

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

Facultad de Ingenieria Industrial y de Sistemas



**SISTEMA DE INFORMACION DE LA  
GESTION DEL MANTENIMIENTO - DET SIGMA - DET**

**INFORME DE INGENIERIA**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO DE SISTEMAS**

**PRESENTADO POR:**

**BERNARDO DANIEL AYBAR CACHAY**

**LIMA - PERU**

**1995**

A MIS PADRES:

RICARDO Y  
CAROLINA

**SISTEMA DE INFORMACION DE LA GESTION DEL MANTENIMIENTO - DET**

**SIGMA-DET**

**INDICE**

<b>CAPITULO I : RESUMEN</b>	<b>-----2</b>
<b>CAPITULO II : INTRODUCCION</b>	<b>-----5</b>
2.1 DEFINICION Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	-----5
2.2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO	-----7
2.3 ALCANCES	-----8
<b>CAPITULO III : SITUACION ACTUAL DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO</b>	<b>-----10</b>
3.1 ORGANIZACION DE LA DIVISION MANTENIMIENTO	-----10
3.2 RESPONSABILIDADES DE LA DIVISION MANTENIMIENTO	-----15
<b>CAPITULO IV : ESTRUCTURA GENERAL DEL SISTEMA PROPUESTO</b>	<b>-----17</b>
4.1 DIAGRAMA DE CONTEXTO	-----17
4.2 ADMINISTRACION DE LA DIVISION MANTENIMIENTO - DET	-----18
4.3 SUPERVISION DE AGI'S, MANREX Y SERVICIO A TERCEROS	-----23
4.4 ARCHIVOS TECNICOS Y OCURRENCIAS DE TRABAJOS	-----24
4.5 LOGISTICA DEL MANTENIMIENTO	-----29
4.6 CONTROL DE ESTANDARES Y PROGRAMACION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	---33
4.7 EVALUACION Y CONTROL DE GESTION DEL MANTENIMIENTO	-----39
4.8 CONSULTAS	-----43
4.9 REPORTES	-----45
4.10 SISTEMAS SISAM Y SOT	-----46
4.11 ESTRUCTURA DEL SISTEMA PROPUESTO	-----46
4.12 DIAGRAMA DE FLUJO DE DATOS (DFD) DEL SISTEMA PROPUESTO	-----54
<b>CAPITULO V : RELACION COSTO/BENEFICIO (VPN)</b>	<b>-----70</b>
<b>CAPITULO VI : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>-----72</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>-----74</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>-----75</b>

## CAPITULO I

### RESUMEN

En este resumen señalaremos los puntos mas importantes que controlará el SIGMA, dicho sistema apoyará en la administración, planeamiento, programación y control de las actividades de mantenimiento requeridos para un conjunto de equipos tomando como referencia las frecuencias estimadas para las reparaciones, inspecciones o reemplazo de partes.

El estadístico de todos los trabajos de mantenimiento efectuados servirá para la programación y planeamiento futuro incluyendo los recursos a utilizar.

El sistema sera único para toda la División Mantenimiento DET como se muestra en la estructura general propuesta, pero internamente la información que ingrese cada usuario al sistema sera direccionada a su propia base de datos considerando las particularidades que tiene cada área y sección de la División Mantenimiento.

El sistema de información desarrollado ha sido diseñado para programar las actividades de mantenimiento requeridos por un conjunto de equipos tomando como referencia su tiempo de operación ó alguna otra indicación de funcionamiento (kmts recorridos, unidades producidas) y las frecuencias estimadas para cada tipo de reparación o reemplazo de partes.

Las actividades de mantenimiento que programa el sistema son Servicios, Cambio de Componente, Reparación Total y Reparación Programada, asimismo controla las actividades de mantenimiento y planifica el uso de recursos.

El sistema controlará los siguientes subsistemas: Acceso al Sistema, Administración de la División Mantenimiento, Supervisión de AGI's MANREX y

servicio a terceros, Archivos Técnicos e Historia de Equipos y Componentes, Logística del Mantenimiento, Control de Estándares y Programación del Mantenimiento Preventivo, Evaluación y Control de la Gestión del Mantenimiento, consulta al SISAM, consulta al SOT, consultas en general y reportes del sistema.

El subsistema Acceso al Sistema, como su nombre lo indica controlará el acceso al sistema.

El subsistema Administración de la División Mantenimiento, el cual mediante el cálculo de los índices de mantenimiento dará a la Superintendencia ó Jefatura del área, parámetros necesarios para la toma de decisiones y solicitar con anterioridad los recursos necesarios para el mantenimiento. El módulo de planeamiento estimará la demanda de servicios y reparaciones necesarias para que el conjunto de equipos alcance el nivel de disponibilidad estimado y programación que identifica las reparaciones y servicios por cada equipo, control de actividades de mantenimiento, requerimiento de O/T, evaluación referente al costo de labor, materiales y repuestos; asimismo, informará sobre el estado de equipo, costos acumulados de mantenimiento, record de reparaciones o servicios.

El subsistema Supervisión de AGI's MANREX y servicio a terceros, relacionado con el presupuesto del mantenimiento.

El subsistema Archivos Técnicos e Historial de Equipos y Componentes, que básicamente es el inventario de las unidades propias del sistema y trabajos de mantenimiento efectuados.

El subsistema Logística del Mantenimiento, para controlar los recursos a utilizar en el mantenimiento y los stock de materiales y repuestos.

El subsistema Control de Estándares y Programación del Mantenimiento, donde se establece las actividades de mantenimiento, se estiman los recursos por cada estándar asignado a los equipos/componentes, se actualizan las órdenes de trabajo y se ingresan los recursos utilizados en los diferentes trabajos de mantenimiento. Este subsistema esta integrado al sistema de órdenes de trabajo SOT para controlar los costos de mantenimiento.

El subsistema Evaluación y Control de la Gestión del Mantenimiento, que tiene el control de todos los trabajos preventivos y correctivos mediante órdenes de trabajo O/T, control de costos e historial de los mismos. El módulo control de costos de mantenimiento permitirá controlar en forma interna los costos incurridos en cada área hasta el nivel de componentes razón por lo cual tendremos un verdadero control de los costos por la labor de mantenimiento.

El subsistema Estado de Repuestos/Materiales SISAM, el cual interactúa en línea con el Sistema de Administración de Materiales para poder realizar consultas del estado de los repuestos y materiales stock.

El subsistema Consultas, permitirá consultar las bases de datos de las instalaciones hidroelectricas, equipos, componentes, estándares, órdenes de trabajo, costos, etc.

El subsistema Reportes, el cual emite los reportes de equipos, componentes, órdenes de trabajo, estándares de mantto., preprogramas de mantto., plan anual de mantto., servicios semanales y costos de mantenimiento.

SIGMA-DET estará integrado mediante interfases y en línea con los sistemas desarrollados a nivel corporativo en la empresa, permitiendo una mejor administración del mantenimiento. Interactuará en línea con Materiales (SISAM) y mediante interfases con Personal (Planillas), Activos Fijos (SICAF) y Ordenes de Trabajo (SOT).

SIGMA-DET ha sido diseñado como alternativa para mejorar y superar las deficiencias de control del mantenimiento actual; el sistema genera automáticamente programas de mantenimiento, tiene archivos historiales con el objeto de desarrollar análisis estadísticos y proveer información para el reemplazo de equipos y/o componentes. Asimismo ayudará a evaluar el stock actual de repuestos con que cuenta cada equipo, considerando si son standard stock ó no, para emitir los reportes de mínimo ó "0" stock y hacer el pedido correspondiente.

## CAPITULO II

### INTRODUCCION

#### 2.1 DEFINICION Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Centromin Perú S.A. es una empresa de producción polimetálica, considerada como la mas importante en nuestro país y el complejo metalúrgico más importante de Sudamérica.

Actualmente la economía de libre mercado está exigiendo a nuestra empresa hacer más eficiente para que nuestros productos sean más competitivos en el mercado internacional, es decir alta calidad, bajos costos y alta cantidad.

El departamento de Electricidad y Telecomunicaciones cumple una actividad muy importante dentro de la producción de la empresa, como abastecedor de la energía eléctrica en todas las Unidades de Producción para las operaciones Minero-Metalúrgicas.

Conocedores de esta realidad la División de Mantenimiento DET, tiende a un perfeccionamiento en la gestión del mantenimiento para acompañar en la producción de la energía eléctrica mediante una gestión segura y económica de las instalaciones; desarrollando e implementando gradualmente los mecanismos necesarios que permitan alcanzar objetivos concretos a mediano plazo.

El Sistema de Información de la Gestión de Mantenimiento SIGMA-DET propuesto en este informe, es una alternativa para mejorar y automatizar el sistema informativo de mantenimiento actual, para resaltar los índices de mantenimiento y costos.

Toda empresa que invierte en activos fijos tiene la necesidad de invertir también en la conservación de esos activos y lo logra teniendo un programa

de mantenimiento preventivo con lo cual la vida de los mismos se alargará cumpliendo su tiempo de vida.

El mantenimiento preventivo es el conjunto de actividades que se realiza sin el conocimiento previo de que hay algún defecto en el equipo, lo importante es que, al efectuarse estos trabajos disminuyan considerablemente los paros imprevistos de equipos. Es por tanto responsabilidad, de los ingenieros de mantenimiento desarrollar un criterio de economía y seguridad para poder planificar, organizar, ejecutar y controlar el mantenimiento preventivo.

Es un principio aceptado por la generalidad de las personas que realizan actividades de mantenimiento, que no todos los equipos pueden incluirse dentro de un programa de mantenimiento preventivo. Para algunos equipos resultará más económico un mantenimiento correctivo; es por ello importante que los responsables del mantenimiento de cada área productiva, determinen la relación de equipos a los que debe hacerse mantenimiento preventivo.

Actualmente en CMP S.A. hay dos tipos de procedimiento de mantenimiento .

- Correctivo: el mantenimiento correctivo se cumple con más frecuencia por la naturaleza de las operaciones en las plantas y los equipos obsoletos en el cual no hace falta un programa preplanificado. La reparación se hace cuando el equipo falla y generalmente es masiva; este método es caro, se realiza poco o ningún mantenimiento y no hay manera de anticiparse a la falla.
- Preventivo: el mantenimiento preventivo se realiza a intervalos planificados (horas, semanas, meses).

Durante los últimos años, la productividad y la calidad de los productos han sido considerados como elementos claves en el éxito de la gestión empresarial. El rol del departamento de mantto. no ha gozado de esta consideración prioritaria aunque sí ha sido percibido como una actividad muy necesaria, siempre ha prevalecido la actividad de arreglar cuando algo se rompa es decir no se preveía una situación.

Un programa de mantenimiento ineficiente trae consigo aumento de los costos directos (herramientas, personal, materiales, sobretiempos) y los costos propios efectuados por el mantenimiento en el equipo (acelerado deterioro, excesiva energía, muchas inpecciones, etc.), en la producción (reprocesos, sobretiempos, entregas tardías, etc.) y en el producto (calidad, confiabilidad, etc.). El mantenimiento correctivo es más costoso para una empresa que el mantenimiento preventivo; las emergencias, el trabajo no planeado, contribuyen a una utilización no racional de los recursos humanos y repuestos.

Lo que se pretende es disminuir el mantenimiento correctivo pero no eliminarlo de tal manera que el esfuerzo invertido sea el mismo en las tareas de mantenimiento con una reducción de fallas significativamente.

Con un buen sistema de mantenimiento se podrá conocer los costos incurridos en cada tarea de mantenimiento y un control de los mismos para cada componente del sistema.

## 2.2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO.

Uno de los objetivos fundamentales del sistema, es llegar a constituir para la Superintendencia de Mantenimiento un efectivo instrumento de gestión. El sistema permite acceder a una serie de información ordenada de modo tal que se facilita la planificación y programación de las actividades de mantenimiento.

Asimismo se busca minimizar los tiempos de parada imprevista de equipos, dinamizar la gestión de mantenimiento y mejorar la disponibilidad operativa, confiabilidad y utilización de los equipos y sistemas de las unidades operativas del DET.

Entre otros objetivos a conseguir podemos mencionar los siguientes:

- Tener indicadores de tiempo de funcionamiento de un equipo, costos de mantenimiento vs. costo de capital, rotación de inventarios de partes, etc.
- Prolongar la vida de los equipos con un mantenimiento adecuado.

- Analizar los costos de mantenimiento por equipo/componente y orden de trabajo.
- Planificar los niveles de inventario de repuestos y materiales.
- Optimizar la labor de mantenimiento como herramienta de gestión para una mejor toma de decisiones.
- Minimizar el tiempo de parada imprevista de los equipos por fallas eléctricas y/o mecánicas eventuales a fin de permitir la continuidad en las operaciones y alcanzar las metas de producción estimadas.
- Controlar mejor el mantenimiento en base a una información oportuna y verdadera.
- Optimizar el sistema informativo para resaltar los índices de mantenimiento y costos para uso interno de la Superintendencia para fines de nuevos proyectos y construcciones de nuevas instalaciones.

