tiene tres servicios:

Operación de Sistemas-Centro de Control: que coordina la operación de todas las centrales y líneas

Generación : tiene a su cargo todas las centrales, las mismas que a su vez poseen personal de operación y de taller. En el caso de la Central de Huinco, la organización es la mostrada en la Fig.3.2 Las otras centrales tienen organizaciones similares, se diferencian únicamente en el personal de operación.

Ingeniería de Operación : es responsable del desarrollo de estudios de estabilidad de la red y de su desempeño en perturbaciones.

3.1.1.2 Subgerencia de Mantenimiento Mecánico

Tiene a su cargo la dirección, coordinación y evaluación de los programas de mantenimiento mecánico y elabora estadísticas sobre el comportamiento de materiales y procedimientos utilizados en el mantenimiento. Posee tres servicios :

Mantenimiento : Realiza los montajes y desmontajes, así como pruebas y evaluaciones, de los equipos mecánicos que se encuentran en las distintas instalaciones; supervisa el cumplimiento de los programas de mantenimiento mecánico.

Taller mecánico-hidráulico : Efectúan reparaciones de piezas enviadas por el Servicio de Mantenimiento, tiene a su cargo un taller con máquinas herramientas y personal especializado.

Taller de transportes : Se encarga del mantenimiento de la Flota de Vehículos que dispone la empresa en la zona.

3.1.1.3 Subgerencia de Mantenimiento Eléctrico

Es responsable de la dirección, coordinación y evaluación de los programas de mantenimiento eléctrico, así como de establecer índices para evaluar la eficiencia de los trabajos de mantenimiento. Tiene cuatro departamentos :

Mantenimiento Eléctrico de Centrales : Planifica y coordina la elaboración de cuadros de mantenimiento, efectúa el control estadístico del mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos a su cargo. Tiene a su vez dos secciones: una se encarga de efectuar el mantenimiento eléctrico preventivo y/o correctivo de los circuitos de mando, señal y protección; la otra del mantenimiento mecánico preventivo y/o correctivo de los equipos electromecánicos de alta y baja tensión.

- Mantenimiento Eléctrico de Centros de Transformación : Tiene funciones y organización similares al departamento antes descrito. Adicionalmente, dispone de una sección que se dedica a efectuar amplia

ciones, renovaciones y/o reparaciones de los Centros de Transformación.

Mantenimiento de Redes de Transmisión: Planifica y coordina el mantenimiento preventivo y/o correctivo de redes aéreas y subterráneas de alta tensión. Tiene cuatro secciones : dos de ellas se dedica a efectuar el mantenimiento de redes aéreas una "en frío", y la otra "en caliente"; otra sección hace el mantenimiento de redes subterráneas de alta tensión; y, la última realiza labores administrativas, además de formular el programa de mantenimiento de redes en coordinación con las otras secciones.

Ingeniería de Mantenimiento de Redes: Analiza y evalúa las técnicas de mantenimiento de redes y estudia la Factibilidad de mejorar los procesos mediante la introducción de tecnología nueva.

3.1.2 Personal e Infraestructura

En adelante se concentra atención sólo en aquellos organismos que atienden el mantenimiento de las centrales.

3.1.2.1 Central Huinco

Personal: La operación permanente se efectúa en 3 turnos rotativos de 8 horas cada día, todos los días del año. Como puede verse en el Organigrama de la Fig. 3.2, son 5 personas las que cubren un turno, el Jefe es un Técnico, las otras son trabajadores manuales. Aparte de los 15 titulares del turno, hay 2 trabajadores manuales -- también de turno para cubrir salidas de franco semanales de los titulares. Cuando hace falta, el personal de taller cubre el turno -- del titular que está de vacaciones o de franco. Las salidas de --- franco de los jefes de turno son cubiertas por los técnicos electri

ORGANIGRAMA DE LA CENTRAL DE HUINCO

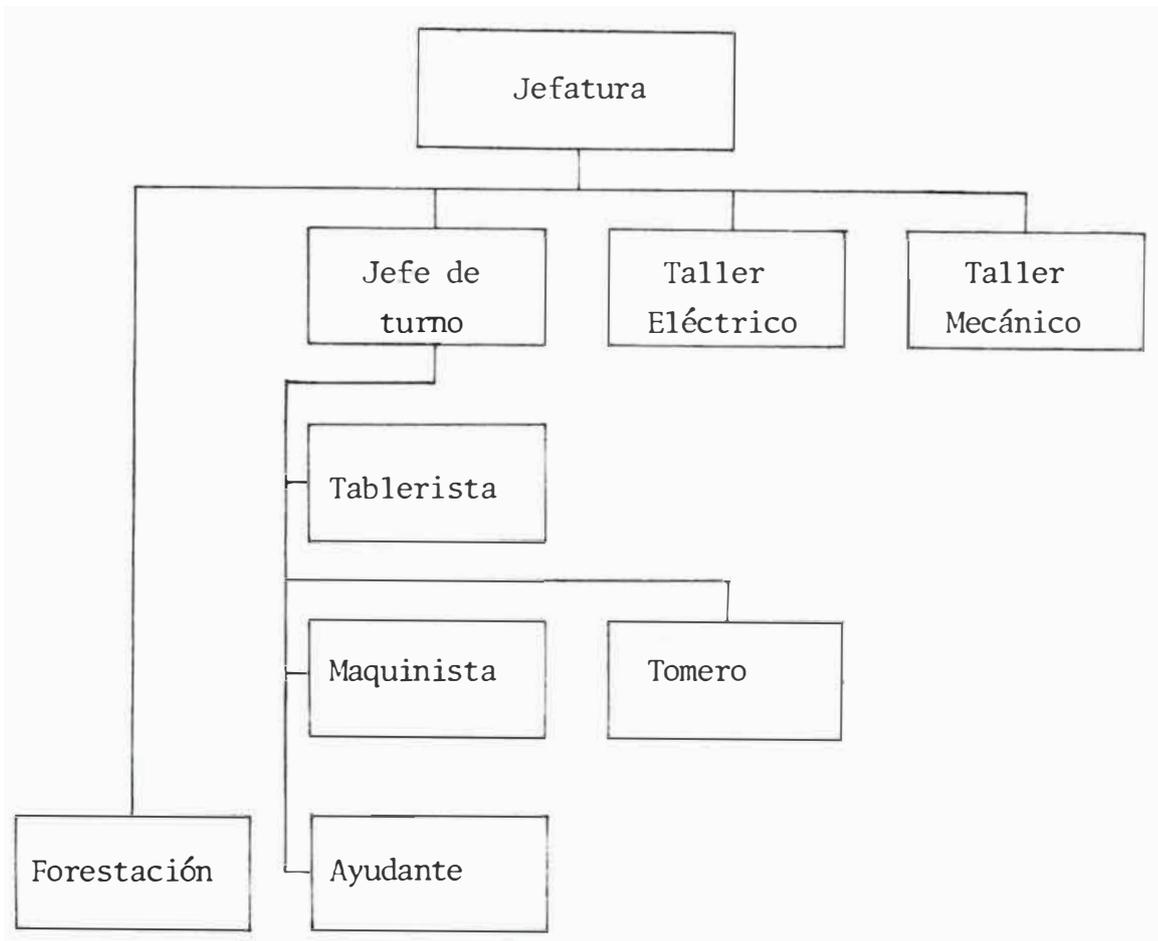


Figura N° 3.2

cistas del taller.

El Taller Mecánico dispone de dos técnicos mecánicos, 2 capataces y 8 trabajadores manuales. El Taller Eléctrico tiene tres técnicos electricistas y un trabajador manual.

Para administrar los almacenes se tiene un empleado y un trabajador manual, adicionalmente hay un trabajador manual de limpieza y 5 jardineros.

En la dirección de todo este grupo está la Jefatura de la Central, que está a cargo de cuatro profesionales, un Ing. Mecánico, otro Mecánico-eléctrico y dos Ings. Técnico-electricistas, uno de los cuales es el jefe y los otros hacen turnos de 24 horas todos los días del año, los turnos de descanso son cubiertos por el Jefe de la Central o por un jefe de relevo común a todas las centrales.

Infraestructura : El capítulo IV hace referencia a las instalaciones de la central en detalle, aquí solo se menciona lo referente a los talleres de mantenimiento.

La central dispone de dos talleres para trabajos mecánicos, uno adyacente a la Sala de Máquinas y otro, en proceso de instalación, en el exterior de la caverna. El primer taller dispone del siguiente equipo :

- 1 torno de 600 mm de volteo
- 1 taladro de columna
- 1 sierra eléctrica
- 2 esmeriles fijos
- 2 esmeriles portátiles
- 3 máquinas para soldadura eléctrica

1 equipo de oxiacetileno

1 compresora de 200 libras, incluye una red de distribución

1 equipo de capucha con suministro de aire para trabajos de pulido de cucharas

1 Grúa de 5 ton.

El taller eléctrico dispone de un megómetro y un panel de pruebas eléctricas además de las herramientas usuales. Adicionalmente, la central tiene instaladas grúas de 65/15/5 ton. en la sala de máquinas y otras de 15 ton en la cámara de válvulas esféricas. En cuanto a movilidad, se dispone de :

1 ómnibus

1 camioneta Pick Up

2 camionetas panel

La Central tiene cuatro almacenes y un depósito, tres de ellos se encuentran en la caverna, el restante y el depósito se hallan en el exterior.

3.1.2.2 Mantenimiento Mecánico

Actualmente hay dos plantas de mantenimiento, cada una con su respectivo equipo de personal que serán unificadas con la fusión en proceso; un equipo se dedica a los trabajos de las que fueron Centrales de HIDRANDINA y el otro atiende sólo al resto de centrales.

Al conjunto que pasó de HIDRANDINA, se denomina en este trabajo "Planta Moyopampa", y al otro como "Planta Yanacoto", por su procedencia.

Personal: Aparte del Subgerente, que es ingeniero mecánico, en la la Planta Yanacoto laboran tres ingenieros, dos mecánicos y un in-

dustrial. En la Planta Moyopampa hay un ingeniero mecánico. La Planta Yanacoto dispone de 5 técnicos mecánicos y 2 empleados administrativos: un dibujante y una secretaria; la Planta Moyopampa de 3 técnicos mecánicos y 1 electricista. El personal de trabajadores manuales en la de Yanacoto es de 37, y de 30 en la de Moyopampa. En esta última funciona una maestría automotriz dirigida por un técnico y un empleado administrativo y cuenta con 25 trabajadores manuales.

Infraestructura : La Planta Yanacoto dispone de

- 2 tornos de 600 mm de volteo
- 1 torno de 1200 mm de volteo
- 1 fresadora
- 1 talador de columna
- 1 taladro radial
- 4 máquinas de soldar

La Planta Moyopampa tiene

- 1 torno vertical de 2000 mm de volteo
- 1 torno de 1200 mm de volteo
- 5 tornos de 600 mm de volteo
- 2 fresadoras
- 1 taladro radial
- 2 taladros de columna
- 3 esmeriles
- 10 máquinas para soldadura eléctrica
- 8 equipos de oxiacetileno
- 1 horno de inducción

1 equipo de metalizado

3 grúas de 10 ton.

La Planta Yanacoto tiene 2 talleres: uno mecánico-hidráulico y otro automotriz. La de Moyopampa tiene cuatro talleres: Maquinado pesado, Maquinado liviano, Soldadura y Vehículos. Esta última planta tiene dos almacenes mientras que la de Yanacoto dispone solamente de uno.

El equipamiento de transporte y movilidad de la Planta Yanacoto es:

1 Microbús

1 Camión

5 Camionetas Pick Up

1 Camioneta de doble cabina

3 Camionetas panel

El de Moyopampa se compone de :

1 Microbús

1 Camioneta Pick Up, asignados al taller mecánico-hidráulico; además

6 Camionetas Pick Up de las que 3 están operativas;

estas últimas unidades las administra el Taller de Vehículos, prestando servicios de movilidad tanto al Taller mecánico-hidráulico, como a las diversas dependencias administrativas que tiene la empresa en la zona

3.1.2.3 Mantenimiento Eléctrico

Sólo se detalla el caso del Departamento de Mantenimiento Eléctrico de Centrales, pues los otros tres departamentos no tienen que ver directamente con ellas.

Personal: En este departamento laboran 2 profesionales, un Ingeniero Mecánico-Eléctrico y un Contador, 8 técnicos electricistas y 20 trabajadores manuales, adicionalmente un trabajador manual apoya al contador.