De lograr estos objetivos la empresa disminuirá los costos de mantenimiento improductivos con una mayor rentabilidad y calidad del producto.

### **2.3 ALCANCES.**

El estado actual de la tecnología de los sistemas mecanizados de información para mantenimiento, se sustenta en sistemas integrados en línea que permitan el acceso del usuario de mantenimiento a los sistemas de Materiales, Activos Fijos, Contabilidad, etc., para interactuar ya sea proporcionando y/o recibiendo información de los sistemas.

SIGMA se implementará en las áreas de Subestaciones y Equipos Especiales, Líneas de Transmisión, Obras Civiles y Talleres y Centrales Hidroeléctricas. La Superintendencia y Jefaturas de la división tendrán acceso al sistema para controlar mediante consultas o reportes el mantenimiento de cada área.

El sistema proporcionará información de costos de mantenimiento incurridos hasta el nivel de componentes.

Asimismo, mediante interfases podrá interactuar con el SOT, SICAF y en línea con el SISAM, MILLENIUM, sistemas controlados por el departamento de Informática.

## CAPITULO III

### SITUACION ACTUAL DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO

#### 3.1 ORGANIZACION DE LA DIVISION MANTENIMIENTO.

El DET esta conformado por la División de Operaciones, División Mantenimiento y Construcciones Eléctricas y la División de Desarrollo Eléctrico.

La División de Operaciones es responsable del manejo del sistema eléctrico de Centromin Perú S.A., que anualmente origina órdenes de trabajo a la División de Mantenimiento para efectuar los trabajos preventivos, correctivos, modificaciones o ampliaciones de las instalaciones eléctricas.

Para la ejecución de los trabajos de mantenimiento el DET se basa en el Manual de Normas y Procedimientos para maniobras, trabajos de construcción, mantenimiento y/o reparación en los sistemas eléctricos de alta, media y baja tensión, editado por el departamento de seguridad.

El cuadro de la organización de la División Mantenimiento y Construcciones Eléctricas se muestra en la fig. 1.

A continuación indicamos en forma general las actividades del mantenimiento que se desarrollan en las áreas de la División.

#### **3.1.1 Area Subestaciones y Equipos Especiales.**

- Subestaciones.

Esta sección a principios de cada año, en coordinación con la Superintendencia de Mantenimiento DET, elabora un cronograma de mantenimiento preventivo de todas las Subestaciones del sistema

CUADRO DE ORGANIZACION DIVISION MANTENIMIENTO - DET

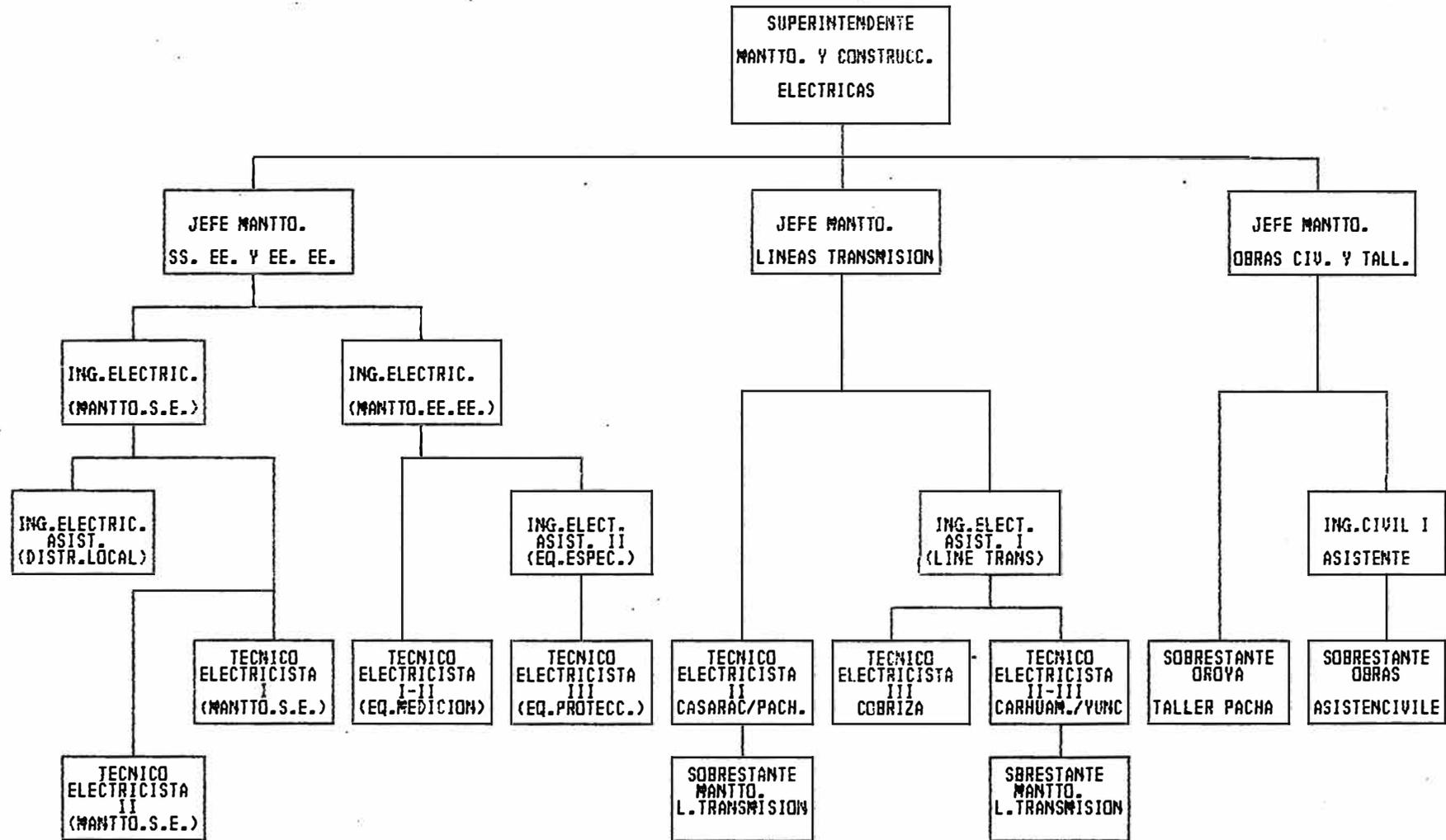


FIG. 1

eléctrico e Instalaciones Conexas de Centromin Perú S.A., cuyas fechas programadas son coordinadas previamente con la unidad de producción respectiva.

Para elaborar el conjunto de actividades a desarrollarse en la fecha programada del mantenimiento preventivo de una Subestación se realizan trabajos previos que consisten en inspecciones visuales, obtención de muestras de aceite; también se considera la frecuencia de mantenimiento de los equipos, experiencia y trabajos pendientes.

Para la ejecución del mantenimiento programado se emite previamente un memorandum detallando los trabajos que se van a realizar y los responsables del mismo. A su vez el área de operaciones informa la secuencia de desenergización de la zona donde se efectuará el mantenimiento.

Donde el sistema eléctrico lo permita, los trabajos de mantenimiento preventivo se realizan mediante paradas parciales coordinadas previamente con la División de Operaciones y la unidad de producción.

- Equipos Especiales.

La responsabilidad de esta sección en el DET son los trabajos de mantenimiento (preventivo y correctivo) de los sistemas de medición, protección, control y servicios auxiliares del sistema eléctrico de potencia de Centromin Perú S.A..

A principios de cada año la sección de Equipos Especiales recibe el cronograma de mantenimiento preventivo de todas las subestaciones del sistema eléctrico de Centromin Perú S.A. elaborado por la Superintendencia de mantenimiento DET. en coordinación con el área de subestaciones y equipos especiales cuyas fechas programadas son coordinadas previamente con la unidad respectiva.

Para elaborar el conjunto de actividades a desarrollar en la fecha programada del mantenimiento preventivo de una subestación, es fundamental las ocurrencias y fallas producidas dentro del sistema eléctrico de CMP. S.A., también se considera la frecuencia de mantenimiento de los equipos, experiencia y trabajos pendientes.

Para la ejecución del mantenimiento programado se emite previamente un memorandum detallando los trabajos que se van a realizar y los responsables del mismo.

A su vez el área de operaciones informa la secuencia de desenergización de la zona donde se efectuará el mantenimiento debido a la gran cantidad de tableros eléctricos y servicios auxiliares, el mantenimiento programado se avanza parcialmente, la mayoría de los equipos donde no es necesario desenergizar los circuitos principales (contrastación y calibración de relés de protección, mantenimiento del banco de baterías, cargador de baterías, mantenimiento de los anunciadores etc., dejando para la fecha programada el mantenimiento de los equipos donde sí es necesario la desenergización de los circuitos (gabinete de control de los interruptores, gabinete de accionamiento de los seccionadores, mantenimiento y pruebas de los transformadores de medida etc.).

Además de los trabajos de mantenimiento para el DET, la sección presta servicios a otras áreas y particulares, pero debido al personal reducido no es posible atender gran parte de estos requerimientos.

### ***3.1.2 Distribución Local.***

La sección de distribución local DET, tiene la responsabilidad del mantenimiento construcción y/o modificación en la red de distribución de la Oroya, en media tensión .

La elaboración del cronograma de actividades de mantenimiento a desarrollarse durante el año es originada por esta sección en

coordinación con el jefe del área de subestaciones y equipos especiales.

Préviamente a la elaboración de este cronograma, se realizan inspecciones visuales considerando la experiencia y criterios técnicos, que sirven como base para elaborar el conjunto de actividades a desarrollarse en la fecha programada del mantenimiento preventivo.

Debido al poco tiempo que esta sección tiene en el DET (Transferido de construcción Huaymanta) se vienen estableciendo frecuencias de mantenimiento de los equipos, siendo ejecutados paulatinamente de acuerdo a la estadística de rendimiento de los componentes.

Con anterioridad a la fecha programada del mantenimiento se emite un memorandum detallando los trabajos a realizarse y los responsables del mismo. A su vez el área de operaciones autoriza la desenergización de los circuitos donde se efectuarán los trabajos de mantenimiento. También los usuarios afectados son informados por los medios de comunicación del corte de energía.

Cuando algunos trabajos requieren del apoyo de las otras secciones de la División, es solicitado mediante órdenes de trabajo O/T de soporte.

### ***3.1.3 Area Líneas de Transmisión.***

A principios de cada año, esta sección elabora un cronograma anual de mantenimiento preventivo de las Líneas de Transmisión en coordinación con la Superintendencia de Mantenimiento DET.

Debido a la gran extensión de Líneas de Transmisión que maneja el DET, existen 5 bases de trabajo conformadas por cuadrillas de trabajadores ubicados estratégicamente dentro del sistema.

El mantenimiento consiste en cumplir una programación ya establecida en la cual se realiza diariamente la rutina de inspección a lo largo de la línea mediante las cuadrillas de trabajo. Normalmente esos

trabajos se realizan en las bases y estructuras sin necesidad de desenergizar la línea.

El avance del mantenimiento preventivo y las conclusiones de las inspecciones son controlados en formatos establecidos de programación diaria.

De existir reparaciones de emergencia, o trabajos correctivos importantes, la sección de Líneas de Transmisión a través de la Superintendencia de Mantenimiento, coordina con la División de Operaciones la desenergización de la línea afectada.

Cuando se realizan los trabajos de mantenimiento preventivo de las Subestaciones, la sección de Líneas de Transmisión aprovechan las líneas desenergizadas para realizar trabajos correctivos.

#### ***3.1.4 Area Obras Civiles y Talleres.***

El área de Obras Civiles y Talleres, tiene la responsabilidad de la ejecución de obras que permitan la captación de recursos hídricos necesarios para la operación en las Centrales Hidroeléctricas, mantenimiento de las vías de acceso a las instalaciones Hidroeléctricas, preparación de infraestructuras electromecánicas necesaria para mantenimiento preventivo, mejoramiento y ampliación del sistema hidroeléctrico, y trabajos de protección física a las instalaciones principales del sistema hidroeléctrico de Centromin Perú S.A. .

EL plan de trabajo anual es elaborado a principios de año en coordinación con la Superintendencia de la División, este plan contempla los trabajos de Obras Civiles y Talleres y la ejecución de nuevos proyectos de inversión que son administrados por esta área; la cantidad y magnitud de estos varían con los años. Para la ejecución de estos nuevos proyectos es necesario la contratación de personal eventual por falta del mismo.

Los trabajos que realiza la sección de Talleres son:

- . Mantenimiento Mecánico preventivo y correctivo de las Centrales Pachachaca y Oroya (mantenimiento de tubería forzada, casa de Fuerza).
- . Fabricación de Ferretería y estructuras para los trabajos de líneas de transmisión y subestaciones.

Los trabajos que realizan Obras Civiles son:

- . Mantenimiento de la Infraestructura Hidráulica de las 4 centrales (canales, colectores de las represas, estructuras de captación, dragado, etc.).
- . Mantenimiento de la infraestructura de Obras Civiles (mantenimiento y reparación de las vías de acceso a instalaciones principales).
- . Mantenimiento de la infraestructura eléctrica de las subestaciones del sistema eléctrico, estructuras portantes, casetas de control, bases cercos etc.

### **3.2 RESPONSABILIDADES DE LA DIVISION MANTENIMIENTO.**

La Superintendencia tiene la responsabilidad del mantenimiento de las instalaciones electromecánicas y civiles del sistema Hidroeléctrico de Centromín Perú S.A. (anexo I), mantenimiento de la red de distribución en media tensión (La Oroya), construcción de las obras de ampliación y/o modificación del sistema Hidroeléctrico.

Los principales datos del sistema eléctrico se muestran en el anexo II.

#### ***3.2.1 Principales actividades de la División.***

- Mantenimiento Preventivo.

Son los trabajos que se desarrollan basados en las técnicas de control, experiencia y antecedentes; para ubicar puntos potenciales de fallas del sistema y anticiparse a la falla; incluyen ajustes y

reemplazos de partes desgastadas y algunas veces el arme y desarme del equipo programado.

- Mantenimiento Correctivo.

Es el mantenimiento que se realiza en base a ocurrencias habidas y generalmente consiste en una reparación al máximo costo que alcance en dicho momento.

- Mantenimiento Predictivo.

Es el control técnico sistemático para determinar cuando un equipo o componente puede necesitar mantenimiento o reparación, este tipo de mantenimiento excluye paradas e inspecciones en equipos con buenas condiciones de operación programadas en mantenimiento preventivo.

- Mantenimiento Ordinario.

Es el mantenimiento que se realiza en lugares específicos con la finalidad de conservación de la infraestructura hidráulica y vial de la empresa.

- Trabajos de construcción y montaje.

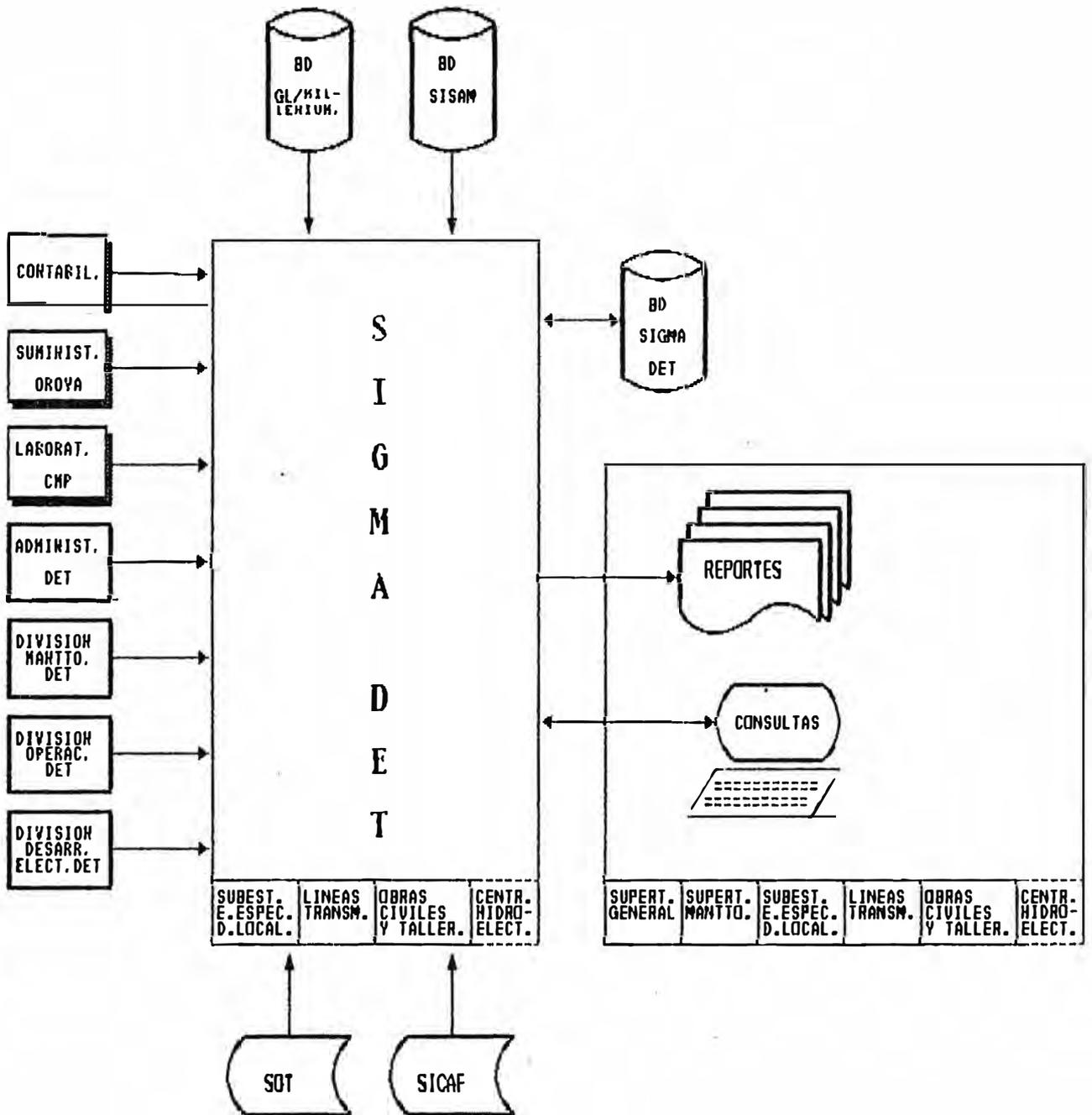
Son los trabajos que se ejecutan en las obras de ampliación y/o modificación del sistema Hidroeléctrico, desarrollados dentro del planeamiento integral de la empresa.

- Trabajos especiales.

Son los servicios que se brinda a particulares.

### CAPITULO IV ESTRUCTURA GENERAL DEL SISTEMA PROPUESTO

#### 4.1 DIAGRAMA DE CONTEXTO.



## 4.2 ADMINISTRACION DE LA DIVISION MANTENIMIENTO - DET.

En mantenimiento los aspectos de gestión en general, se caracterizan por la gran cantidad y complejidad de datos que influyen en la decisión final. Ello implica siempre elevados costos en el proceso productivo.

Este subsistema conformado por cuatro módulos permitirá tener un método rápido y seguro para el tratamiento de la información que sirvan sobre todo mantener actualizados los datos referentes a las inversiones, reparaciones, causas de falla y los costos correspondientes.

### 4.2.1 Programación del Mantenimiento.

El objetivo es estimar por período, la demanda de servicios y reparaciones de equipos/componentes, y de materiales-repuestos en función de las frecuencias asignadas a las actividades de mantenimiento.

Entre las principales funciones a ejecutar son las siguientes: Calcular para cada período mensual del plan de la demanda de materiales/repuestos, componentes, horas hombre, etc., necesarios para atender las reparaciones y servicios estándares estimados; definir el plan de mantenimiento para el período. Asimismo el sistema deberá permitir ajustar el plan de actividades en función de la disponibilidad establecida para los recursos críticos.

El planeamiento debe recibir información de la base de datos de equipos y/o componentes, actividades estándares de mantenimiento.

Las actividades estándares se clasifican en actividades rutinarias (Verificar (VE), Aceitar (LB), Engrasar (EN), Limpiar (LI)) los cuales no generan historia, las actividades preventivas menores que tampoco generan historia, actividades mayores (Cambiar (CH) y Calibra (CA)) que sí generan historia, las actividades preventivas mayores que generan historia y las actividades correctivas programadas que por solicitud o emergencia generan historia todas ellas

El proceso de programación recibe la realimentación del control para corregir estándares de mantenimiento.

#### **4.2.2 Evaluación de Índices de Gestión.**

Este módulo de programación permitirá conocer y controlar de forma continua el grado de adecuación de las actividades previstas a las actividades desarrolladas, y una vez debidamente valoradas permitirán conocer y controlar de forma continua los costos de mantenimiento comparando los gastos realizados con los del mercado.

La evaluación debe ser realizada por la Superintendencia de Mantenimiento y procesados mensualmente abarcando períodos de un año, separados por secciones y área.

Los índices serán procesados en este módulo previa exportación de información almacenados en las bases de datos de los otros módulos.

##### ***Índices de Equipos:***

***Tiempo medio para fallas***, relación entre el tiempo total de operación de un conjunto de items y el número total de fallas detectadas en esos items, en el período observado. Este índice debe de ser usado para items que no son reparados luego de la ocurrencia de la falla.

***Tiempo medio para reparaciones***, relación entre el tiempo total de intervención correctiva en un conjunto de items con falla y el número y el número total de fallas detectadas, en el período observado. Este índice debe de ser usado para items cuyo tiempo de reparación o sustitución es significativo en relación a las horas de operación.

***Tiempo medio entre fallas***, relación entre el producto del número de items por sus tiempos de operación y el número y el número total de fallas detectadas, en el período observado. Este índice debe de ser usado para items que son reparados después de la ocurrencia de la falla.

**Tiempo medio entre mantenimientos preventivos**, relación entre el producto del número de ítems por sus tiempos de operación, en relación al número total de intervenciones programadas, en el período observado.

**Indices de costos:**

**Costo mantenimiento en relación a la producción**, relación entre el costo total de mantenimiento y la producción total en el período. Esta relación es dimensional, dado que el denominador está expresado en unidades de producción (m<sup>3</sup>, ton. kW, km. recorrido, etc.)

**Costo en función a la severidad de las reparaciones correctivas**, relación entre el costo directo e indirecto de las reparaciones correctivas y el número total de interrupciones. El número de esta expresión difiere del anterior por incluir los gastos indirectos de mantenimiento correctivo, y que vuelve esta relación más apropiada para el acompañamiento del índice bajo el aspecto gerencial.

**Costo de mano de obra externa**, relación entre los gastos totales de mano de obra externa (contratada de otras empresas, o cedidas por otras áreas de la misma empresa) y la mano de obra total empleada en nuestros servicios durante el período considerado. En el cálculo de ese índice pueden ser considerados todos los tipos de mano de obra externos o por especialización.

La incidencia constante de valores diferentes de cero para este índice puede indicar que el cuadro de personal de ejecución es insuficiente o mal preparado para alguna actividades.

**Costo de capacitación del personal**, relación entre el costo de entrenamiento del personal de mantenimiento y el costo total de mantenimiento.

Este índice representa la parte de gastos de mantenimiento invertida en el desarrollo de su personal mediante entrenamientos internos y externos.

**Costo por inmovilización de repuestos**, relación entre el capital inmovilizado en excedentes y el capital invertido en equipos. Se

debe tener cuidado en el cálculo de este índice para considerar los excedentes. específicos y parte de los no específicos utilizados en los equipos bajo la responsabilidad del área de mantenimiento, siendo pues un índice que generalmente se hace difícil de calcular debido al establecimiento de esta proporcionalidad.

***Indíces de mano de obra:***

***Carencia de mano de obra,*** estos informes deberán permitir efectuar el control y distribución optimizada de la mano de obra propia y contratada, el control dinámico de grandes reparaciones, el control y reducción de horas de espera, la detección de necesidades de entrenamiento, el control del sobretiempo (turn-over), la coordinación de vacaciones y demás indisponibilidades de mano de obra del personal que realiza el mantenimiento, las restricciones de programación debido a indisponibilidades de mano de obra, el acompañamiento de las disponibilidades y tránsito del personal, la demostración de necesidades de refuerzo de mano de obra, la distribución del mantenimiento pendiente y las imposibilidades de realización de servicio debido a la falta de liberación por parte de la operación de los excedentes, u otra razón externa al órgano de mantenimiento.

***Exceso de servicio de personal de mantenimiento,*** relación entre la diferencia de los hombres-hora trabajados y disponibles, y los hombres-hora disponibles, indicando por cuanto tiempo del personal fue ocupado encima de la carga normal de trabajo.