Infraestructura: El departamento tiene un pequeño almacén, un depósito y dispone de un taller reducido en el que se cuenta con:

- 1 taladro
- 1 Esmeril
- 1 Equipo de oxiacetileno
- 1 Máquina de soldar

Adicionalmente se tiene los siguientes equipos para los trabajos - en las instalaciones:

- 1 Megómetro motorizado de 2500 V
- 1 Megómetro manual de 5000 V
- 2 Transformadores de corriente variable
- 1 Maleta de prueba de relés de distancia
- 1 Cronógrafo
- 1 Espinterómetro

Las facilidades de movilidad con que se cuenta son las siguientes:

- 2 Camionetas Pick Up
- 2 Camionetas Panel
- 1 Jeep

A mediano plazo se instalará un laboratorio de pruebas y un taller de baterías.

3.1.3 Modalidades de Trabajo

3.1.3.1 Central Huinco

3.1.3.1.1 Instrucciones de trabajo

Para todas las maniobras de operación de la central y trabajos del taller se aplica el manual denominado "Normas de Seguridad de la Central Huinco"

Para trabajos de mantenimiento de mayor importancia del taller de la central, se tienen Hojas de Procedimiento", en las que se detallan los siguientes aspectos:

- Personal requerido
- Herramientas y materiales
- Normas de seguridad
- Procedimiento de trabajo
- Planos y manuales de referencia
- Horas-hombre
- Horas de interrupción del servicio

Aunque se dispone de estas ayudas para los trabajos, se dejaron de utilizar, pues debían ser elaboradas cada vez que se ejecutara un trabajo, añadiendo además fechas de inicio y término, firmas del supervisor y de la jefatura. Lo que resultó labor tediosa, sobre todo cuando se trataba de tareas muy conocidas por los trabajadores.

El trabajo de inspección de instalaciones es función del personal de operación de la central. Existe un rol de inspecciones para los Jefes de turno y semanalmente se hace inspección hidráulica de uno de los grupos, para la cual se dispone de un formato guía.

En un archivo se guardan manuales de equipos y planos clasificados como sigue:

Obras Civiles

Mecánicos

- Eléctricos

Los planos eléctricos, por ser esquemas de montaje, en muchos casos no son aptos para trabajos de mantenimiento, porque con frecuencia obligan al uso de varios planos simultáneamente, convirtiendo el seguimiento de un circuito en una labor muy complicada.

3.1.3.1.2 Trabajos de mantenimiento

En base al programa anual proporcionado por el Servicio de Mantenimiento Mecánico y al resultado de las inspecciones, se elaboran programas semanales para el taller mecánico, dejando generalmente a criterio del jefe del taller la distribución de personal. El taller eléctrico sigue autónomamente el programa anual proporcionado por el servicio de mantenimiento eléctrico, pero eventualmente realiza trabajos adicionales como resultado de inspecciones e imprevistos que acontecen.

El seguimiento del programa anual de trabajos no es muy estricto y si se incumple o hay necesidad de reajustarlo para el año siguiente, no existe un mecanismo eficaz que permita dar curso al cambio.

El control de trabajos del programa semanal se hace mediante supervisión diaria e informe interdiario del Jefe de Taller.

Cuando se presenta un trabajo de mayor importancia que --

los de rutina, se elabora un cronograma de actividades del personal propio de la central, durante su desarrollo se anotan observaciones estimadas convenientes que se archivan para utilizarlas en oportunidad futura.

3.1.3.2 Mantenimiento Mecánico

3.1.3.2.1 Instrucciones de trabajo

Aunque no se tiene un manual de normas y procedimientos para los trabajos del taller, si se procura tomar medidas de seguridad. Para las centrales Moyopampa y Huampaní se dispone formatos de inspección, en los que se registran también algunos trabajos preventivos.

Los planos y manuales están en un archivo clasificados por centrales y por equipos. Cabe mencionar que tanto la Planta Yanacoto como la Planta Moyopampa tiene archivos separados para las centrales que tradicionalmente eran objeto de su atención.

3.1.3.2.2 Trabajos de mantenimiento

Tanto la Planta Yanacoto como la de Moyopampa elaboran programas anuales de mantenimiento preventivo, por lo general lo hacen en base al del año anterior, añadiendo o eliminando trabajos de acuerdo a las experiencias obtenidas. En la Planta Yanacoto no se acostumbra hacer seguimiento minucioso del programa, y se conoce parcialmente el cumplimiento de la labor encomendada a los Talleres de las centrales. En la Planta Moyopampa se hace seguimiento, bajo firma del ejecutor del desarrollo de los programas.

En la Planta Yanacoto se acostumbra preparar un programa diario de trabajos del taller, en base a priorización de los pedidos, hechos verbalmente por las jefaturas de las centrales y al programa anual. Para controlar el cumplimiento de estos programas se usa una boleta de trabajo, en la que el responsable da cuenta del avance y resultados obtenidos cuando el trabajo es hecho en las centrales; sin embargo, cuando es hecho en el taller, se opta por la supervisión directa.

En la Planta Moyopampa se emplean solicitudes de trabajo, enviadas por las centrales, de las que se desprenden órdenes de trabajo para el taller, a éstas se añaden otras provenientes del programa anual. El seguimiento de trabajos se hace por supervisión directa y mediante informes de aquellos realizados en las centrales.

La labor de inspección es responsabilidad de las centrales en el caso de las que atiende la Planta Yanacoto, aunque algunas inspecciones que requieren equipo especial con el que no cuenta la central, son hechas directamente, como resultado de ellas se programan trabajos correctivos.

En el caso de las centrales a las que atiende la Planta Moyopampa, las inspecciones son mayormente hechas por su personal, dejándose a la central inspecciones y labores de mantenimiento rutinarias y de menor importancia.

Cuando aparecen trabajos de mayor envergadura, por lo general se procede en base a la experiencia o en algunos casos se prevé una secuencia de actividades por realizar. Existe la idea que ningún trabajo posee suficiente envergadura como para buscar medios de alcanzar un plan óptimo de tiempos.

3.1.3.3 Mantenimiento Eléctrico

3.1.3.3.1 Instrucciones de Trabajo

Este departamento tampoco dispone de un manual de normas y procedimientos para la ejecución de trabajos, y se siguen normas dictadas por la experiencia.

Los manuales de equipos cuyo mantenimiento corre bajo su responsabilidad están archivados alfabéticamente; mientras que los esquemas eléctricos y planos se archivan clasificados por centrales y por equipos.

3.1.3.3.2 Trabajos de Mantenimiento

Anualmente se prepara un programa de mantenimiento preventivo, para ello se usa de base el programa del año anterior, considerando los resultados obtenidos, la experiencia propia y la recogida de otras empresas. Se hace un seguimiento del cumplimiento de este programa mediante firmas de los responsables tanto en la central como en el mismo departamento, adicionalmente, al término de cada jornada se elabora una boleta que indica el avance del trabajo.

Semanalmente se prepara un programa de trabajo, cuando no hay trabajos fuera de la rutina, se atiende una central por vez, durante dos meses cada año. El conjunto de trabajos a realizar proviene del programa mensual de disponibilidad de máquinas, hecho por el Centro de Control, en base a los pedidos de los encargados del mantenimiento para cumplir sus programas anuales, así como de los trabajos pendientes y eventualidades que pudieren presentarse. La asigna

ción de los trabajos se hace mediante órdenes de trabajo en boletas preparadas para tal fin, que son entregadas a los técnicos responsables de cada trabajo.

Información del estado de las instalaciones se obtiene por comunicación directa del personal de operación, el cual debe hacer -- inspecciones rutinarias e informar si encuentra anomalías o tiene dificultades con algún equipo. Las labores de mantenimiento preventivo rutinario sirven también para decidir inspecciones más minuciosas y establecer posibles modificaciones.

Al presentarse un trabajo de gran envergadura se realiza una reunión de planificación que analiza el problema, evalúa los recursos disponibles y los que faltan, hace una relación de trabajos por abordar y estima el tiempo requerido. En todo este proceso la experiencia juega rol muy importante. Al finalizar el trabajo mediante una evaluación se establecen los resultados obtenidos.

3.1.3.4 Centro de Control

Como aclaración del trabajo, se señala que el centro de -- Control, encargado de coordinar la operación de centrales y líneas, es quien decide cuando es oportuno y conveniente realizar el trabajo de mantenimiento en una máquina. Por ello, los responsables del mantenimiento deben solicitarle con la anticipación debida el programa de paradas de máquinas, para que establezca las coordinaciones que sean necesarias con el fin de no perjudicar el servicio que presta a los usuarios.

Con este objeto, el Centro de Control elabora el Programa

Mensual de Paradas de Máquinas el cual también está sujeto a las ocurrencias eventuales que siempre afectan al sistema.

3.1.4 Aspecto Económico

No se realiza evaluación de costos de los trabajos de mantenimiento, aunque se recogen datos que podrían servir a este fin. Hay intención de establecer dichos costos en el futuro.

Solamente se hacen evaluaciones económicas al hacer trabajos para terceros, en ellas se incluye costos de:

- Horas-hombre ,normales y extraordinarias
- Dirección técnica
- Equipo
- Materiales
- Movilidad
- Viáticos

Existe un gran interés por conocer costos de trabajos de mantenimiento, pero se requiere dotar al personal de medios y procedimientos para obtenerlos.

3.2 ORGANIZACION ACTUAL DE LA INFORMACION

La información desempeña papel muy importante en los trabajos de mantenimiento, ya que permite conocer la instalación tanto constitutiva como históricamente. Es por ello que en este subcapítulo se da énfasis al análisis de su organización actual

3.2.1 Historia de las Máquinas

Entre los responsables del mantenimiento existe consenso relativo a la gran importancia que tiene conocer antecedentes de funcionamiento de los equipos para poder detectar posibles anomalías o variar las periodicidades de mantenimiento, así como solucionar nuevos problemas. Sin embargo no se tiene una metodología certera y ordenada para almacenar esta información, aunque cada sector -- tiene sus métodos propios, han pasado períodos largos sin que se la ordene.

A continuación se describe la forma como se guarda la historia de las máquinas en la actualidad:

3.2.1.1 Central Huinco

Archivo por grupos dividido en

Válvulas Esféricas

turbinas

Alternador

Exitatriz

Varios

Informes Mensuales, en los que se detallan los principales trabajos hechos en las instalaciones de la central, señalando los que quedan pendientes.

Informes de Revisión Hidráulica, son formatos que se llenan con -- los resultados de las revisiones hidráulicas en los grupos, en ellos se incluye el estado en que se encuentra cada parte revisada

y las horas de funcionamiento acumuladas.

Planillas de Control, las hay de varios tipos:

- . Sala de Mando, con los parámetros eléctricos de cada grupo y línea tomados cada media hora.

- Sala de Máquinas, con las temperaturas de: cojinetes, aire de refrigeración, alternador y transformador.

- . Control de Baterías

- Control de Botellas de CO₂

Mensualmente se hace un gráfico de temperaturas máximas de: cojinetes, alternador y aire de refrigeración.

Cuaderno de Control de Motores ; en el cual se anotan todas las fallas e intervenciones de mantenimiento hechas en cada motor eléctrico. Está organizado de acuerdo a la ubicación del motor en la instalación.

Cuaderno de servicio, los llevan separadamente la Jefatura de la Central y el Jefe de turno, en ellos se anotan todas las ocurrencias del día.

3.2.1.2 Mantenimiento Mecánico

Archivan los informes y partes de trabajo, separados por central y por máquina, esta información está al alcance de muchas personas y con frecuencia se pierden documentos.

3.2.1.3 Mantenimiento Eléctrico

Se tiene un archivo histórico desde el año 1972 para los trabajos de importancia. Este está clasificado por centrales y por equipos, para cada equipo se dispone de un cuaderno.

3.2.2 Inventario de las Instalaciones

Los responsables del mantenimiento no disponen de esta información, a excepción de los de Mantenimiento Eléctrico que la tienen de modo muy rudimentario y con el fin exclusivo de hacer informes anuales del porcentaje de atención a equipos de protección, manobra, alternadores, etc.

3.2.3 Almacenes

La empresa tiene un Almacén General desde el que se abastecen todos los que están en zonas periféricas, en ese almacén general se lleva el control de stocks correspondientes a las centrales, mediante una computadora.

En los almacenes periféricos está establecido el control - mediante tarjetas en las que figuran entradas, salidas, saldos y stock mínimo.

Seguidamente se indica como están organizados los almacenes con los que se atiende el mantenimiento

3.2.3.1 Central Huinco

Dispone de 4 almacenes y un depósito :

- Almacén N° 1: Con repuestos, materiales y Herramientas de uso frecuente.
- Almacén N° 2: Con repuestos y algunos materiales de uso poco frecuente.

Almacenes N° 3 y N° 4 Repuestos de uso eventual

Depósito de recuperos Con piezas y equipo que han sido retirados de uso, pero cuyas partes aún pueden ser usadas.

Las dos personas que administran estos almacenes tienen el stock de materiales y repuestos constantemente actualizados.

3.2.3.2 Mantenimiento Mecánico

Cada central tiene sus repuestos, por lo que en la Planta Yanacoto sólo se dispone de un almacén de herramientas y algunos materiales. En estos almacenes no se lleva registro alguno de entradas o salidas de materiales que con frecuencia se agotan afectando el trabajo u obligando a gastos no previstos.

Por otro lado la Planta Moyopampa tiene dos almacenes uno de herramientas con un almacenero y otro general administrado por dos personas en el que hay control de stock por medio de tarjetas. En éste último almacén se tienen materiales y algunos repuestos de uso frecuente.

3.2.3.3 Mantenimiento Eléctrico :

Estando previsto tener un pequeño almacén en la actualidad todos los pedidos que llegan son llevados directamente a los almacenes de las centrales. Ahora se dispone solamente de un pequeño depósito de herramientas y materiales de uso frecuente y otro de materiales de poco uso.

3.3 CONCLUSIONES

En esta parte del capítulo se quiere hacer un recuento de lo descrito antes y señalar los problemas más importantes de la actual organización de mantenimiento. A la solución de ellos se pone especial énfasis en el capítulo que sigue al presente.

1. Las Centrales hidroeléctricas que pertenecen a ELECTROLIMA S.A. fueron originalmente propiedad de dos empresas privadas denominadas " EMPRESAS ELECTRICAS ASOCIADAS" e "HIDRANDINA S.A.", las que en la década anterior pasaron a propiedad del Estado. Con la última reorganización del Sector, se asignó a Hidrandina S.A. una zona de concesión distinta, esto ha traído a Electrolima S.A. el problema de fusionar las organizaciones de mantenimiento que ambas empresas tenían en la zona objeto de análisis.

2. Se encuentra satisfactoria la capacidad técnica del personal dedicado a mantenimiento. Introduciendo mejoras de organización se puede aprovechar más eficientemente sus potencialidades.

3. El Manual de Organización y Funciones, en el aparte destinado a la Gerencia de Producción define las responsabilidades del personal que labora en ella. Requiere complementarse con las de aquellos trabajadores de jerarquías inferiores a las de Jefe de Departamento, a semejanza de lo hecho en el sector de Mantenimiento Eléctrico.

4. Se hace necesario definir responsabilidades sobre el mantenimiento de las instalaciones, para evitar dificultades que puedan alcanzar niveles de conflicto entre los talleres propios de la central y las dependencias generales de mantenimiento.

5. Es conveniente reformular los procedimientos con que se preparan programas anuales de mantenimiento, buscando unificar cri

terios entre las dependencias involucradas, con el fin de facilitar el control y tener mecanismos para conocer los trabajos de un periodo determinado, sea que estén pendientes o ya ejecutados.

6. Es necesario sistematizar la clasificación y recolección de la información requerida, con miras a que preste mejor utilidad a los trabajos de mantenimiento. En este contexto será importante, incluso, reformular esquemas eléctricos y hojas de procedimientos.

7. Existe la necesidad de establecer un archivo claro y actualizado que provea información histórica del mantenimiento de las instalaciones y datos técnicos de cada uno de los equipos existentes en las centrales.

8. Hay necesidad de efectuar evaluaciones económicas de los trabajos de mantenimiento más importantes y principalmente de los de mayor envergadura, con el objeto de racionalizar el gasto, detectando los rubros de mayor incidencia.

C A P I T U L O 4

METODOLOGIA

Dado que las mayores dificultades de la organización de mantenimiento analizada son de índole metodológica, en el presente capítulo se establecen mecanismos mediante los cuales se da solución a estas dificultades; siendo el objetivo final plantear un esquema para la programación y el seguimiento de los trabajos de mantenimiento, adecuado a los criterios de índole teórica planteados en el Capítulo 2.

A lo largo del capítulo los ejemplos de aplicación citados se refieren a la Central Huinco, para la cual se ha diseñado un nuevo sistema de inspecciones y control de trabajos, aprovechando en lo posible las actuales métodos. Debido a que la Central Huinco no es totalmente autónoma para su mantenimiento, parte de este es responsabilidad de las Subgerencias de Mantenimiento Mecánico y de Mantenimiento Eléctrico, se procede a hacer un planteamiento de su organización.

Como se ha visto en el Capítulo 2 y se hace patente en este capítulo, no se puede independizar el mantenimiento mecánico del mantenimiento eléctrico, porque ambas operaciones se realizan en las mismas plantas y deben usar la misma metodología de trabajo. De esto se desprende la necesidad de que los dos sectores tengan una misma dirección cuya función sea conciliar políticas generales de mantenimiento.

Del análisis parecería desprenderse la conveniencia de unificar la dirección de estas operaciones con la organización de una sola Subgerencia de Mantenimiento.

4.1 INVENTARIO DE LA INSTALACION

Es obvio que antes de estudiar la organización del sistema de mantenimiento, es necesario disponer de información exhaustiva de los equipos a los que se prestará atención. Sin embargo, la información de que disponen los responsables del mantenimiento es ahora restringida.

Resulta así que tener esta información es vital para poder manejar la gran cantidad de datos que se necesita conocer para estas labores.

4.1.1 Codificación Propuesta

Existen dos tipos de codificación, cada uno con objetivos diferentes, una es la codificación funcional y otra es la descriptiva. El primer tipo es útil para organizar los trabajos de mantenimiento, ya que facilita la ubicación dentro de la instalación. Mientras que los códigos descriptivos identifican componentes independientemente de la instalación en que estén, estos códigos son especialmente importantes para la obtención de datos cuando se realizan estudios de confiabilidad, este tipo de codificación debería ser dada como norma para todas las empresas del país, con el objeto de recoger suficiente cantidad de datos que permitan hacer los estudios antes citados. Los códigos descriptivos son también de gran utilidad en la identificación de piezas de repuesto en almacén. (1)

4.1.1.1 Código Funcional o de Localización

El código propuesto tiene ocho posiciones alfanuméricas, siendo válidos los siguientes caracteres:

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ1234567890

La estructura es la siguiente:

UUSSMMPP

Donde :

UU : Unidad Productiva, con estas dos posiciones se señala la central o grupo de instalaciones que funcionan en forma independiente. Ejemplo: las lagunas de la vertiente del Atlántico -- con la minicentral de Marcapomacocha o las lagunas de la vertiente del Pacífico con la minicentral de Milloc.

SS Sección, es un conjunto de máquinas o instalaciones caracterizadas por estar ligadas mediante una integridad funcional.

Ejemplo Un Grupo de Generación

MM Máquina o conjunto elemental, es un conjunto de componentes -- que cumplen una función básica en el interior de una sección.

Ejemplo : La Turbina

PP Parte, el el componente o grupo de componentes que desarrollan una función elemental dentro de la máquina o sistema.

Ejemplo : El Inyector.

En el anexo B está la codificación desarrollada para la Central Huinco. En todos los anexos se considera solamente al Grupo N° 1, no obstante que son cuatro.

4.1.1.2 Código Descriptivo

La empresa utiliza una codificación para sus materiales de alma

cén, a la que llama "Número de Matrícula", que no es apropiada a las necesidades de un estudio de confiabilidad. Dado que el planteamiento de un código de esta naturaleza escapa a los alcances del trabajo. Se usará el número de matrícula. Sin embargo se describe a continuación las características de un código hecho con estos propósitos, impuesto por el Departamento de Defensa Estadounidense a sus proveedores, llamado Idep-II, cuya estructura es la siguiente:

Yxx/BCDEfg/HIJk/vw/z

Para un componente dado, se tiene que:

Y : Familia a la que pertenece. Ejemplo:

- A Conducciones
- E Elementos mecánicos rotativos
- H Elementos mecánicos con movimiento alternativo
- R Componentes electrónicos
- X Instrumentos de medida, control y regulación

xx Clase del componente dentro de la familia. Ejemplo: Para conducciones :

- 05 Tuberías
- 10 Recipientes
- 15 Bridas
- 20 Válvulas
- 25 Bombas
- 30 Purgadores de condensación
- 35 Juntas de retención
- 40 Conexiones sin brida

B,C,D,E Caracteres del grupo operativo, con significado una vez conocida la familia, esta parte está destinada exclusivamente

a la obtención de datos sobre fallas, para posteriores estudios de confiabilidad y acciones a nivel de proyecto. Ejemplo: Para el caso de conducciones:

- B Fluido
- C Temperatura
- D Presión
- E Caudal ponderal

f,g Caracteres del grupo operativo, con significado una vez conocida la clase del componente. En la familia de conducciones. Ejemplo: Tratándose de válvulas:

- f Función
- g Gobierno

H,I,J Caracteres del grupo constructivo, con significado determinado una vez fijada la familia, Ejemplo: Para el caso de conducciones:

- H Fabricante
- I Tipo
- J Material

K Caracter del grupo constructivo, con significado una vez fijada la clase del componente. Ejemplo: Para el caso de válvulas en la familia de conducciones:

K : Dimensión - diámetro nominal -

V,W Caracteres para uso de almacén, sirve para identificar en forma unívoca un componente, puesto que la codificación está hecha por clases de valores de los distintos parámetros. Estos caracteres pueden contener información adicional sobre el componente o simplemente ser una numeración sucesiva dada por el almacenero.

Caracter de individualización exacta del componente, si hay -
mas de uno instalado en la misma sección este caracter puede
señalarnos exactamente de cual se trata.

En este trabajo se utiliza el Número de Matrícula dado por el
sector de Operación de Almacenes de la empresa en reemplazo de los -
tres primeros grupos del código descriptivo antes señalado. La es--
tructura del número de matrícula es la siguiente:

FCCNNNN

Donde:

F Familia a la que pertenece, por ejemplo:

4 = Material para servicio general de la empresa

5 = Obras hidráulicas y civiles

0 = Enseres de oficina

CC Clase de componente dentro de la familia, para obras hidráuli-
cas y civiles tenemos por ejemplo:

00 = Maquinarias

03 = Barrenos, entibados, anclajes

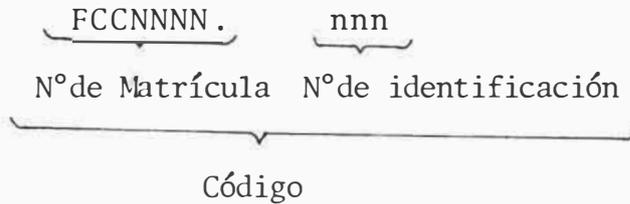
04 = Explosivos

NNNN Numeración correlativa para cada componente

Pero como este código no permite identificar independientemene
te un componente en particular, deberá usarse un número adicional que
lo permita. Este número puede ser uno correlativo de dos o tres ci---
fras que añadido al número de matrícula, identifique los componentes
de importancia, tales como motores o equipos diversos.

En los formatos descritos adelante, se utiliza 'Número de Ma--
trícula' donde es necesario el código descriptivo y 'Código' donde es

necesario además el número de identificación de un equipo, tal como se muestra en el siguiente esquema descriptivo:



4.1.2 Usos de la Codificación

Los Códigos Funcional y Descriptivo, usados en conjunto, identifican con precisión determinado componente dentro de la instalación, llevando consigo importante cantidad de información, Pero, según el trabajo que se vaya a realizar, muchas de sus partes pueden ser ignoradas, tal como se indica en el siguiente ejemplo en el cual se usa - el código descriptivo Idep-II:

UIG20407/A20.HDFPKB.LHFM.20.3

Donde tenemos que :

UI = Central Huinco	}	Código Funcional
G2 = Grupo 2		
04 = Sistema de refrigeración		
07 = Válvulas para control de caudal en refrigerantes de alternador		
A = Familia : conducciones	}	1° Grupo
20 = Clase: válvulas		
H = Fluído : Agua Industrial	}	2° Grupo (Operativo)
D = Temperatura nominal de funcionamiento:15°C		
F = Presión " " " :3Atm.		
M = Caudal " " " :160 t/h		
K = Función : Control		
B = Gobierno: Manual		

L = Constructor: Edward (Supuesto)	}	3° Grupo (Constructivo)
H = Tipo. De Globo		
F = Material : Acero Forjado		
M = Dimensión nominal: 3" ϕ		
20 = Numeración de almacén (supuesta)	}	4° Grupo
3 = Válvula del refrigerante N° 3		

El uso integral de esta codificación resultaría tarea engorrosa e inútil, por lo que en el Cuadro N° 4.1 se describen las funciones, usos y destinos de las diferentes partes de esta codificación. El Código funcional sirve como estructura para almacenar gran cantidad de información referente a las instalaciones, a continuación se muestran sus usos fundamentales.

4.1.2.1 Estructura de la Instalación

Haciendo uso de fichas para cada uno de los componentes de la instalación, ordenadas de acuerdo al código funcional, se tendrá organizado el inventario exacto de todos los equipos que se encuentran en servicio. La Figura N° 4.1 aclara conceptos mostrando dos ejemplos.