***Eficiencia de mantenimientos programados,*** relación entre los hombres-horas gastados en trabajos programados y los hombres-hora disponibles, entendiéndose por "hombres-horas disponible" aquellos presentes en la instalación y físicamente posibilitados de desempeñar los trabajos requeridos. Cuanto mayor fuera ese índice es mejor, desde que los valores de mantenimiento correctivo (medidos a través del índice siguiente) disminuye.

***Eficiencia de mantenimientos correctivos***, relación entre los hombres-horas gastados en reparaciones correctivas (reparaciones de falla = mantenimiento correctivo) y los hombres horas disponibles.

***Envejecimiento del personal***, relación entre los hombres-horas del personal con "N" años de jubilación y los hombres-horas disponibles.

***Personal en entrenamiento interno***, relación entre los hombres-horas gastados en entrenamiento interno y los hombres-horas disponibles.

***Otras actividades del personal de mantenimiento***, relación entre los hombres-horas gastados en actividades no vinculadas al mantenimiento de los equipos de la Unidad de Producción, que llamamos "Servicios de Apoyo" y los hombres horas disponibles.

***Ociosidad del personal de mantenimiento***, relación entre la diferencia de los hombres-hora trabajados sobre los hombres-hora disponibles menos los hombres-hora trabajados sobre los hombres-hora disponibles, indicando por consiguiente cuanto del tiempo del personal no fue ocupado en ninguna actividad.

***Movimiento de órdenes de servicio***, relación entre Ordenes de Servicio (F1, F2 y F3) ejecutado y Ordenes de Servicio pendiente. Indica si existe deficiencia de recursos en el área que realiza el mantenimiento en relación a la carga de servicio.

#### **4.2.3 Consultas y reportes.**

Permitirá realizar consultas y obtener reportes de éste y otros subsistemas necesarios para que la administración tome decisiones en el mantenimiento. así pues obtendremos entre otros el cronograma de actividades y estimación de recursos, los índices de equipo, costo, mano de obra, estructura de costos por sección, balance del servicio, etc.

#### **4.2.4 GL/MILLENIUM estado presupuestal.**

Permitirá realizar las consultas del estado presupuestal, llegando hasta la evaluación de las ejecuciones reales de los costos vs lo

presupuestado por áreas de responsabilidad este sistema es administrado por el departamento de contabilidad y controlado por informática al igual que el SISAM y SOT.

#### **4.3 SUPERVISION DE AGI'S, MANREX Y SERVICIO A TERCEROS.**

Este subsistema controlará la apertura, avance y cierre de los proyectos de inversión (AGI's) y mantenimientos extraordinarios (MANREX) que son administrados por la División de Mantenimiento.

Nos permitirá hacer un seguimiento estricto del estado actual de cotizaciones y requisiciones que son generados así como llevar un control de insumos. Para lograrlo será necesario la creación de documentos fuentes e ingresar la información al sistema el cual debe ser suministrado por el supervisor originador o responsable del mantenimiento.

Para realizar un proyecto de inversión (AGI's, MANREX y servicios a terceros), el sistema calculará el TIR y el VAN, una vez aprobado el proyecto, el supervisor encargado tendrá un reporte mensual de estos parámetros.

##### **4.3.1 Supervisión de AGI's.**

El AGI's aprobado por la Dirección de la Empresa y el Departamento de Contabilidad, será controlado por el supervisor responsable mediante un seguimiento de las cuentas aprobadas y en base a informes emitidos por él.

Es necesario registrar los montos de los gastos efectuados por cada cuenta, indicando el número de memorándum y el asunto; de no presentarse gastos, registrar solamente el asunto del memo, mediante formatos, establecidos por el área.

Los AGI'S pueden tener una o varias requisiciones y órdenes de trabajo que controlar. Cuando los materiales de las requisiciones son entregadas se debe realizar el descargue en el AGI's respectivo.

El cierre de AGI'S se realiza cuando se termina la obra o por disposición de la dirección de la empresa, por tanto se debe considerar fecha de inicio, fecha programada de termino y cierre.

#### **4.3.2 Supervisión de MANREX.**

El MANREX es aprobado por el Gerente del área y el Departamento de Contabilidad; será controlado por el supervisor originador mediante un seguimiento de las cuentas, en base a informe emitidos; el número de MANREX lo da la administración del DET y el control del MANREX será el mismo del control AGI's.

#### **4.3.3 Supervisión de Servicios a Terceros.**

Se presentan cuando otras empresas solicitan los servicios del DET. El supervisor responsable ingresará los avances del servicio mediante formatos establecidos.

Este servicio generará O/T, si fuera necesario, el cual será cargada a la cuenta de la O/T originadora, así también como la labor para cumplir con el servicio a terceros. El control se llevará a cabo mediante la O/T originadora.

### **4.4 ARCHIVOS TECNICOS Y OCURRENCIAS DE TRABAJOS.**

Este subsistema registrará en el computador del inventario de las instalaciones hidroeléctricas y los equipos/componentes de estas instalaciones (Centrales, Subestaciones, Líneas Transmisión) controladas por el sistema, también controlará el funcionamiento de los equipos en unidades operativas propia de cada equipo (hora, número de operaciones, etc.), historia de trabajos correctivos y emergencia que permitirán editar estadísticas y calcular la performance de equipos y componentes.

#### **4.4.1 Registro de las Instalaciones Hidroeléctricas.**

Codificar e inventariar las instalaciones hidroeléctricas que van a ser controladas por el sistema.

La División de Mantenimiento DET entregará a este proceso todas las características generales las cuales se grabarán en un archivo para su control, este proceso es previo a la identificación de los equipos que tienen cada instalación.

***Registro de Centrales Hidroeléctricas:***

Registrar las características básicas y condiciones de carga; los datos a ingresar son código, nombre, altura, localización, nivel de tensión, potencia instalada, factor de carga, número de generadores, número de turbinas, número de excitatrices, número reguladores velocidad, altura de caída de agua, longitud de tubería.

***Registro de Subestaciones:***

Registrar las características generales de todas las subestaciones; los datos a ingresar son código, nombre, altura, nivel de tensión, potencia instalada, factor de carga, número transf. potencia, número transf. corriente, número transf. tensión, número transf. tensión capacitaba, número transf. auxiliares, número secc. operación manual, número secc. tierra, número secc. operación motor, número secc. fusible, número interrupciones OCB, número interruptores SF6, número interruptores extraíble, número pararrayos, número de banco condensadores, número sistemas puesta a tierra.

***Registro de Líneas de Transmisión:***

Registrar las características básicas y condiciones de carga, los datos a ingresar son código, nombre, altura, nivel de tensión, potencia, longitud, tipo de conductor, calibre, tipo de estructura.

**4.4.2 *Inventario de Equipos y Componentes.***

Para una determinada área, sección, clase, subestación, se actualizará el archivo de equipos/componentes.

El objetivo primordial es codificar e inventariar los equipos y componentes pertenecientes a las instalaciones hidroeléctricas que van a ser controlados por el sistema.

La información de cada equipo/componente será proporcionado por la División de Mantenimiento en formato fuente establecido.

Si el equipo y/o componente es transferido o dado de baja, se registrará la fecha y el nuevo destino.

***Inventario de Equipos:***

Los equipos podrán ser agrupados formando familias los cuales contendrán un inventario general, un inventario específico, formando la hoja técnica del equipo

Los datos a ingresar son código, nombre, marca, tipo, número de serie, año de fabricación, fecha de instalación, altura, fecha de compra, monto de compra, código SICAF.

***Inventario de Componentes:***

En este proceso se ingresará todas las características de todos los componentes pertenecientes a un equipo.

Los datos a ingresar son código, nombre, marca, tipo, número de serie, año de fabricación, precio, número de catálogo o manual.

**4.4.3 Performance.**

Mediante el registro de todas las intervenciones que ha tenido el equipo y/o componente, este módulo permitirá calcular la performance respectiva y tomar las medidas necesarias.

El módulo permitirá calcular la confiabilidad y mantenibilidad de los equipos y/o componentes. Estos dos conceptos son fundamentales para desarrollar un programa de mantenimiento más real y para determinar los repuestos necesarios para él mismo.

***Confiabilidad (Anexo A):***

Es la probabilidad que un equipo funcione al máximo tiempo posible sin fallar, operando bajo condiciones nominales de trabajo. Para

ello es importante tener un registro estadístico del tiempo promedio entre fallas, dicho tiempo se obtendrá del módulo ocurrencias de acuerdo a las fechas de una falla.

***Mantenibilidad (Anexo B):***

Es la probabilidad en que un equipo que ha fallado sea reparado en el menor tiempo posible bajo condiciones estándar de trabajo. Para ello es necesario registrar el tiempo promedio de reparación de un equipo y/o componente, dicha información se obtendrá de las O/T diferenciando los que son preventivos y correctivos, entonces será necesario llevar un control del tipo de O/T.

El MTTR es un valor compuesto que representa el promedio aritmético de los tiempos individuales de mantenimiento, asimismo incluye el tiempo de diagnóstico de la falla, el tiempo de desmontaje, el tiempo logístico antes mencionado.

***Performance de Equipos:***

Mediante el cálculo de las probabilidades mencionadas anteriormente se obtendrá la performance de un equipo registrándose en el archivo respectivo.

Los datos a ingresar son las evaluaciones técnicas y recomendaciones del fabricante, causas y horas de interrupción, historia de trabajos, causas de falla y trabajos correctivos efectuados, características técnicas.

***Performance de Componentes:***

Mediante el cálculo de las probabilidades mencionadas anteriormente se obtendrá la performance de un componente registrándose en el archivo respectivo.

Los datos a ingresar son las evaluaciones técnicas y recomendaciones del fabricante, causas y horas de interrupción, historia de trabajos, causas de falla y trabajos correctivos efectuados, características técnicas.

#### **4.4.4 Ocurrencia de Trabajos Correctivos y de Emergencia.**

Este módulo permitirá tener control histórico de las ocurrencias producidas en el sistema eléctrico debido a perturbaciones internas o externas, que serán registradas por centrales, líneas y subestaciones considerando el alcance e influencia respecto a otras instalaciones conexas; especificando la causa, efecto, acción realizada y el complemento a dicha acción.

##### ***Ocurrencias en las Instalaciones Hidroeléctricas:***

Se registrará en el archivo de ocurrencias los trabajos correctivos y emergencia acontecidos en una instalación.

La División Mantenimiento DET proporcionará la información de la ocurrencia acontecida en una subestación, central hidroeléctrica o líneas de transmisión.

Los datos a ingresar son código de la instalación, fecha y hora de la ocurrencia, causa de la ocurrencia, consecuencia o efecto en la instalación, acción realizada, fecha y hora de término de ocurrencia.

##### ***Ocurrencias en los Equipos:***

Se registrará en el archivo de ocurrencias los trabajos correctivos y emergencia acontecidos en un equipo. La División Mantenimiento DET proporcionará la información de la ocurrencia acontecida en el equipo.

Los datos a ingresar son código de la equipo, fecha y hora de la ocurrencia, causa de la ocurrencia, consecuencia o efecto en el equipo, acción realizada, fecha y hora de término de ocurrencia.

##### ***Ocurrencias en los Componentes:***

Se registrará en el archivo de ocurrencias los trabajos correctivos y emergencia acontecidos en el componente. La división mantenimiento

DET proporcionará la información de la ocurrencia acontecida en el componente.

Los datos a ingresar son código de componente, fecha y hora de la ocurrencia, causa de la ocurrencia, consecuencia o efecto en el componente, acción realizada, fecha y hora de término de ocurrencia.

#### **4.5 LOGISTICA DEL MANTENIMIENTO.**

EL subsistema lo conforman los módulos de Evaluación y Control de Almacenes y Administración de los recursos utilizados en los mantenimientos (personal, equipos de prueba/herramientas, biblioteca, proveedores, catálogos, planos, requisiciones).

##### ***4.5.1 Evaluacion y Control de Almacenes.***

Este módulo nos permitirá tener un control de repuestos y materiales de equipos/componentes (estandarizados o no) que deberán estar debidamente codificados, identificados, inventariados y bien almacenados en los almacenes, con el objeto de llevar un control de cantidades mínimas pre-establecidos y repuestos "0" stock, para efectuar los pedidos correspondientes, requisiciones, cotizaciones y retiro de otros almacenes.

Para el mejor control de este módulo es fundamental interactuar con el sistema de suministros y evitar tiempos muertos en consultas de stock en almacenes.

También se debe tener un control sobre los equipos dados de baja o materiales en scrap, debidamente identificados con la posibilidad de ser reutilizados o aprovechar parte de estos cuando sean necesarios.

##### ***Almacenes:***

De lo anteriormente mencionado este módulo recibirá información de la Base de Datos de O/T para hacer el descargue del consumo de materiales de Equipos/Componentes utilizados por la O/T, asimismo, el archivo de materiales scrap entregará información a este proceso para actualizar la maestra de Materiales/Repuestos de Almacenes.