Se ha denominado estructura a la información relativa a componentes físicos y características técnicas de los mismo, que contiene una fiha.

El conjunto de Fichas como las descritas anteriormente que se almacenan organizada y sistemáticamente agrupadas es el archivo de estructura de la instalación.

DESTINO DE LOS CODIGOS FUNCIONAL Y DESCRIPTIVO

CODIGO	FUNCION	UTILIZACION	QUIENES LO USAN	DOCUMENTO EN QUE APARECE
UIG20407	Identificación de parte dentro de una máquina, sección y unidad	Estadísticas diversas	Ejecutivos de alto nivel Servicios de mantenimiento	Estadísticas generales Resúmenes de indisponibilidad Solicitud de trabajo
G20407	Identificación de parte o máquina dentro de la unidad	Dirigir al personal propio de la central	Jefes de Central, taller y turno	Ficha de historia de máquina Programa semanal de trabajos Manual de Inspecciones.
A20.HDFPKB LHFM o "Número de Matrícula"	Definición del tipo, características estructurales, genéricas e individuales de un componente bien determinado	Estudio de confiabilidad, estadísticas de Fallas. Adquisiciones	Especialistas en confiabilidad y organización del mantenimiento. Proyectistas Departamento de Compras	Ficha de historia de máquina Estadísticas de confiabilidad Ordenes de compra
A20.LHFM20.3 o "Código"	Identificación del tipo, características funcionales y genéricas de un componente determinado	Provisión de stocks Codificación de piezas de repuesto	Personal de almacén Programadores del mantenimiento	Tarjetas para descarga de re- puestos. Ordenes de trabajo.

Ejemplo del Uso de Código Funcional para Organizar un Archivo

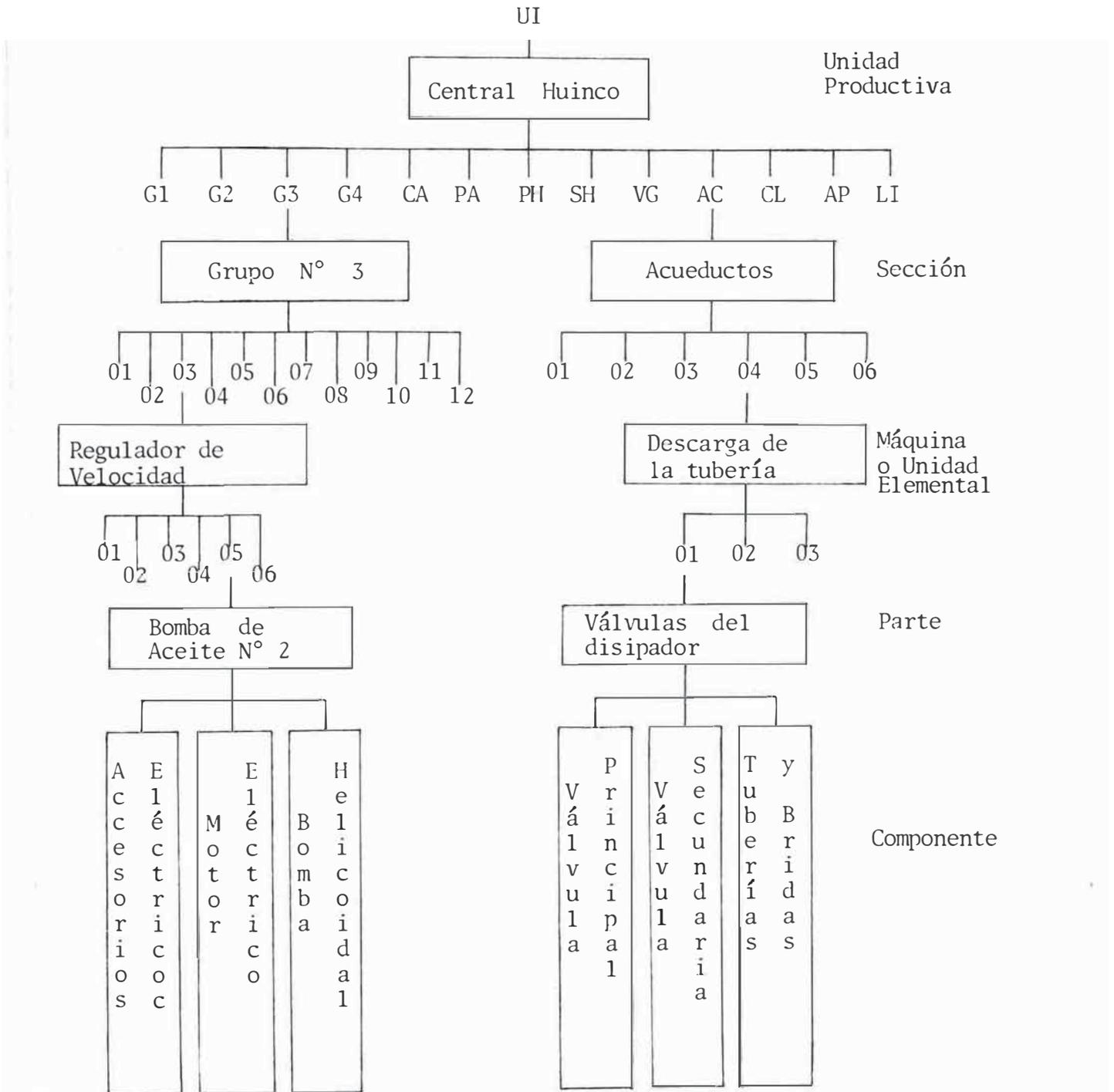


Figura N° 4.1

De acuerdo a lo mostrado el código propuesto sirve como un conjunto que proporciona la ruta para encontrar el registro de un componente cualquiera de la instalación. Este registro debe tener el modelo de la Figura N° 4.2

Figura N° 4.2
Ficha de Estructura de Instalación

NOMBRE : Bomba de aceite # 2		UBICACION : G30305	
DATOS TECNICOS			
Bomba Helicoidal	:	Potencia Velocidad Presión Caudal	
Motor Eléctrico	:	Potencia: Velocidad: Tensión: Corriente: Cos ϕ :	
HISTORIA DE CAMBIOS			
FECHA	CODIGO	FECHA	CODIGO
FECHA	CODIGO	FECHA	CODIGO

El archivo muestra la estructura de la instalación en detalle, proporcionando información adicional sobre reemplazos de componentes, hechos a lo largo de la vida útil de la instalación.

4.1.2.2 Historia de componentes en servicio

La información del archivo descrito no es muy útil por si sola,

porque no solo interesan características generales de los equipos, sino también es necesario conocer la historia de los trabajos de mantenimiento que han recibido.

Para satisfacer esta necesidad está el archivo de historias de componentes en servicio, organizado de modo similar al anterior, pero con registros cuyo modelo es mostrado en la Figura N° 4.3.

4.1.2.3 Trabajos Pendientes

La información descrita no es suficiente para el manejo de la organización de mantenimiento, pues no basta con saber lo realizado, sino que es indispensable conocer aquello que está pendiente. De aquí la importancia de crear un archivo para los trabajos pendientes. Este archivo contiene información acerca de los trabajos que deben ser ejecutados en un futuro inmediato y que provienen del programa anual de mantenimiento preventivo, así como de los que se derivan de las inspecciones realizadas. Ligado a este archivo, debe tenerse la historia de los equipos retirados del servicio, pero cuyo mantenimiento está pendiente. Algunos detalles adicionales a este archivo se dan en la sección 4.6.1.1

4.2.1.4 Componentes de Repuesto

Las historias de equipos reparados que se hallan en condición de piezas de repuesto deben guardarse en un archivo junto con el registro histórico que se abre a cada equipo adquirido para reposición.

De este modo se dispondrá en cualquier momento de información actualizada relativa a los equipos que están en servicio, a los de repuesto y a los que están pendientes de alguna atención. La figura 4.4 muestra los flujos de información.

Figura N° 4.3

Ficha de Historia de Máquina

NOMBRE:		CODIGO:	
DATOS DE IDENTIFICACION			
N° DE SERIE :		FABRICANTE :	
N° DE MOTOR :		FECHA DE ADQUISICION :	
PESO :		MODELO :	
AÑO DE FABRICACION:		TIPO :	
LISTAS DE PIEZAS			
N°	DESCRIPCION	N° MATRICULA	CANT.
HISTORIA			
FECHA	TIPO	RESP.	DETALLE
			Código señalado en 4.3.1.1
			Sigla indicada en 4.3.1.2

ORGANIZACION DE LA INFORMACION

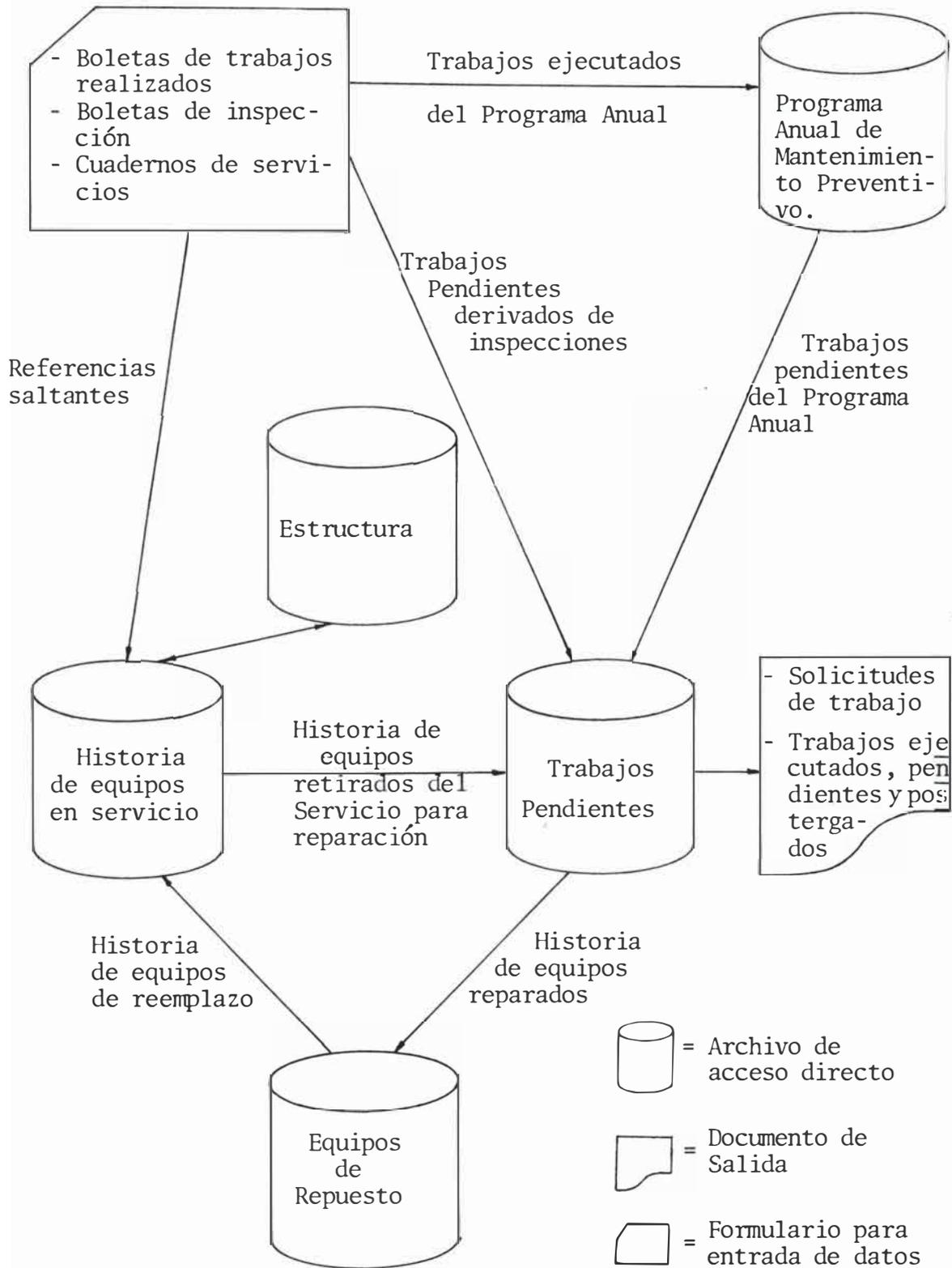


Figura N° 4.4

4.2 POLITICAS PARA LA ELABORACION DE GUIAS DE INSPECCION Y HOJAS DE PROCEDIMIENTOS.

En el "Diagrama Conceptual de la organización" propuesto en el capítulo 2, lo precedente sirve para organizar el banco de información. En esta parte se trata de la importancia de las normas y procedimientos en el mantenimiento.