La Bodega de Administración-DET proveerá información manual una vez recibido el material solicitado por el almacén. Para este proceso los datos de entrada van a ser:

- Código de material y/o repuestos
- Descripción
- Cantidad
- Unidad

Las unidades serán registrados en la Base de Datos maestro de Materiales/Repuestos de tal manera que tenga cada área un conocimiento de recursos en los almacenes.

***Almacén Scrap:***

El Almacén Scrap recibirá información de los supervisores encargados de cada almacén de los materiales de Equipos/Componentes dados de baja el cual será resultado con la base de datos de equipos y componentes. Los datos de entrada serán los siguientes:

- Códigos de Equipo/Componente
- Código de materiales/Repuestos
- Cantidad
- Unidad

La cual será registrada al archivo de materiales scrap.

***Control de Stock de Repuestos Críticos:***

En el stock de repuestos se requiere controlar la cantidad mínima permitida de Materiales/Repuestos.

Los datos de entrada serán recibidos de la base de datos de materiales y repuestos en el cual este módulo imitará a los supervisores encargados de los materiales, repuestos que están en un nivel crítico o cero (0) stock de los equipos y componentes de su área.

**4.5.2 Administración.**

El módulo de control de personal servirá para obtener los índices de mano de obra para ser orientados en el sentido de obtener el mayor aprovechamiento de los recursos humanos disponibles y ofrecer al personal mayor seguridad y satisfacción en el desempeño de sus atribuciones.

Los módulos de control de equipos de prueba, herramientas y control de biblioteca son indispensables en la programación y ejecución de los mantenimientos. Para ello se estructurará una base de datos que está configurada de tal manera que el programa sea accesible para obtener reportes sobre familias de equipos con características comunes sobre las partes de los equipos y sobre la ubicación de planos por diferente opciones.

El módulo control y seguimiento de requisiciones nos permitirá registrar y hacer un seguimiento del estado actual de cotizaciones y requisiciones que son generados.

#### ***Control de Personal:***

Otro de los objetivos de este módulo es tener un sistema de información del personal calificado de cada área. Los datos de entrada será con formatos establecidos como:

- Datos personales
- Récord de trabajos (amonestaciones, faltas, suspensiones, aumento de categoría, etc.)
- Trabajos efectuados
- Tiempo utilizado por cada trabajo

De tal manera que esta información sirva para calcular la eficiencia de cada trabajador.

#### ***Control de Equipos de Prueba y Herramienta:***

Se desea tener una relación detallada de los equipos de prueba y herramientas necesarios para el mantenimiento, es equivalente a un control de almacén. Los datos de entrada serán:

- Código
- Descripción
- Cantidad
- Unidad

Todos estos datos serán proporcionadas por los supervisores y registrada en el archivo Equipo Prueba/Herramienta.

***Control de Biblioteca:***

En control de biblioteca se desea tener un inventario por familia de Equipos/Componentes de los manuales, planos, estudios, catálogos y libros de la biblioteca de la División Mantenimiento. Los datos de entrada serán:

- Código
- Descripción
- Equipo
- Componente
- Eq. de prueba
- Herramienta
- Tipo de documento a que pertenece.

Toda esta información será registrada en el archivo Man/Plano/Estudio.

***Cartera de Proveedores:***

En esta parte se tendrá una relación de los proveedores de los Materiales/Repuestos, Equipos/Componentes y Equipos de Prueba/Herramientas conteniendo:

- Dirección
- Teléfono
- Productos ofrecidos.

***Control y Seguimiento de las Requisiciones:***

Los MANREX, AGI'S y O/T generarán requisiciones con los siguientes datos:

- Número interno
- Originador
- Número de cuenta
- Descripción
- Cantidad de materiales
- Otros equipos
- Código de proveedor
- Sección
- Utilización
- Fecha del originador

La cual será registrada en la base de datos de requisiciones.

La Administración Mantenimiento se encargará de colocar el número de requisición interno para su respectivo control; aprobado la requisición por el Gerente del area, Director de Suministros y Contabilidad se actualiza el archivo de requisiciones, con número de requisiciones de la Empresa. Posteriormente se generará las órdenes de compra respectivas, con fecha probable de entrega, en logística Lima o compras locales. El cierre de requisición se realiza cuando el producto es entregado al originador.

#### **CONTROL DE ESTANDARES Y PROGRAMACION DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.**

Este subsistema registrará en el computador el inventario de actividades de mantenimiento que va a programar el sistema para las reparaciones y servicios de los equipos y componentes, así como los recursos de materiales, mano de obra, repuestos, equipos y herramientas necesarias para su ejecución.

Los estándares estarán formados por una o más actividades asociadas a un mismo sistema con el objeto de darle frecuencias mas aproximadas a los trabajos que se van efectuar en un determinado equipo. Así mismo el subsistema llevará el control de aceite para transformadores e interruptores.



RT00301 = Limpieza de la tarjeta del relé con una frecuencia de 03 meses.

CC01201 = Limpieza de canaletas de la carretera con una frecuencia de 12 meses.

La estimación de recursos debemos controlarlos en este módulo, lo que servirá para optimizar nuestro mantenimiento, que se ingresará mediante formatos establecidos. (materiales requeridos, repuestos requeridos y mano de obra empleada). La data ha ingresar será:

**Materiales Requeridos:**

- Código del Material
- Unidad
- Cantidad
- Descripción

**Mano de Obra Empleada:**

- Categoría Ocupacional
- Cantidad
- Número de horas
- Descripción

**Repuestos Requeridos:**

- Código del Repuesto
- Unidad
- Cantidad
- Descripción

**Equipos y Herramientas**

- Código
- Cantidad
- Tiempo de Utilización
- Descripción

#### 4.6.2 Control de Estándares.

La administración de la División Mantenimiento-DET ingresará los datos mediante formatos establecidos; el módulo se encargará de realizar el mantenimiento del archivo Estándares de Mantenimiento mediante el:

- Ingreso
- Modificación
- Consulta
- Eliminación

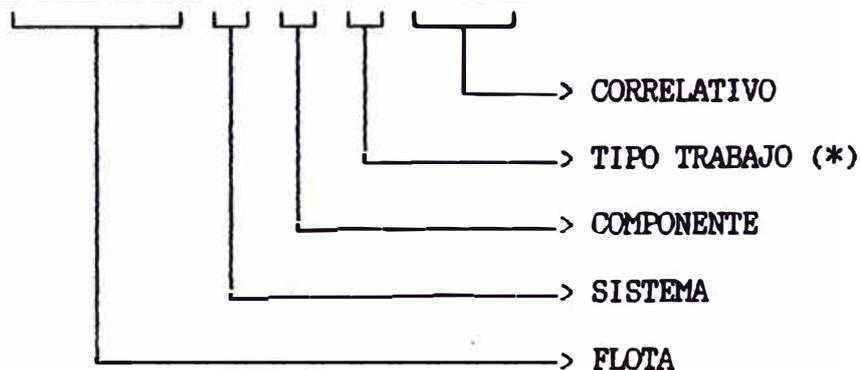
La data a ingresar será

- Código del estándar
- Frecuencia del estándar
- Horas de parada
- Descripción del estándar

El ingreso de talleres que intervienen estarán en este módulo. El Código estará compuesto de ocho (08) caracteres o dígitos:

- 1er, 2do y 3er caracter : Flota
- 4to caracter : Sistema
- 5to caracter : Componente
- 6to caracter : Tipo de trabajo
- 7mo y 8vo caracter : Correlativo

1	2	3	4	5	6	7	8
X	X	X	X	X	X	X	X



- (\*) TIPO TRABAJO: 1 Servicio  
 2 Cambio de componente  
 3 Reparación total  
 4 Reparación continua  
 5 Reparación programada

Ejemplo:

TPIRR101 = Servicio al radiador del transformador de 7MVA

LTIAA203 = Cambio de aislador a la LT 69 KV.

RTIRT501 = Mantto. programado a la tarjeta del relé electrónico de sobrecorriente.

OC1GR201 = Cambio de rodete del generador CH Oroya.

#### ***4.6.3 Asignacion de Actividades por Estandar.***

Proceso por el cual se asignará a cada estándar de mantenimiento un conjunto de actividades. Para las opciones de ingreso, modificación y eliminación, el sistema solicitará el ingreso del código del estándar; este código deberá de ser consistenciado antes de entrar en la opción pedida.

#### ***4.6.4 Asignacion de Estandares por Equipo.***

Permitirá registrar, actualizar, el archivo donde cada equipo es asociado con uno o más estándares. Para las opciones de ingreso, modificación y eliminación el sistema solicitará el ingreso del código del equipo (código SICAF) y a continuación el código del estándar que se asigna a dicho equipo.

#### ***4.6.5 Control de Aceite.***

Este módulo permitirá el ingreso modificación y consulta de los datos del resultado de análisis del aceite por transformador e interruptor para fines de información histórica inicialmente. El objeto es tener información suficiente para poder diseñar un modelo

de pronóstico de fallas que tome en cuenta todos los parámetros del aceite.

Así mismo, en base a los datos de la tabla del aceite, decidir mediante medidas permisibles si un transformador o interruptor de potencia debe ingresar en la programación de mantenimiento. Los datos a ingresar son:

- Rigidez dieléctrica
- Contenido de agua
- Número de neutralización
- Viscosidad
- Gravedad específica
- Azufre total
- Tensión interfacial
- Factor de potencia
- Azufre corrosivo

#### **4.6.6 Programación.**

Mediante la emisión de un programa de actividades a realizarse por cada equipo y/o componente en base a frecuencias establecidas, fechas coordinadas con operaciones, horas de utilización de los equipos u otros parámetros necesarios para la elaboración de dichos programas el usuario tendrá una herramienta para ejecutar su mantenimiento.

##### ***Pre-Programa:***

Cuya función será emitir un pre-programa de mantenimiento el cual será analizado por el usuario antes de dar su aprobación. Dicho pre-programa se generará mediante un algoritmo que accederá a las bases de datos de equipos, componentes, estándares (actividades y recursos) y órdenes de trabajo.

La frecuencia podrá ser semanal, mensual, semestral, según la necesidad del usuario.

El pre-programa debe indicar el atraso de cada actividad o estándar que es programado, la fecha programada de la actividad y dar un reporte general donde figuren todos los equipos a los cuales debe realizarse uno o más estándares de mantenimiento.

***Ajustes:***

El usuario tendrá la posibilidad de realizar en línea los ajustes necesarios al pre-programa por cada equipo y/o componente en sus actividades.

Para tal efecto se ingresará las condiciones de ajustes, datos del aceite, historial de O/T para conocer la fecha del último mantenimiento, dando como resultado una programación ajustada de trabajos el cual se archivará para fines estadísticos o reprocesamiento.

**4.6.7 *Ejecucion.***

Proceso que se encargará de emitir las programaciones de trabajos para que el usuario proceda con la ejecución. Para tal efecto se generará las O/T de mantenimiento por cada equipo y/o componente programado con los recursos a utilizar.

Se controlará la ejecución de las actividades programadas, O/T y el resultado de los trabajos realizados que servirán para tomar decisiones (ejemplo: reprogramación de las O/T no realizadas).

**4.7. EVALUACION Y CONTROL DE GESTION DEL MANTENIMIENTO.**

Llevará un control de las O/T originales y soporte ejecutados por el mantenimiento y registro de los recursos utilizados por O/T. Permitirá calcular los costos de mantenimiento para cada una de las cuentas aperturadas por equipo y/o componente cuyo gastos de mantenimiento se controlan. Este subsistema permitirá editar estadísticas y ejecutar los estándares para las reparaciones típicas, asimismo se registrará el historial por equipo y/o componente de todas las O/T cerradas.

**4.7.1 *Control de Ordenes de Trabajo.***

En todos los programas de mantenimiento diseñados, las O/T son una herramienta importante de control de los trabajos o reparaciones efectuados a los equipos y/o componentes. Este módulo permitirá registrar las O/T de todo tipo de trabajo (preventivo, correctivo, trabajos especiales, servicios a terceros), controlar el estado de las O/T (en proceso, pendiente, reactivada, cerrada), procesar el cierre de la orden de trabajo a fin de trasladarla al subsistema control de Equipos/Componentes para que se ejecute las funciones de actualización correspondiente en los mismos, ingresar los recursos utilizados en las O/T referidas a las reparaciones y servicios de los equipos y/o componentes controlados por el sistema con el objetivo de comparar lo estimado con lo real en cada estándar de mantenimiento.

***Mantenimiento O/T:***

Tendrá como función principal realizar la apertura, modificación, eliminación y avance de una O/T interna la cual se encontrará enlazado con el SOT mediante la O/T repetitiva.

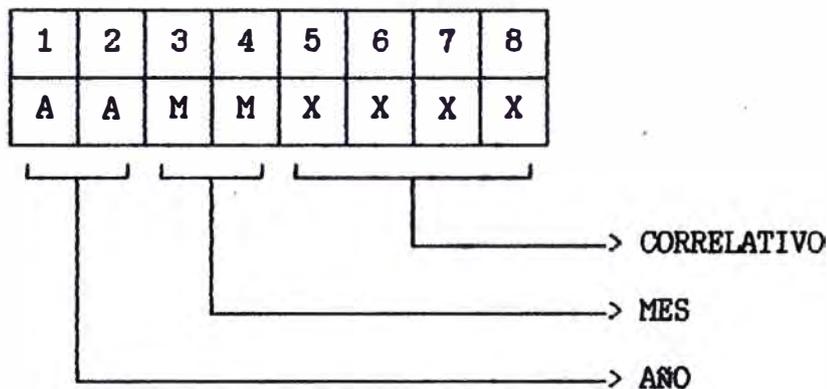
Teniendo el preprograma de mantenimiento con las actividades a desarrollarse por equipo y/o componente, se procederá apérturar una O/T interno con las siguientes informaciones:

- Código O/T interna
- Código equipo
- Prioridad
- Fecha de apertura
- Fecha programada
- Cuenta
- Orden de trabajo original
- Categoría de la O/T
- Razón de falla
- Descripción abreviada del trabajo requerido
- Código estándar del trabajo
- Tipo de trabajo (programado o eventual)
- Componente que sale
- Componente que entra
- Horas de operación acumulada

- Horas de operación acumulada del componente para el próximo cambio.
- Descripción del trabajo requerido

El Código estará compuesto de ocho (08) caracteres o dígitos:

- 1er y 2do caracter : Año
- 3er y 4to caracter : Mes
- 5to al 8vo caracter : Correlativo



#### ***Cerrar O/T:***

Proceso por el cual se procederá a cerrar una O/T culminada, registrando la fecha de cierre de trabajo, duración efectiva del trabajo, detalle del trabajo ejecutado.

Así mismo se debe registrar los datos de comportamiento en operación de los equipos (factor de carga, voltaje, consumo de energía, aislamiento, temperatura, vibraciones, etc), para obtener un programa de mantenimiento predictivo.

#### ***Recursos utilizados por O/T:***

El objetivo principal es registrar una vez cerrada la O/T los materiales, mano de obra y repuestos utilizados, y llevar un control interno real de nuestros costos por mantenimiento.

La información a ingresar será:

- En mano de obra (Fechas, Taller, Categoría y Horas empleadas).

- En repuestos y materiales (Taller, Código del Recurso, Cantidad, Unidad y Descripción).

#### **4.7.2 Control de los Costos.**

Módulo muy importante porque debe ayudar a evaluar y controlar los costos originados por el mantenimiento en cada equipo y el costo real de pérdida por parada de producción originada por falla.

##### ***Costos por O/T:***

Se hará el cálculo del costo por O/T (costo por cada actividad de mantenimiento), recibirá información de contabilidad (tarifa de talleres), administración - DET (tarifa taller - DET y costos indirectos), Suministro - Sistema SISAM (precio de materiales y repuestos), de la base de datos de almacenes y del archivo de O/T (recursos utilizados por O/T); esta información será almacenada en el archivo de costo por O/T.

El resultado será mostrado en:

- Costo de mano de obra
- Materiales
- Repuestos
- Costos indirectos

##### ***Costo de mantenimiento por Equipo y Componente:***

En este módulo se ordenará todos los costos por O/T de cada equipo/componente, recibiendo información del archivo O/T (se requiere el módulo de todas las O/T originadoras para cada equipo/componente), del archivo costos por O/T (el costo de O/T originador por cada equipo/componente), de la base de datos Equipo/Componente (código de cada equipo y componente). Toda esta información será almacenada en el archivo de costo Equipo/Componente.

##### ***Costo de terceros:***

Este módulo permitirá ingresar información de costos de las Empresas que realizan trabajos equivalentes a la División Mantenimiento.

La información a ingresar será la siguiente:

- Código del estándar.
- Descripción.
- Empresa.
- Costo por unidad (S./Km, S./KVA, etc.).

Toda esta información se registrará en el archivo de costo de terceros.

#### **4.7.3 Historial.**

Módulo relacionado con las O/T internas en el cual cada equipo posee un segmento donde se almacena todas las O/T ejecutadas en dicho equipo.

Una vez cerrada la O/T automáticamente se actualiza este segmento de la base de datos de equipos almacenando en la respectiva O/T ejecutada. El objetivo es tener la relación íntegra de todas las O/T realizadas en el mantenimiento de un equipo y/o componente, para luego calcular la performance en base a las estadísticas de trabajos.

Registrar todas las intervenciones que ha tenido el equipo o componente durante el período de su vida útil, para obtener la historia de los trabajos ejecutados en equipos y/o componentes.

## **8 CONSULTAS.**

Permitirá realizar las consultas de las bases de datos del sistema y analizar el estado de la información.

#### ***Instalaciones Hidroeléctricas:***

Se consultará los datos básicos de cada instalación perteneciente a una determinada área y sección.

#### ***Ocurrencias Trabajos Correctivo/Emergencia:***

Se consultará por fecha las ocurrencias acontecidas en una subestación, línea de transmisión y/o central hidroeléctrica determinada.

***Características de Equipos/Componentes:***

Se displayará los datos básicos/características de los equipos y/o componentes apreciándose también el estado de las horas de operación.

***Componentes por Equipo:***

Se displayará todos los componentes pertenecientes a un determinado equipo.

***Unidades de Operación por Equipo:***

Muestra en pantalla la cantidad de unidades de operación (hr, km, etc.) de un equipo para un mes; asimismo el total acumulado del mes.

***Estandares de Mantenimiento:***

Se consultará información de cada estándar de mantenimiento en una determinada área o sección.

***Estado de las O/T:***

En donde se apreciará además de los datos básicos de O/T el estado actual en que se encuentra dicha O/T.

***Historial de Equipos/Componentes:***

Aquí se displayará todas las O/T ejecutadas por cada equipo y/o componente.

***Recursos Estimados vs Recursos Utilizados en una O/T:***

Apreciar los recursos utilizados en la ejecución de una O/T y los recursos estimados en la actividad de mantenimiento.

***Costo Mantenimiento por Instalación Hidroeléctrica:***

Esta transacción permitirá consultar los costos de mantenimiento de una Subestación, Línea de Transmisión o Central Hidroeléctrica en un determinado año/mes.

***Costo Mantenimiento por Equipo:***

Permitirá consultar los costos de materiales, mano de obra y otros por equipo, año/mes, displayando las O/T respectivas.

***Costo Mantenimiento por Componente:***

Permitirá consultar los costos de materiales, mano de obra y otros utilizados en las diferentes O/T para un determinado componente.

***Costo anual Mantenimiento por Equipo:***

Permitirá consultar los costos de mantenimiento total incurridos en cada mes del año para un determinado equipo.

***Costo anual Mantenimiento por O/T:***

Mostrará mes a mes los costos de mantenimiento de materiales, mano de obra y otros por año, de cada una de las ordenes de trabajo concluidas o pendientes.

***Personal:***

Apreciar información sobre el récord del trabajador, rol de vacaciones, movimientos y analizar con que mano de obra se cuenta para los trabajos de mantenimiento.

***Almacenes:***

Consultar sobre el stock de materiales, repuestos, herramientas y equipos necesarios para la programación del mantenimiento así como datos técnicos de los mismos.

***Programación:***

Indicar la fecha que le corresponde a un Equipo/Componente un servicio o reparación programada en base a frecuencias de mantenimiento; informar sobre rutinas de mantenimiento que deben ser ejecutadas.

***Requisiciones, MANREX y AGI's:***

Consultar sobre el estado de las requisiciones, MANREX y AGI's, y realizar un seguimiento de los mismos con las áreas responsables del mantenimiento.

**4.9 REPORTES.**

Este subsistema permitirá emitir los reportes necesarios y solicitados por el usuario de mantenimiento producto de la explotación de las bases de datos; así podemos mencionar los siguientes:

Reportes de instalaciones hidroeléctricas

Reportes de equipos y componentes

Reportes de estándares/actividades y recursos requeridos

Preprogramas de mantenimiento

Planeamiento de actividades y recursos  
 Reportes históricos para los equipos/componentes  
 Costo de mantenimiento por equipo/componente  
 Costo promedio por estándar  
 Costo de pérdida de producción por falla o parada de equipo  
 Estadística por tipo de fallas  
 Estado actual de repuestos y materiales  
 Repuestos y materiales con stock mínimo o "0" en almacenes  
 Consumo de materiales de uso general  
 Consumo de recursos por área/secc./subestac/equ./componente  
 Estado actual de AGI's, MANREX y Requisiciones  
 Reportes estadísticos (diagramas, gráficos, tablas, etc.)

## **0 SISTEMAS SISAM Y SOT.**

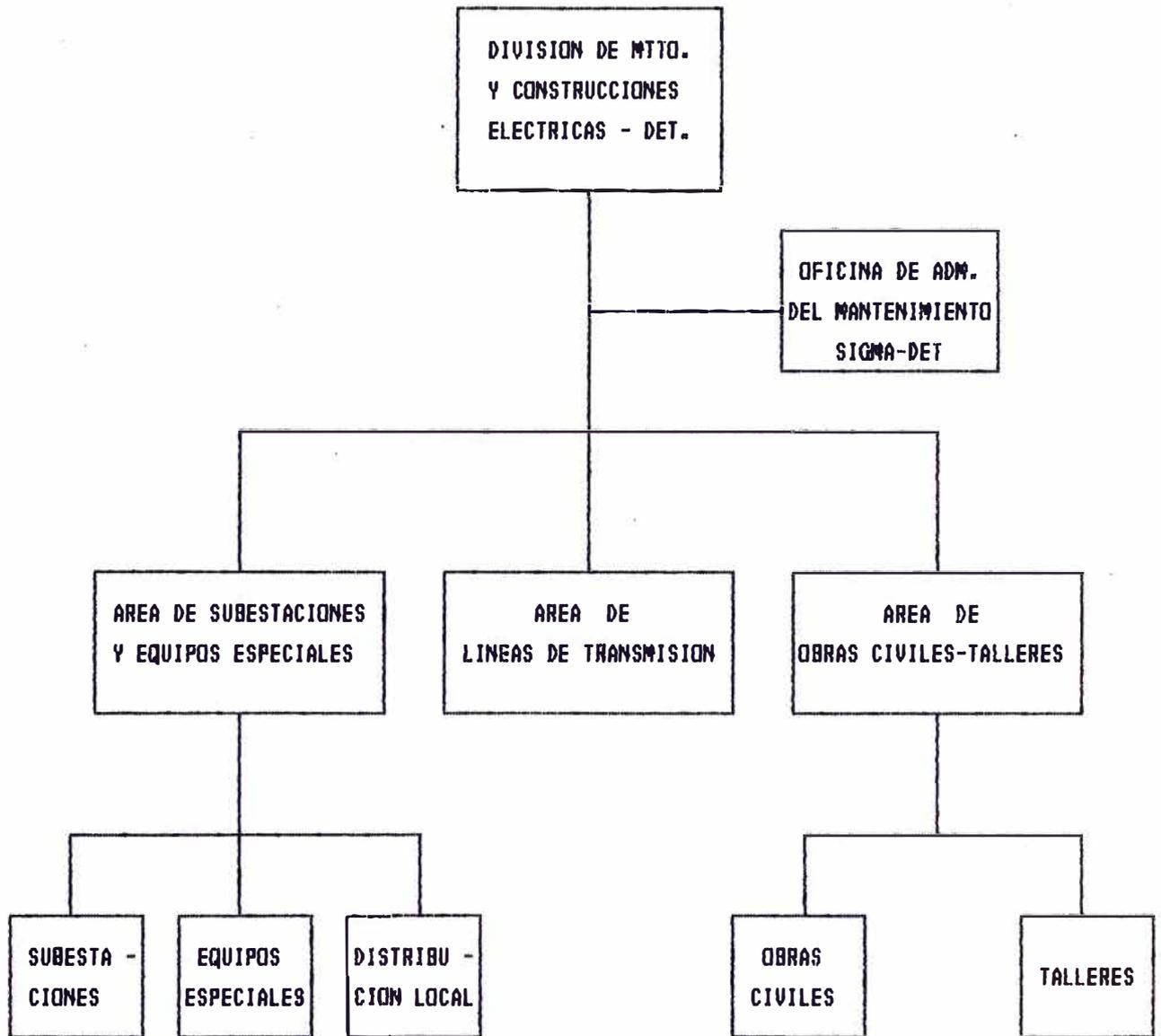
Interactuar en línea con el Sistema de Administración de Materiales SISAM para realizar todo tipo de consultas con relación a los stock de materiales y repuestos a nivel de empresa, el estado de requisiciones y obtener precios de los recursos para calcular los costos de mantenimiento.