Para no quedar al margen del progreso tecnológico y organizativo las normas y procedimientos deben ser dinámicos y evolucionar de acuerdo a las necesidades.

4.2.1 Guías de Inspección

Estas guías tienen el objetivo de orientar a la persona que realiza una inspección, proporcionándole, por un lado, explicaciones necesarias sobre aspectos en los que debe poner especial atención, y por otro lado, un formulario en el cual registrará los resultados de la inspección. Las explicaciones sobre la forma de inspecciones, deben constituir un manual que forma parte de las "Instrucciones de Operación de la Central", mientras que los formularios de inspección deben constituirse en guías para la realización de las mismas y como medio para recolectar datos que muestren el estado de la instalación.

Para la elaboración del Manual de Inspecciones de la Central de Huinco se procesaron los programas de mantenimiento eléctrico, y mantenimiento mecánico con ayuda de una computadora; clasificando las inspecciones por equipo, periodicidad y responsabilidad. Esta relación figura en el Anexo C.

Los formularios de inspección son elaborados para un grupo de equipos, respetando una ruta de inspección y una periodicidad definida, estando preparados para ser llenados con las observaciones hechas. El detalle de estos formularios se hace en el subcapítulo 4.5 de "Organización de Inspecciones a la Instalación".

4.2.2 Cuadro de engrase

El engrase de las partes móviles de los equipos es trabajo de protección de gran importancia, para lo cual se ha elaborado el cuadro N° 4.2 en concordancia con el Programa Anual de Mantenimiento Preventivo del Anexo E.

Este cuadro muestra una relación de los equipos más importantes que requieren engrase constante bajo responsabilidad del personal de operaciones. Por el resultado satisfactorio observado conviene mantener el sistema actual de responsabilizar el engrase de cada grupo a un maquinista y su ayudante, los que deben cumplir la labor bajo supervisión de los Jefes de Turno; quienes hacen seguimiento mediante un formulario diseñado para ese propósito, que se muestra, en la Figura N° 4.5

Las labores de engrase con periodicidad mensual o mayor, se ejecutarán en atención a las Solicitudes de Trabajo emitidas por el responsable de la actualizar el Programa Anual y el archivo de trabajo pendientes, lo que se explica en el acápite 4.3.2

4.2.3 Hoja de Procedimientos

Es un documento de referencia en el que se describe con detalle

los trabajos de mantenimiento de mayor importancia, sirve para elaborar los Programas de Trabajo de los talleres. La Hoja de Procedimientos debe contener la información mínima siguiente:

- Código de ubicación
- Nombre del equipo y del trabajo
- Medidas de seguridad a considerar
- Procedimientos de trabajo
- Planos de referencia
- Herramientas y materiales
- Personal y tiempo requeridos

En el anexo D se muestran un conjunto de Hojas de Procedimientos ilustrativas.

Otras guías que pueden ser elaboradas para el mantenimiento son las referentes a instrucciones técnicas relativas a conjuntos de equipos similares. Ejemplo: Descripción del método usado para recuperar agujas de inyectores de turbina Pelton de acero COR 13.4

Cuadro N° 4.2
Cuadro de Engrase

Engrase Quincenal

Código	Parte a Engrasar	Grasa Usada	N° de Puntos de Engrase
<u>TURBINA</u>			
GnOp02	Inyector	Molub Aloy N° 2	6
GnOp03	Deflector	Molub Aloy N° 2	2
GnOp04	Válvula esférica	Molub Aloy N2 3	16
GnOp06	Freno Hidráulico	Molub Aloy N° 2	2
<u>REGULADOR DE VELOCIDAD</u>			
Gn0303	Varillados de regulación	Molub Aloy N° 2	16
Gn0304,05	Bomba de aceite	SKF	2
<u>REFRIGERACION</u>			
Gn0401,02, 03 n=1,2,3,4 p=1,2	Electroválvulas	Molub Aloy N° 2	5

Engrase Mensual

Código	Parte a Engrasar	Grasa Usada	N° de Puntos de Engrase
<u>SERVICIOS AUXILIARES</u>			
CA0311,12 13	Bomba para agua de refrigeración	Molub Aloy N° 2	5
CA0314,15	Bomba de sentina	" " " "	5
<u>PLANTA DE CLIMATIZACION</u>			
CL0301	Guías y cadenas de filtro con lavado automático	Molub Aloy N° 2	-
CL0702,03, 04	Ventilador	SKF	2
<u>PRESA HUINCO</u>			
PH0101,02, 03,04	Compuerta	Molub Aloy OGH	8
<u>SHEQUE: TOMA Y PRESA</u>			
SH0101,02, 03,04,05,06 07	Compuerta de derivación	Molub Aloy OGH	8
SH0201,02 03	Compuerta de presa	" " "	8
<u>VENTANA 6</u>			
V60101	Bocinas de 1a válvula Mari- posa.	Molub Aloy N° 3	4

Formulario para Control de Engrase

E N G R A S E			
Mes : _____			
Quincena : _____			
GRUPO N° _____			
EQUIPO	N° Puntos	Día	Firma
Inyector A	6		
Deflector A	2		
Válvula Esférica A	16		
Freno Hidráulico A	2		
Inyector B	6		
Deflector B	2		
Válvula Esférica B	16		
Freno Hidráulico B	2		
Varillado de regulación	16		
Bomba de aceite N° 1	2		
Bomba de aceite N° 2	2		
Electro-válvulas	5		
Para ser llenado por el Jefe de turno			

Figura N° 4.5

4.3 TRABAJOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Este subcapítulo trata de los trabajos rutinarios y de los de mantenimiento correctivo que son considerados en el Programa Anual de Mantenimiento así como de la Forma en que se efectúa el control y evaluación del programa.

4.3.1 Programa Anual

Contiene la siguiente información, considerada como mínimo indispensable:

- Código de ubicación del equipo
- Trabajo a realizar
- Tipo de trabajo
- Periodicidad
- Responsable
- Fecha de la última ejecución

Resulta evidente la ventaja del procesamiento electrónico de datos para la emisión de informes a partir de un archivo o "base de datos" cuyos registros estén estructurados con la información antes mencionada.

Es obvia la utilidad de los dos primeros datos, y de la periodicidad, los otros se explican a continuación.

4.3.1.1 Tipo de Trabajo

Esta clasificación es la que se hizo en el Capítulo 2, subcapítulo 2.2, sobre trabajos de mantenimiento preventivo. El Anexo E -- que contiene el Programa Anual de Mantenimiento Preventivo diseñado

en base a los programas actuales, utiliza la codificación siguiente:

Controles:

Con el equipo en funcionamiento:	A
Con el equipo fuera de servicio :	
Sin desmontajes	B
Con desmontajes	C

Trabajos :

Con el equipo en funcionamiento	D
Con el equipo fuera de servicio	
Sin cambio de componentes	E
Con cambio de componentes	F

El Programa Anual de Mantenimiento Preventivo del Anexo E, tal como está presentado, sólo es útil para las revisiones que deben hacerse anualmente, Para el trabajo diario son más importantes los extractos que se obtienen de la información almacenada en el Programa.

Un informe del programa es un extracto hecho con criterio de selección; por ejemplo de este modo es posible conocer, para un período determinado, los trabajos ya ejecutados o pendientes específicamente para cada responsable del mantenimiento, este informe en un formulario adecuado puede servir como solicitud de trabajo.

4.3.1.2 Responsable

Establecidos los trabajos por realizar es importante determinar los responsables de su ejecución. Para ello, deben tomarse en cuenta los criterios consignados en el Capítulo 2, que aplicados al caso de la Central Huinco muestran lo siguiente:

- Trabajos de tipo A o D Personal de Operación de la Central (CO)
- Trabajos de tipo B o D Personal del Taller Mecánico (CM) o Eléctrico (CE) de la Central
- Trabajos de tipo C o F Personal de los sectores de Mantenimiento Mecánico (MM) o Eléctrico (ME) y/o de los Talleres de la Central

Las siglas puestas entre paréntesis señalan a los responsables de los trabajos señalados en el anexo E.

Los criterios indicados son pautas generales que definen responsabilidades, no constituyen regla fija; así por ejemplo, diversas razones conducen a que trabajos que deberían ser hechos por el personal de la central, son realizados por alguno de los sectores de mantenimiento. Esto se debe a que ellos son los que disponen de determinados equipos que se utilizan en las diversas centrales.

4.3.1.3 Fecha de Última Ejecución

Es la fecha en que se realizó por última vez el trabajo objeto de examen, este dato es útil para la elaboración de informes de trabajos ejecutados o pendientes en un período definido

4.3.2 Solicitudes de Trabajo

Para organizar los trabajos por ejecutar es necesario que los responsables conozcan con exactitud la relación de trabajos pendientes.

Las Solicitudes de trabajo son dirigidas al responsable de cada sector. En el caso específico de este trabajo, son las Jefaturas de Central o de los Sectores de Mantenimiento Mecánico o Eléctrico.

Las solicitudes de trabajo se originan en el informe selectivo de los trabajos pendientes de un periodo definido de tiempo, y otras en informes sobre el estado de desgaste o envejecimiento por uso de los equipos.

Son inspecciones periódicas las que ponen en evidencia estas necesidades siendo los informes de inspección la segunda fuente de solicitudes de trabajo.

Los responsables de llevar el control de Programa de Mantenimiento son, en primer lugar, aquellos que están en estrecho contacto con la planta, es decir, el personal de la central, que es el que emite las solicitudes de trabajo. En segundo término, son responsables los Sectores de Mantenimiento Mecánico o Eléctrico que tienen acceso al Programa porque ejecutan parte de los trabajos.

4.3.3 Programación del Trabajo

Los responsables de la programación de trabajos, en cada sector deben priorizar las solicitudes de trabajo, en base a ellas y la disponibilidad de recursos elaborar un programa semanal de actividades. Como producto de esta labor deben emitir órdenes de trabajo dirigidas a los jefes de cuadrilla o de taller, según sea el caso, estas órdenes de trabajo son las mismas solicitudes después de que han sido procesadas.

En este documento debe indicarse, si son pertinentes, las observaciones o cuidados especiales a tenerse en cuenta para ejecutar el trabajo.

Las órdenes de trabajo son necesarias en los sectores de Mante-

nimiento Mecánico y Eléctrico, pero en la Central no resultan prácticas, porque la mayor parte de trabajos son pequeños y las órdenes constituirían trámites engorrosos. En este caso es recomendable mantener el procedimiento actual de elaborar el programa semanal que es la orden de trabajo.

4.3.4 Control de los Trabajos

Una vez ejecutados los trabajos programados es necesario poner en práctica el procedimiento de realimentación de datos sobre resultados, que figura en el Diagrama Conceptual de la Organización dado en el Capítulo 2. El mecanismo es la anotación de informaciones específicas sobre la labor ejecutada en el mismo formulario de orden de trabajo.

Como es de ver, tanto la solicitud, la orden y el informe de trabajo ingresan en un solo formulario cuyo esquema se muestra en la Fig. N° 46.

Para el caso de los talleres de la central, en que no se usa estos formularios basta un resumen semanal para el banco de información.

La boleta de la Figura 4.6 es de propósitos múltiples, llenada hasta la sección N° 5 constituye la Solicitud de Trabajo, emitida por el personal de la central. Llenada hasta la sección N° 8 es la orden de trabajo elaborada por el responsable de programar los trabajos. La sección N° 9 debe ser llenada diariamente, consignado en la primera columna la firma del jefe que verifica el trabajo realizado. Completando el formulario hasta la sección N° 12, debidamente firmado, forma parte del informe semanal de trabajo.

FORMULARIO PARA EL CONTROL DE TRABAJOS

1) UBICACION						
CENTRAL :			CODIGO:			
SECCION :						
CONJUNTO :						
PARTE :						
2) ORIGEN :			3) TIPO:			
4) DESCRIPCION :						
5) RESPONSABLE :						
6) PRIORIDAD :			7) TIEMPO PREVISTO			
8) RECOMENDACIONES :						
9) CONTROL			10) ESTADO: CONCLU. <input type="checkbox"/> PENDIE. <input type="checkbox"/>			
DIA	Resp.de Operac.	Estado	Tiempo empleado	N° de empleados	N° de manuales	11) REPUESTOS Y MATERIALES
Dom.						12) OBSERVACIONES Fecha Firma
Lun						
Mart						
Mier						
Juev						
Vier						
Sab.						

Figura N° 4.6

Este documento debe ser hecho por duplicado, una copia queda en la central para su procesamiento, y otra queda en el sector correspondiente como información. Para los trabajos que duran más de una semana, se hace una boleta semanalmente, pues la programación de actividades es semanal.