Interactuar en línea con el sistema de órdenes de trabajo SOT para realizar un seguimiento de las O/T empresa y comparar los costos calculados por el sistema con los emitidos por el SOT.

## **1 ESTRUCTURA DEL SISTEMA PROPUESTO.**

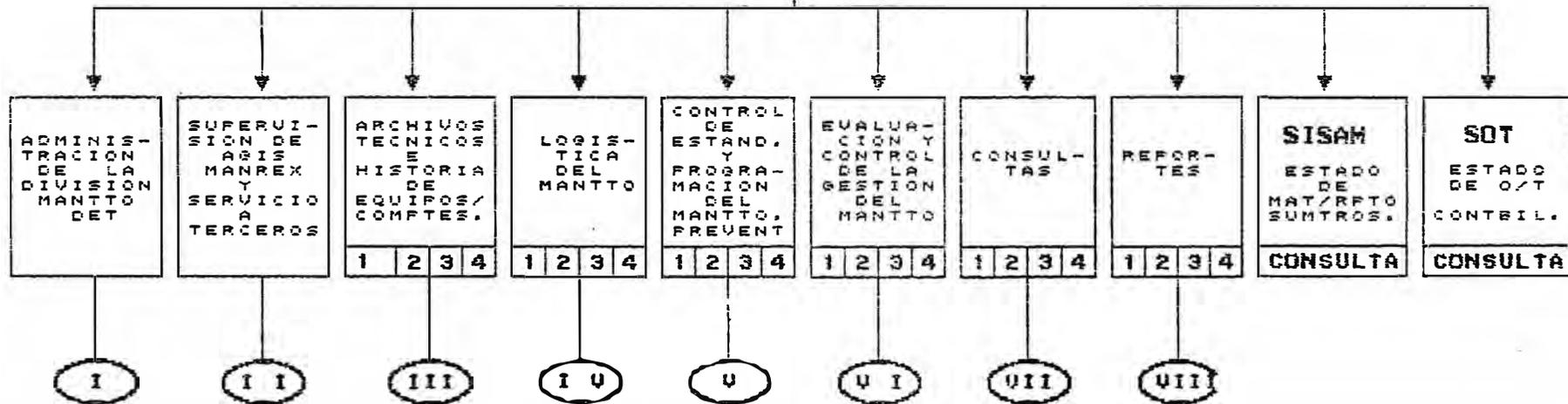
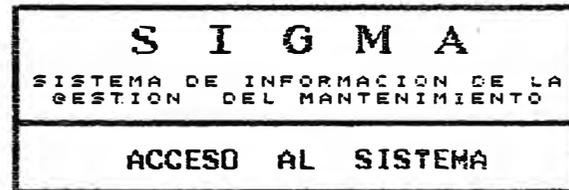
Se ha propuesto crear una Oficina de Administración del Mantenimiento como un ente de apoyo a la División de Mantenimiento con recursos propios de personal y materiales, dedicados a tiempo completo en el mantenimiento y administración del sistema.

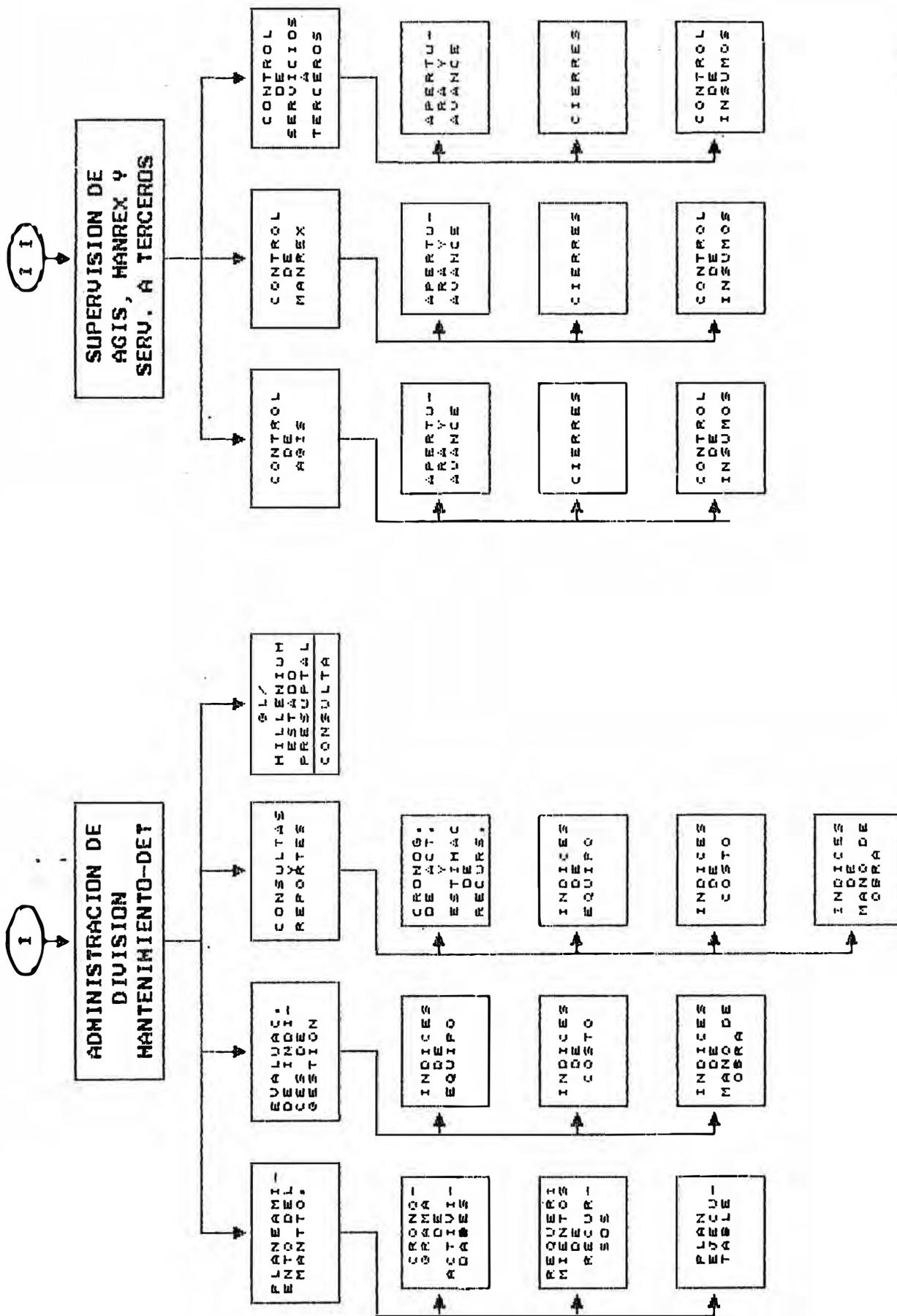
Los diagramas que a continuación se muestra indican la ubicación de la Oficina de Administración del Mantenimiento y la estructura del SIGMA-DET, los mismos que fueron descritos anteriormente:



# ESTRUCTURA GENERAL DEL SISTEMA

DIV. MANTENIMIENTO DET	
1	SS. EE.
	SUBESTACIONES
	EQUIPOS ESPEC.
	DISTR. LOCAL
2	LINEAS DE TRANSMISION
3	OBRAS CIV. Y TALLERES
4	CENTRALES HIDROELECT.