4.3.5 Programa Mensual de Paradas de Máquina

En base a los datos de trabajos pendientes del mes, se elabora un informe con los trabajos que requieren sacar un grupo fuera de servicio.

Este informe es enviado al Centro de Control para que elabore el programa mensual de paradas de máquinas conforme a las necesidades del servicio.

4.4 PROGRAMACION DE LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Esta parte trata de la organización de trabajos de gran envergadura, categoría en la que están:

Los que por producir una prolongada indisponibilidad de máquina facilitan la ejecución de varios trabajos de mantenimiento que comprometen más de un sector.

Y, los que por su naturaleza aleatoria involucran aspectos imprevisibles, por consiguiente pueden implicar procesos de reparación que requieran análisis singulares o intervención de especialistas, -- que alargan la indisponibilidad de máquina

El método con que se enfrenta ambos tipos de trabajo es similar

y es el que se da a continuación:

- Análisis de ocurrencias : Para establecer con precisión el trabajo, este debe ser hecho por los especialistas y responsables de cada sector involucrado.

- Reunión de planificación Se realiza dentro de cada sector, para establecer:

Necesidades

Recursos

Pasos a seguir

Hacer el esquema de ejecución de trabajo

- Reunión intersectorial: se lleva a cabo cuando hay más de un sector involucrado en trabajos que se ejecutan en una misma área. Se realiza entre responsables de cada sector y tiene la finalidad de coordinar acciones y de que todos conozcan los planes de cada sector, pues es importante que ellos tengan conocimiento integral de los trabajos que se van a hacer para evitar interferencias o incongruencia de planes.

Ejecución de los trabajos: En ella el área de operaciones debe tener la función de controlar el avance y cumplimiento de planes de todos los sectores, con el fin de alertar en los casos en que algunos cambios de planes puedan interferir en los trabajos de otro sector.

- Evaluación del trabajo: Cada sector debe hacer una evaluación tanto económica como de procedimientos empleados en el mismo. Adicionalmente, el área de operaciones debe preocuparse por incluir todas las labores realizadas en los archivos históricos.

4.5 ORGANIZACION DE INSPECCIONES A LA INSTALACION

De acuerdo al Manual de Inspecciones del Anexo C es conveniente que:

El personal de turno recorra diariamente las instalaciones en busca de alguna anomalía, poniendo mayor atención en los puntos -- mencionados en el referido anexo. Cualquier novedad debe ser anotada por el jefe de turno en su cauderno de servicio.

Las inspecciones semanales deben ser hechas por el jefe de turno, siguiendo las rutas seleccionadas con este objeto. Las observaciones debe registrarlas en el formulario de la Figura 4.7. Para llenar este formulario se usa la guía de inspección de ruta que figura en el Anexo F, en el que aparecen los recorridos de cada turno.

Revisiones hidráulicas y controles de baterías son inspecciones quincenales. Por su importancia las primeras son hechas por el Jefe de la Central que esté de servicio el día programado por el Centro de Control; el resultado de las mismas será inscrito en el Formulario que existe con ese fin y que se muestra en la Figura N° 4.8. Los controles de baterías son responsabilidad del Taller Eléctrico, la persona designada llena el formulario de la Figura N° 4.9

Las inspecciones mensuales a cargo del personal de operaciones se ejecutan a lo largo del período por grupos que son los siguientes:

- 1) Agua Potable
Caverna y Vehículos de transporte
- 2) Planta de climatización
- 3) Grupos
- 4) Patio de Llaves y Casa de Aparatos
- 5) Presa Huinco y Antigua Toma

Formulario para Inspección Semanal

Día		Fecha	
		/ /	
7 - 15			
Ruta : _____			
Firma: _____			
1	2	3	4
5	6	7	8
15 - 23			
Ruta : _____			
Firma: _____			
1	2	3	4
5	6	7	8
V°B°	<input checked="" type="checkbox"/> :correc.	<input type="checkbox"/> :Ver obs. al dorso	<input checked="" type="checkbox"/> No :corresp

Anverso

O B S E R V A C I O N E S
7 - 15

15 - 23

Reverso

Figura N° 4.7

FORMULARIO PARA INSPECCION HIDRAULICA

R E V I S I O N H I D R A U L I C A				
GRUPO N°		Horas de Marcha:		Fecha:
PARTE		LADO A		LADO B
Filos de ataque				
Cazoletas				
Defectos o fallas				
Observaciones en rodete				
Aguja				
Horas de servicio				
Observaciones				
Anillo				
Horas de servicio				
Observaciones				
Deflector				
Observaciones				
OBSERVACIONES GENERAL ES :				
C: Cambio	M: Malo	R: Regular	B: Bueno	Firma:

Fuente : Formulario existente para revisión hidráulica en la Cnetral Huinco.

Figura N° 4.8

FORMULARIO PARA CONTROL DE BATERIAS

CONTROL DE BATERIAS											
INSTALACION:						UBICACION:					
FECHA:						FIRMA:					
OBSERVACIONES											
N° Celda	Volt.	Dens.	N° Celda	Volt.	Dens.	N° Celda	Volt.	Dens.	N° Celda	Volt.	Dens.
01			26			51			76		
02			27			52			77		
03			28			53			78		
04			29			54			79		
05			30			55			80		
06			31			56			81		
07			32			57			82		
08			33			58			83		
09			34			59			84		
10			35			60			85		
11			36			61			86		
12			37			62			87		
13			38			63			88		
14			39			64			89		
15			40			65			90		
16			41			66			91		
17			42			67			92		
18			43			68			93		
19			44			69			94		
20			45			70			95		
21			46			71			96		
22			47			72			97		
23			48			73			98		
24			49			74			99		
25			50			75			100		

Figura N° 4.9

Las observaciones que se deriven de estas inspecciones se consignan en el cuaderno de servicio del Jefe de Turno. Las Inspecciones en Sheque están a cargo de los tomeros y deben ejecutarse los primeros dos días de cada mes, anotando las observaciones en su cuaderno de servicio.

Las inspecciones mensuales cuya responsabilidad es de los talleres de la central, así como las de periodicidad mayor deben ser procesadas en conjunto con el resto de trabajos de mantenimiento, ejecutándose cada vez que aparecen en el programa semanal.

Todos los formularios mencionados antes, así como los cuadernos de servicio del Jefe de Turno y del Tomero deben ser revisados por el encargado de actualizar los trabajos pendientes. con el fin de formular las solicitudes de trabajo pertinentes y para poner al día los ficheros históricos de la instalación.

Los formularios de inspección semanal deben archivarse clasificados por día, mientras que los de inspecciones quincenales, así como las observaciones hechas en los cuadernos de servicio se incluyen en los archivos históricos de la instalación, los que requieren depuración periódica para descargar la información que ha perdido valor.

4.6 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION

Los procedimientos para el seguimiento de trabajos de mantenimiento explicados en este capítulo están elaborados teniendo en cuenta el empleo del procesamiento electrónico de datos, por considerar que es el medio más eficaz para el manejo del Programa Anual y de los archivos históricos de la instalación. El presente subcapítulo tiene

por finalidad mostrar el modo en que debe funcionar la organización propuesta.

El control de trabajos de mantenimiento es responsabilidad de la Jefatura de la Central, consecuentemente el manejo de los archivos del Programa Anual, de los trabajos pendientes y de la historia de los equipos, es también responsabilidad de dicha Jefatura.

Para mejor comprensión de lo señalado a continuación debe tenerse presente el Diagrama Conceptual de la Organización mostrado en el Capítulo 2 y la Figura 4.4 que explica la organización de la información.

4.6.1 Determinación de Trabajos Pendientes

Es indispensable realizar una permanente búsqueda de partes defectuosas en la instalación, con este objeto se han establecido las inspecciones; los resultados de éstas y cualquier novedad deben figurar siempre en el formulario de inspección semanal o en los cuadernos de servicio del jefe de Central o del Jefe de Turno.

Por lo tanto, este formulario y los cuadernos de servicio deben ser diariamente revisados, con el fin de añadir al archivo de trabajos pendientes los nuevos que se establezcan. Cada trabajo debe estar acompañado de la fecha en que se prevé su ejecución.

Asimismo, semanalmente debe pasarse al archivo de trabajos pendientes aquellos cuyo período se cumple en la semana siguiente y que provienen del Programa Anual.

El archivo de trabajos pendientes debe contener en cada registro los siguientes campos :

Número de trabajo : constituido por cinco dígitos, el primero señala el origen:

- 1 Programa Anual
- 2 Inspección
- 3 Falla

Y los cuatro restantes señalan para el caso de los provenientes del Programa Anual el número del registro que ocupa el trabajo en cuestión en el archivo correspondiente, y, una numeración correlativa para los trabajos provenientes de inspección o falla.

Código de ubicación del equipo

- Descripción del trabajo

Tipo

- Responsable

- Fecha prevista para su ejecución

- Trabajo concluido

Trabajo postergado

- Razón de postergación

- Fecha de conclusión o postergación

- Nueva fecha prevista

4.6.2 Actualización de Archivos

La organización planteada dejaría de funcionar si no se actualizan permanentemente sus archivos. De modo que con frecuencia al me--

nos semanal deben marcarse en el archivo de trabajos pendientes aquellos que ya se han cumplido, y corregir, si es el caso, la fecha de última ejecución en el archivo del Programa Anual, o efectuar los movimientos de archivos históricos mostrados en la Figura N° 4.4.

En los trabajos de mantenimiento es útil tener como material de consulta la historia de equipos, la que debe estar actualizada. Cada semana debe buscarse en los informes de trabajos así como en las guías de inspección y cuadernos de servicio puntos resaltantes que ameriten ser añadidos al archivo histórico de equipos.

El sector N° 9 del formulario para control de trabajos de la Fig. N° 4.6, está destinado a recoger datos estadísticos acerca de los trabajos con el fin de realizar evaluaciones económicas periódicas. Los datos contenidos en este sector deben ser ingresados a un archivo una vez procesados semanalmente para hallar el tiempo empleado y horas-hombre normales y extraordinarias utilizadas en ese trabajo.

Cada registro del archivo de trabajos pendientes debe contener los siguientes campos:

- Número de trabajo
- Tipo
- Responsable
- Trabajo concluído
- Trabajo postergado
- Fecha de conclusión o postergación
- Tiempo utilizado
- Horas-hombre normales de empleados
- Horas-hombre extraordinarias de empleados

- Horas-hombre normales de trabajadores manuales
- Horas-hombre extraordinarias de trabajadores manuales

4.6.3 Utilización de los Archivos

Hasta el momento sólo se ha explicado la forma en que los archivos, son alimentados con datos, en base a los que existe la posibilidad de generar informes indispensables para el trabajo cotidiano.

Periódicamente se necesita preparar el programa de trabajos de la siguiente semana, para lo cual deben conocerse los trabajos pendientes. Con este fin pueden elaborarse las solicitudes de trabajo según el formulario de la figura N° 4.6, o generar un informe de los trabajos pendientes para cada responsable. La primera opción es adecuada para los sectores de Mantenimiento Mecánico y Mantenimiento Eléctrico y la segunda es apropiada para el personal de la central.

Existe información de la que conviene disponer en cualquier momento, tal como los informes de trabajos pendientes o ejecutados, de estadísticas de horas-hombre, de los archivos históricos o de estructura de la instalación. Para estos y todos los trabajos explicados - hasta el momento debe disponerse de medios apropiados de procesamiento electrónico de datos, cuyo esquema de bloques se aprecia en la Fig. N° 4.10

Los archivos necesitan ser depurados, modificados o ampliados cada cierto tiempo, por lo que en la figura N° 4.10 también se ha incluido un bloque con este fin.

DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA DE COMPUTO

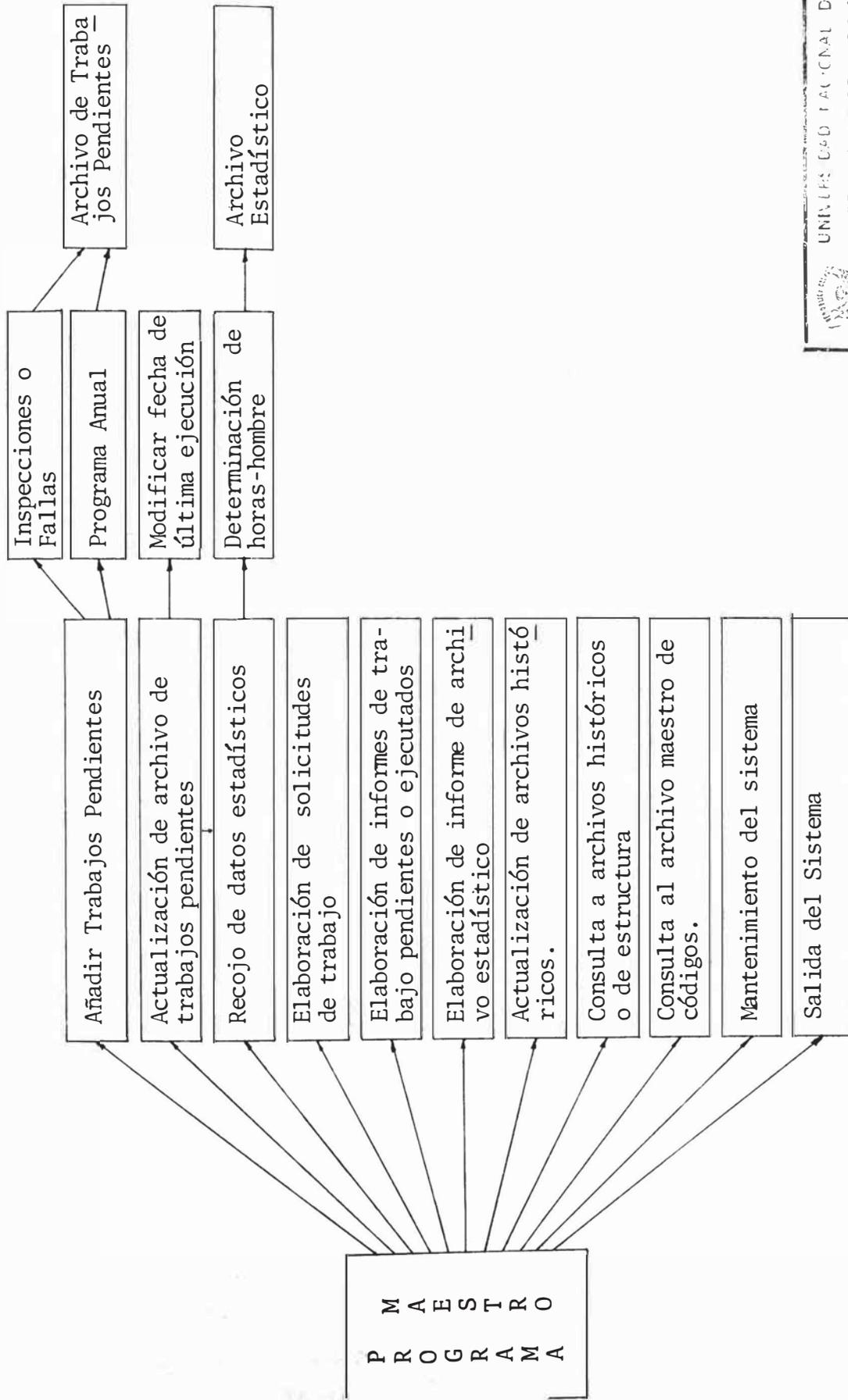
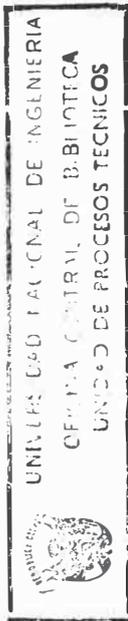


Figura N° 4.10



C A P I T U L O 5

EVALUACION ECONOMICA

El objetivo de este capítulo es plantear criterios para establecer los costos del sistema de mantenimiento, así como para realizar el análisis de costos de mantenimiento dentro de los gastos de la empresa.

5.1 COSTO DE LAS HORAS DE INDISPONIBILIDAD

Esta parte explica las circunstancias en que se produce un costo adicional por tener que mantener fuera del servicio un equipo. Debe aclararse que este estudio es pertinente sólo en aquellos casos en que al realizar labores de mantenimiento, debe ponerse fuera de servicio un grupo o más.

5.1.1 Factores que influyen en la Operación de Centrales

5.1.1.1 Demanda de Potencia Activa

Este factor muestra las necesidades de energía de los usuarios, que son reflejados en los diagramas de carga diarios, conforme a los cuales el Centro de Control elabora el programa diario de operación de las centrales.

Para este objeto, también se dispone de proyecciones del despacho de carga con diez años de horizonte, permitiendo prever las res

tricciones que tendrá el sistema interconectado Centro-Norte, a partir del año 1988 en que la potencia hidráulica instalada no permitirá cubrir la demanda en las horas de punta, lo que obligará a uso intenso de los grupos térmicos.

5.1.1.2 Necesidad de Potencia Reactiva y Reserva Rodante

Debido a la falta de Compensadores Síncronos o de Estado Sólido, se hace indispensable tener grupos en paralelo para mantener el nivel de tensión en la red. Por otro lado, se procura tener los grupos generando una potencia menor a la nominal, disponiéndose el resto de la potencia como reserva rodante para casos de falla en la red o cubrir variaciones de carga.

5.1.1.3 Recursos Hídricos Disponibles

Especialmente en la época de estiaje es importante hacer uso racional de los volúmenes almacenados en lagunas y presas y de caudales fluviales naturales; esto en algunos casos restringe la posibilidad de poner fuera de servicio un grupo sin producir desperdicio de agua, o lo que es más grave, si otras centrales estuvieran imposibilitadas de cubrir el déficit de potencia, se obligaría a poner en servicio la central térmica.

Un problema de otra índole referente a recursos hídricos, se presenta en la época de avenidas en que el agua trae un alto contenido de sólidos, obligando a retirar del servicio en ciertas oportunidades la Central de Huampaní para proteger sus máquinas.

5.1.1.4 Configuración del Sistema

Por mantenimiento, fallas o atentados en líneas de alta tensión, la configuración del sistema puede variar, impidiendo la puesta en servicio de una central u obligando a operar con limitaciones de carga, -- circunstancias en las que se hace más difícil realizar trabajos de mantenimiento que generen indisponibilidad de algún grupo.

5.1.2 Circunstancias que Producen Costos por Indisponibilidad

La energía que se deja de vender o el gasto extraordinario para mantener el nivel de generación, a causa de la indisponibilidad, tienen un costo de oportunidad. Las labores de mantenimiento que producen indisponibilidad de máquinas, no siempre originan costos adicionales por este motivo.

Deben distinguirse claramente las razones por las que un grupo queda fuera de servicio:

- Por no requerirse para el servicio.
- Para mantenimiento.
- Por interrupción intempestiva al fallar el grupo o el sistema.

Todo trabajo de mantenimiento debe ser hecho en lo posible durante el tiempo en que la unidad no es requerida para el servicio; pues, la indisponibilidad de un grupo genera costos adicionales cuando:

- Restringe el consumo de energía a los usuarios.
- Obliga a poner en marcha la central térmica.
- Determina un consumo no programado de reservas hídricas agotándolas antes de lo previsto.

5.2 COSTEO DE LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO

El interés que se tiene en esta información es identificar los aspectos en que se incurre en los mayores gastos. Para evaluar económicamente los trabajos que no son de gran envergadura debe elaborarse mensualmente un informe con datos extraídos del archivo estadístico - explicado en el capítulo anterior. Este informe debe contener, clasificados por tipo de trabajo, totales de:

- Horas-hombre normales de empleados
- Horas-hombre extraordinarias de empleados
- Horas-hombre normales de trabajadores manuales.
- Horas-hombre extraordinarias de trabajadores manuales

Debe acompañarse también un informe de los materiales y repuestos utilizados durante el período, estos datos son obtenidos de los - archivos del almacén.

Los trabajos de gran envergadura originan un informe con características similares al mencionado arriba, con el fin de conocer los gastos que producen.

Para realizar valoraciones con los datos de estos informes, el Departamento de Contabilidad proporciona los cotos unitarios actualizados.

5.3 VALOR DEL CAPITAL INMOVILIZADO EN REPUESTOS

Para aumentar la Disponibilidad de una planta debe mantenerse en almacén piezas de repuesto para muchos de sus componentes, obligando a mantener inmovilizada una fuerte inversión de capital. El análisis

sis que se debe hacer, tiene por objetivo determinar el nivel óptimo económico del lote de piezas de reposición y de pérdidas de producción debidas a carencia de dichas piezas.

Para alcanzar el tamaño económico del lote de repuestos de componentes cuya función es crítica, debe disponerse de los datos estadísticos siguientes:

- Consumo anual medio
- Tasa de posesión : es la que multiplicada por el valor del repuesto da su costo de mantenimiento anual.

Probabilidad de que ocurra cierta demanda en un período definido.

Además de conocer los costos de adquisición, costo unitario por carencia y el tiempo de aprovisionamiento. Datos con los que puede hacerse un cálculo del lote económico de repuestos mediante métodos estadísticos apropiados.(1)

Para hallar el valor del capital invertido en repuestos debería considerarse los precios de mercado y no los de inventario.

Realizar una labor de la naturaleza indicada implica contar con un sistema organizado para recoger datos, lo que se intenta poner en práctica con este trabajo.

5.4 BREVE ANALISIS DE LA INFLUENCIA DEL MANTENIMIENTO EN LOS COSTOS DE LA EMPRESA

El objetivo de esta parte es efectuar un análisis de los costos de mantenimiento y su significación dentro de los costos totales de la

empresa. La intención de este estudio no es minimizar los costos de mantenimiento, sino reducir costos globales de la empresa

5.4.1 Estructura de Costos Totales

En primer lugar se analizará la estructura de costos totales de la empresa, para esto se elaboró el Cuadro N° 5.1 con datos del año -- 1984; último año del que se tiene información.

ESTRUCTURA DE COSTOS TOTALES

Monto Porcentual			Monto en millones de I/.		
Saldo	Parcial	100	630	Parcial	Saldo
86.40	13.60			86	544
		COSTOS DE GENERACION			
80.56	5.84			37	507
		Costos de Transmisión			
36.21	44.35			279	228
		Adquisición y Venta de Energía Eléctrica al/del Fondo de Compensación por Generación.			
21.46	14.75			93	135
		Gastos de Distribución			
13.85	7.61			48	87
		Gastos de Venta y Cobranza			
2.43	11.42			72	15
		Gastos de Administración			
-2.90	5.33			34	-19
		Gastos Financieros			
-14.06	11.16			70	-89
		Diferencia de Cambios y Varios			
	-14.06			-89	

fuente: Estado de Ganancias y Pérdidas Consolidado
Memoria del Año 1984 de Electrolima S.A.

Cuadro N° 5.1

El Cuadro N° 5.1 muestra en las columnas denominadas "Saldo" el resto de los ingresos una vez descargado el monto particular del rubro que se indica en las columnas denominadas "Parcial".

5.4.1.1 Costo del Servicio

Formado por los costos de adquisición de energía eléctrica del Fondo de Compensación, de generar y de transmitir la energía. Representa el 63.79% de los ingresos. Los rubros que lo constituyen se explican a continuación :

- Costos de Generación: hechos al operar y mantener las Centrales de Generación.
- Costos de Transmisión : Incluye el mantenimiento de líneas de transmisión
- Fondo de Compensación : Valor de la energía eléctrica recibida o entregada de o a otras empresas del Sector.

5.4.1.2 Gastos de Operación

Compuestos por los gastos hechos al distribuir, vender y cobrar la energía así como los gastos administrativos de la empresa. Representan el 33.78% de los ingresos. Los rubros que los integran son:

- Gastos de distribución
- Gastos de venta y cobranza
- Gastos administrativos

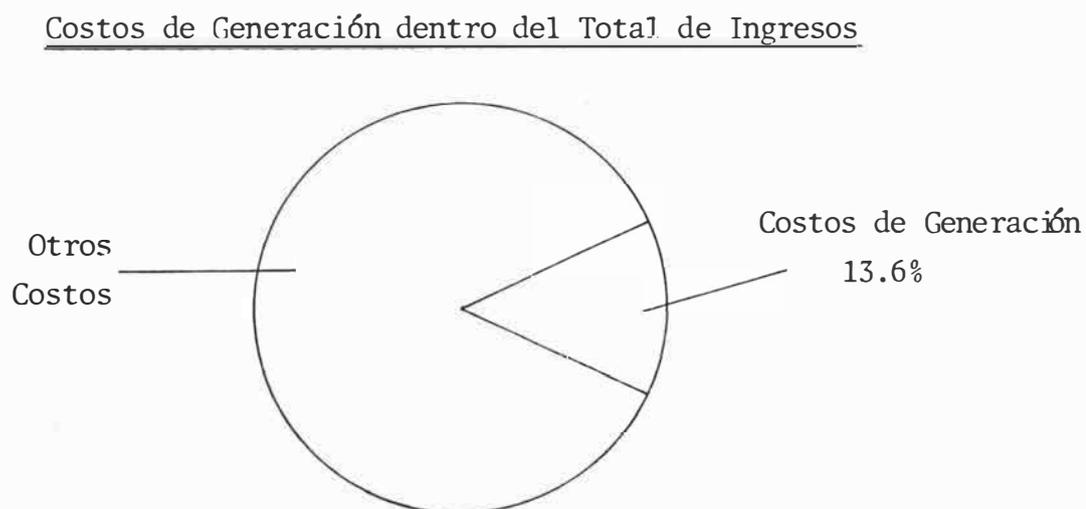
5.4.1.3 Otros Egresos

Son gastos que representan el 16.49% de los ingresos, sus rubros principales son:

- Gastos Financieros Neto : Es el saldo neto de los intereses bancarios pagados por la empresa durante el año por los préstamos que tiene.
- Diferencia de Cambio Neto: Es la pérdida o ganancia que tiene la empresa por sus deudas o tenencias de moneda extranjera.

5.4.2 Costos de Generación

A continuación se analiza el rubro de Costos de Generación por ser el que involucra los costos de mantenimiento. La Figura N° 5.1 -- muestra la fracción correspondiente a los Costos de Generación dentro del total de ingresos.



Fuente: Estado de Ganancias y Pérdidas Consolidado
Memoria del Año 1984 de ELECTROLIMA S.A.

Figura N° 5.1

5.4.2.1 Composición de los Costos de Generación

Para detallar estos costos se elaboró el Cuadro N° 5.2 en base a la información existente en los libros de contabilidad de la empresa.

DETALLE DE LOS COSTOS DE GENERACION

CUENTA	%	MONTO EN MILES DE INTIS	
<u>ADMINISTRACION ESPECIFICA</u>			
Subgerencia de Prod. y Control	0.9	806	
Subgerencia de Mantenimiento	0.2	136	
Subgerencia de Planeamiento y Control	0.2	177	
Servicio de Op. y Control	2.3	1,923	
Servicio de Generación	0.8	687	
Servicio de Ing. de Operaciones	0.3	216	
Servicio de Mantenimiento Mecánico	1.4	1,237	
Servicio de Mantenimiento Hidráulico	0.9	749	
Servicio de Mantenimiento Eléctrico	2.1	1,781	
<u>GENERACION HIDRAULICA</u>			
Central Callahuanca			
Jefatura	0.9	756	
Operación	0.4	325	
Mantenimiento	1.0	895	
Otros	0.1	96	
Central Matucana			
Jefatura	0.4	338	
Operación	1.1	973	
Mantenimiento	0.9	757	
Otros	0.1	73	
Central Huampaní			
Jefatura	0.7	593	
Operación	0.6	519	
Mantenimiento	0.4	317	
Otros	0.0	18	
Central Moyopampa			
Jefatura	0.0	1	
Operación	0.0	0	
Mantenimiento	0.0	33	
Otros	0.0	7	
Central Huinco			
Jefatura	0.5	398	
Operación	0.9	750	
Mantenimiento	1.2	1,023	
Otros	0.1	89	..//

//..

CUENTA	%	MONTO EN MILES DE INTIS
<u>GENERACION TERMICA</u>		
Central Santa Rosa		
Jefatura	1.1	981
Operación	12.1	10,296
Mantenimiento	0.7	597
Otros	0.0	33
<u>LAGUNAS Y RESERVORIOS</u>		
Jefatura	0.0	0
Operación	0.1	107
Mantenimiento	0.1	111
Otros	0.0	6
<u>OTROS GASTOS</u>		
Mantenimiento de Carreteras	0.3	221
Mantenimiento de Equipos de Generación	0.0	42
IMPUESTO A LAS Remuneraciones	0.3	227
FONAVI	0.1	64
Licencia de Radio	0.2	176
Provisión por Depreciación	50.5	43,191
Provisión Contabilidad	5.1	4,365
Provisión Otras	10.9	9,345
TOTAL	100.0	85,435
	=====	=====

FUENTE Estados Financieros Auditados de 1984
Libros de Contabilidad - Dpto. de Contabilidad

Cuadro N° 5.2

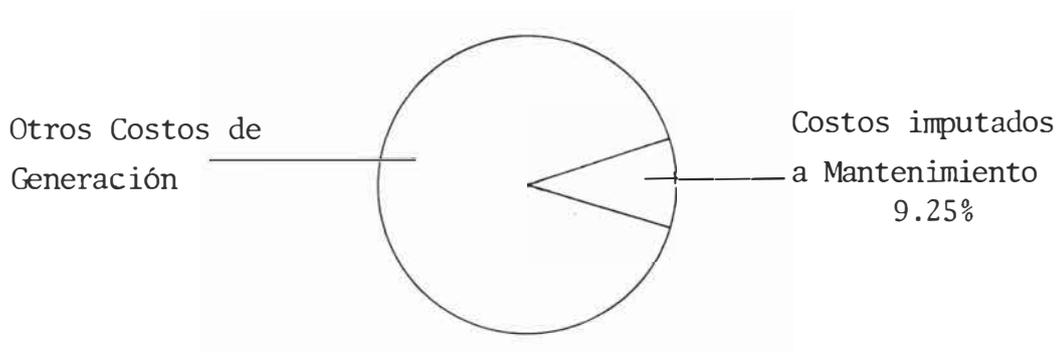
El rubro de gastos más fuerte que se observa en el Cuadro N° -- 5.2 es el de Provisión por Depreciación, que representa el desgaste de la maquinaria e infraestructura física que ocurrió durante el año, es dato promedio estimado.

Otro rubro significativo es el de Operación de la Central Santa Rosa, que en su mayor parte representa el gasto hecho en combustible - durante el año, como se verá más adelante, este rubro es incluso mayor al total de costos imputados al mantenimiento de las centrales. Este último dato confirma la importancia que tiene evitar la puesta en marcha de grupos térmicos por la indisponibilidad de un grupo hidráulico, tal como se señaló en el acápite 5.1.2

5.4.2.2 Incidencia de los Costos de Mantenimiento

Con el fin de analizar la incidencia de los costos de mantenimiento dentro de los de generación se elaboró la Figura N° 5.2 y la incidencia sobre los ingresos de la empresa se muestra en la Figura - N° 5.3

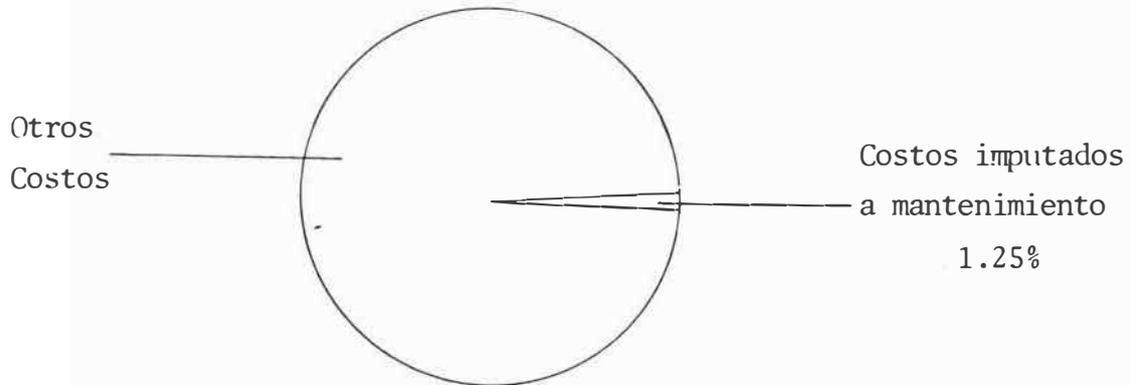
COSTOS DE MANTENIMIENTO DENTRO DE LOS DE GENERACION



Fuente Estados Financieros Auditados de 1984
Libros de Contabilidad - Dpto. de Contabilidad

Figura N° 5.2

COSTOS DE MANTENIMIENTO DENTRO DEL TOTAL DE INGRESOS



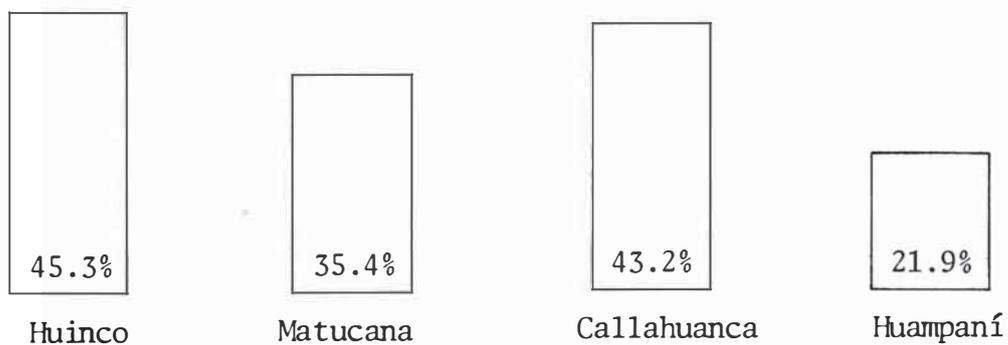
FUENTE : Estados Financieros Auditados de 1984
Libros de Contabilidad - Dpto. de Contabilidad
Estado de Ganancias y Pérdidas Consolidado
Memoria del Año 1984 de ELECTROLIMA S.A.

Figura N° 5.3

5.4.2.3 Costos de Mantenimiento por Centrales

La Figura N° 5.4 muestra el porcentaje de costos en mantenimiento, teniendo como base el total de costos imputados a cada Central

COSTOS DE MANTENIMIENTO POR CENTRALES



Base: Total de costos imputados a la Central

Fuente : Estados Financieros Auditados de 1984
Libros de Contabilidad - Dpto. de Contabilidad

Figura N° 5.4

En la Figura N° 5.4 no aparece la Central Moyopampa, pues como se notará en el Cuadro N° 5.2 ELECTROLIMA S.A. no realizó mayores gastos en dicha central el año 1984, pues recién estaba tramitándose la transferencia de HIDRANDINA S.A., este hecho también afecta los datos referentes a la Central Huampaní.

C O N C L U S I O N E S

- 1) El perfeccionamiento de la metodología del trabajo de mantenimiento exige la capacitación del personal responsable de ponerla en práctica. Su constancia y capacidad crítica son factores que contribuyen positivamente al objetivo señalado.
- 2) La importancia de realizar estudios de confiabilidad de componentes de las instalaciones, exige contar con información suficiente, uniformizada en base a la adopción de un código descriptivo genérico, común a todas las empresas del país.
- 3) Para lograr la evolución positiva de la organización de mantenimiento, conviene que todos los almacenes apliquen las normas -- que da el área de Operación de Almacenes.
- 4) Es importante uniformar los archivos históricos de mantenimiento de máquinas, de planos y de instrucciones, con el fin de facilitar el intercambio de información entre las distintas áreas que tienen a su cargo el mantenimiento.
- 5) Conviene la elaboración de un Programa Anual de Mantenimiento - Preventivo único, de uso común, para las áreas de Mantenimiento Mecánico, Eléctrico y de Operaciones, que defina responsabilidades y evite interferencias.

- 6) Se hace necesario elaborar esquemas eléctricos de principio de las instalaciones existentes, en base a los esquemas de montaje que se disponen actualmente, para que sirvan convenientemente a las labores de mantenimiento.

- 7) Al analizar evaluaciones económicas del mantenimiento debe tenerse presente que el objetivo de las mismas no es reducir costos de mantenimiento, sino contribuir a la minimización de costos de la empresa. Una reducción indiscriminada de la inversión en mantenimiento puede aumentar los costos por falta de producción y perjudicar además al usuario.

B I B L I O G R A F I A

- (1) A. Baldin - L. Furlanetto - A. Roversi - F. Turco
"Manual de Mantenimiento de Instalaciones Industriales"
Barcelona, Ed. Gustavo Gili S.A. 1982
- (2) Companhia Hidroelétrica do São Francisco
"Planejamiento de Manutenção do Sistema de Produção de Energia"
1982
- (3) ELECTROLIMA S.A.
"Manual de Organización y Funciones al 31-12-85"
- (4) ELECTROLIMA S.A.
"Normas y Procedimientos para la Operación del Sistema de ELECTROLIMA" - 1982
- (5) ELECTROLIMA S.A.
"Cobertura de Potencia y Energía del Sistema Inteconectado Centro-Norte, Período 1985-1994"
Servicio de Planeamiento Eléctrico, 1985
- (6) ELECTROLIMA
"Memoria del Directorio, Año 1984"
- (7) ELECTROLIMA
Estados Financieros Auditados, Año 1984
Dpto. de Contabilidad
- (8) Ricardo Eпитacio Batista
"Aplicação do Método de Controle e Manutenção Programada em Usinas"
Centrais Elétricas do Minas Gerais S.A., 1982
- (9) Justo Reynaldo Villanueva Ure
"Mantenimiento de Centrales Hidroeléctricas en el Perú"
Tesis de Grado, UNI, 1983