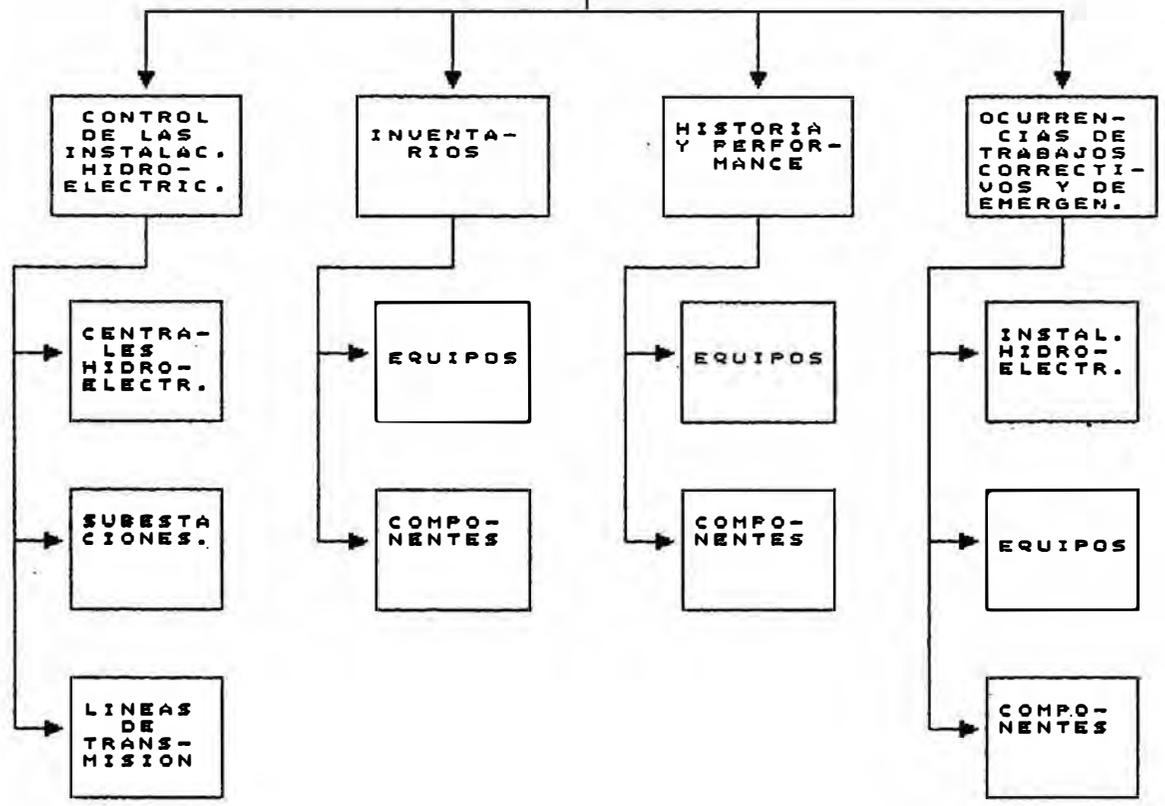


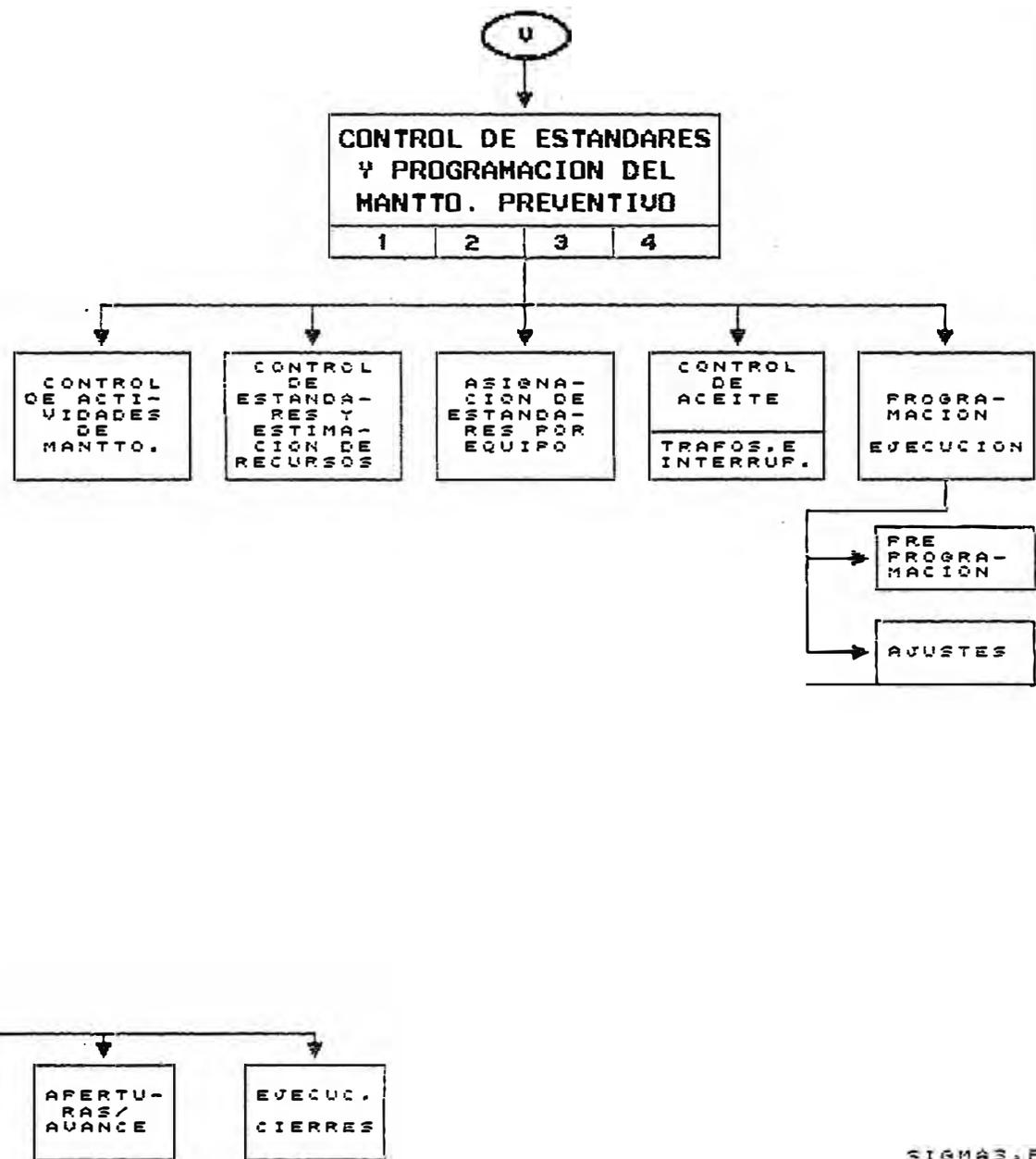
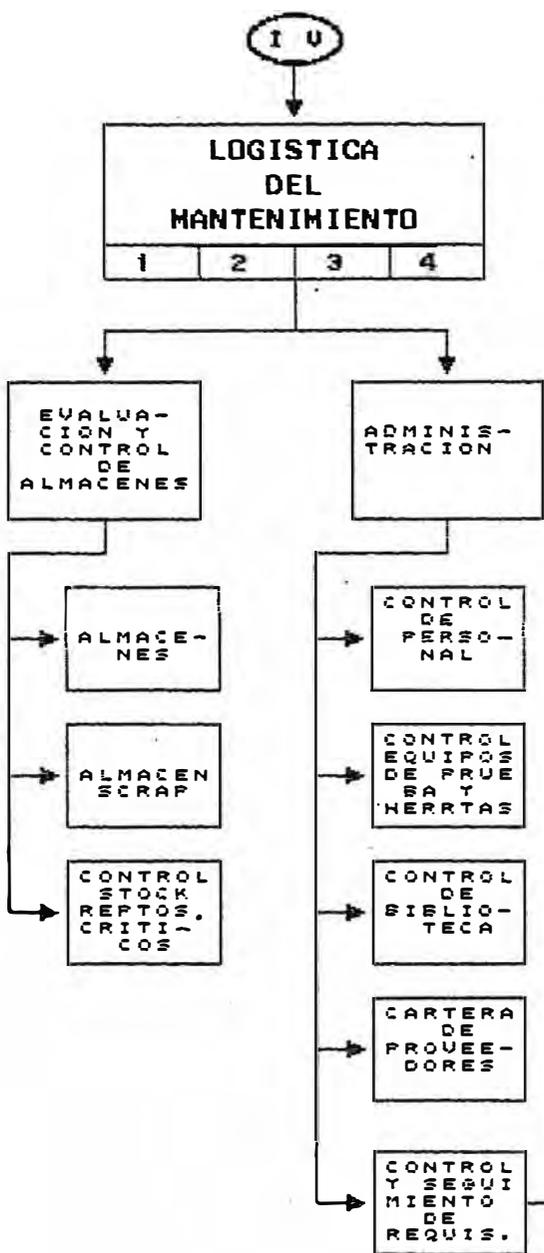


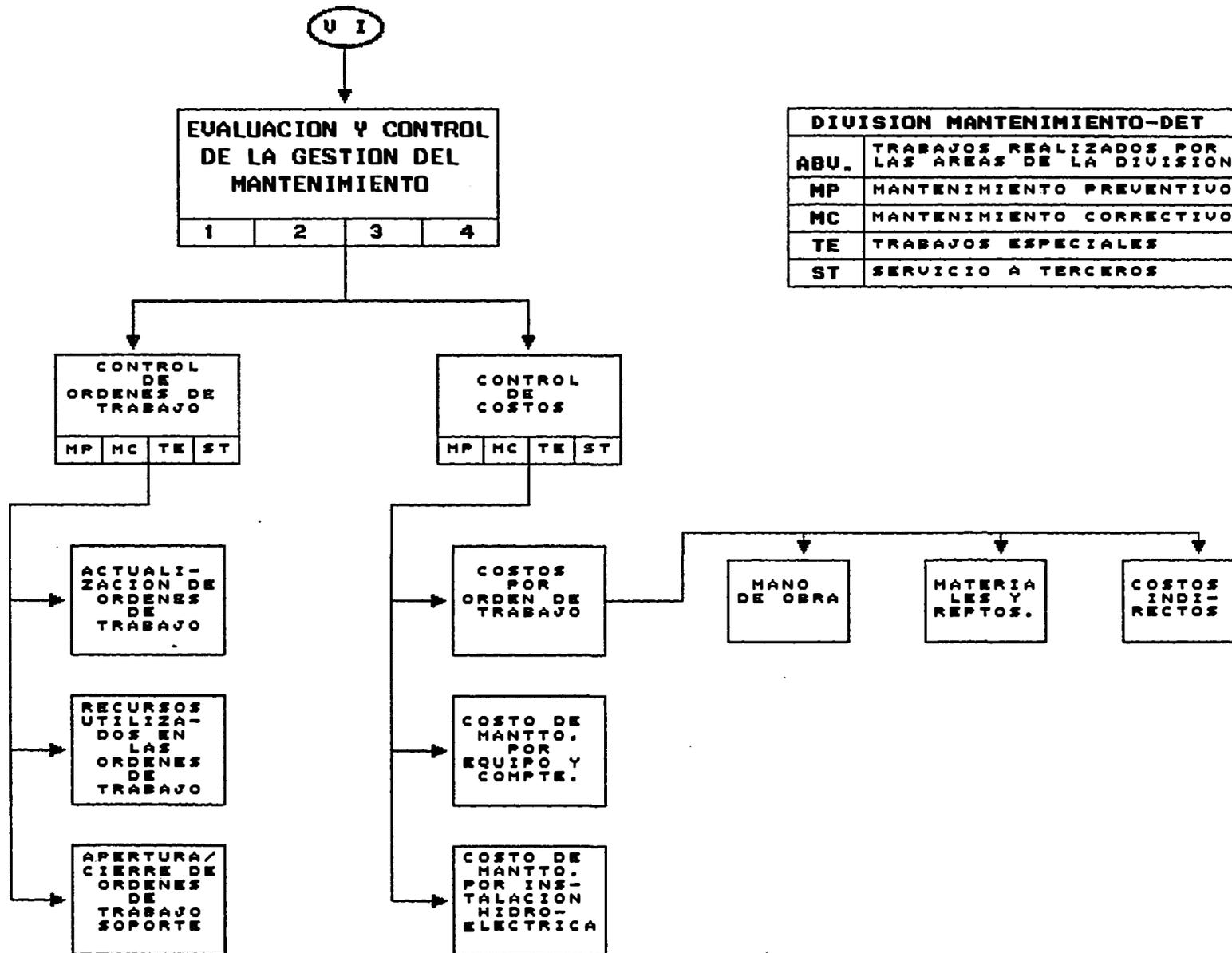
III

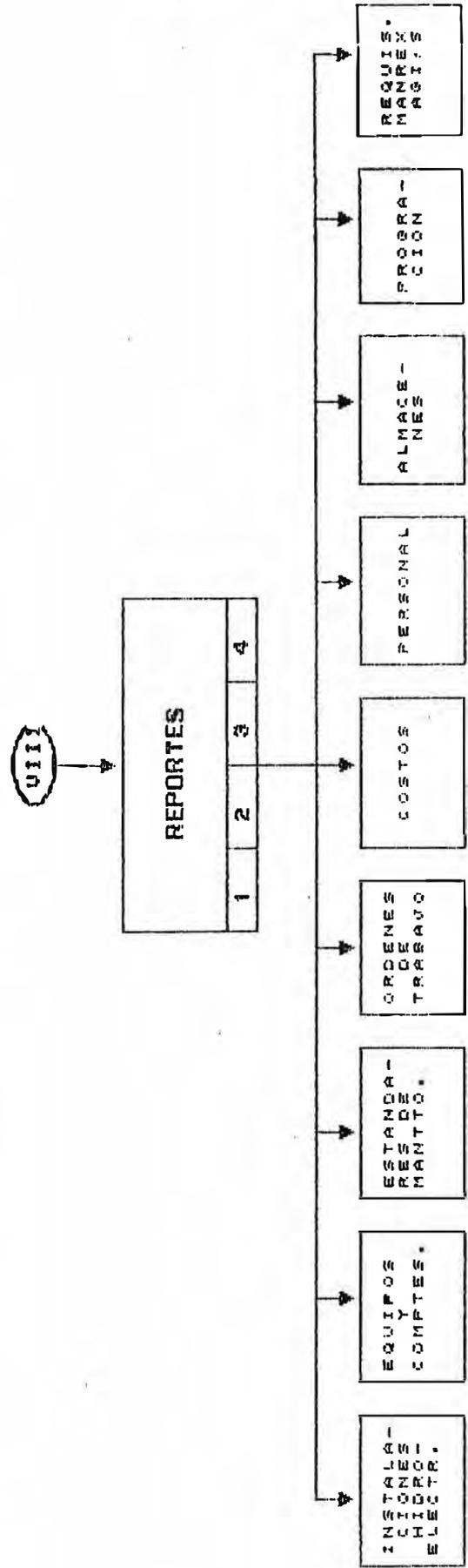
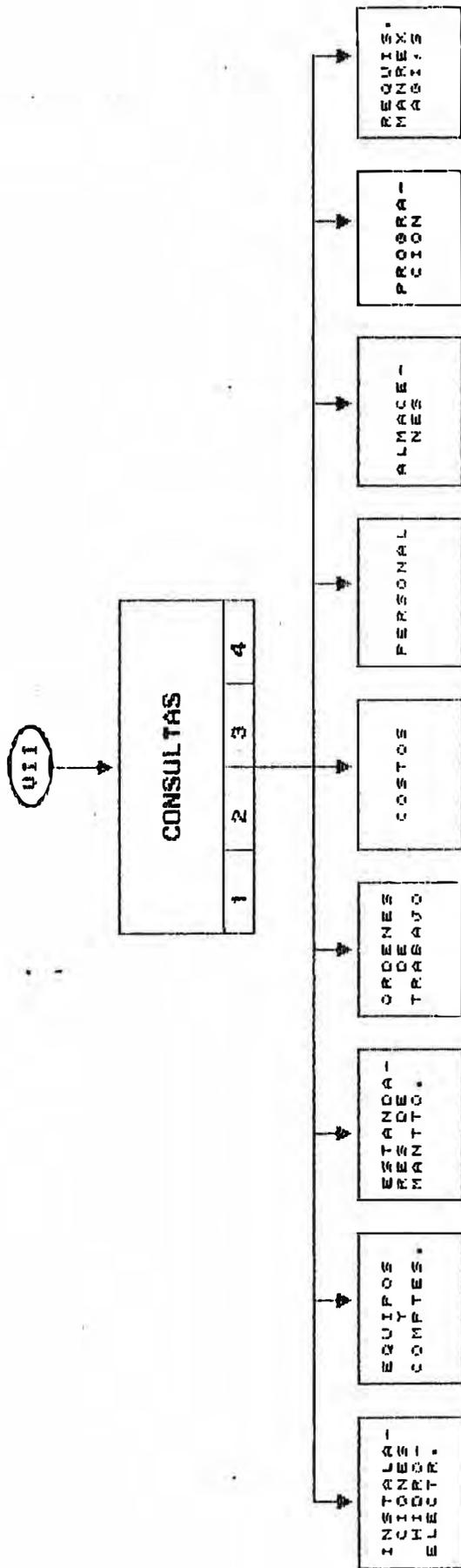
**ARCHIVOS TECNICOS  
E HISTORIAL DE  
EQUIPOS/COMPONENTES**

1	2	3	4
---	---	---	---



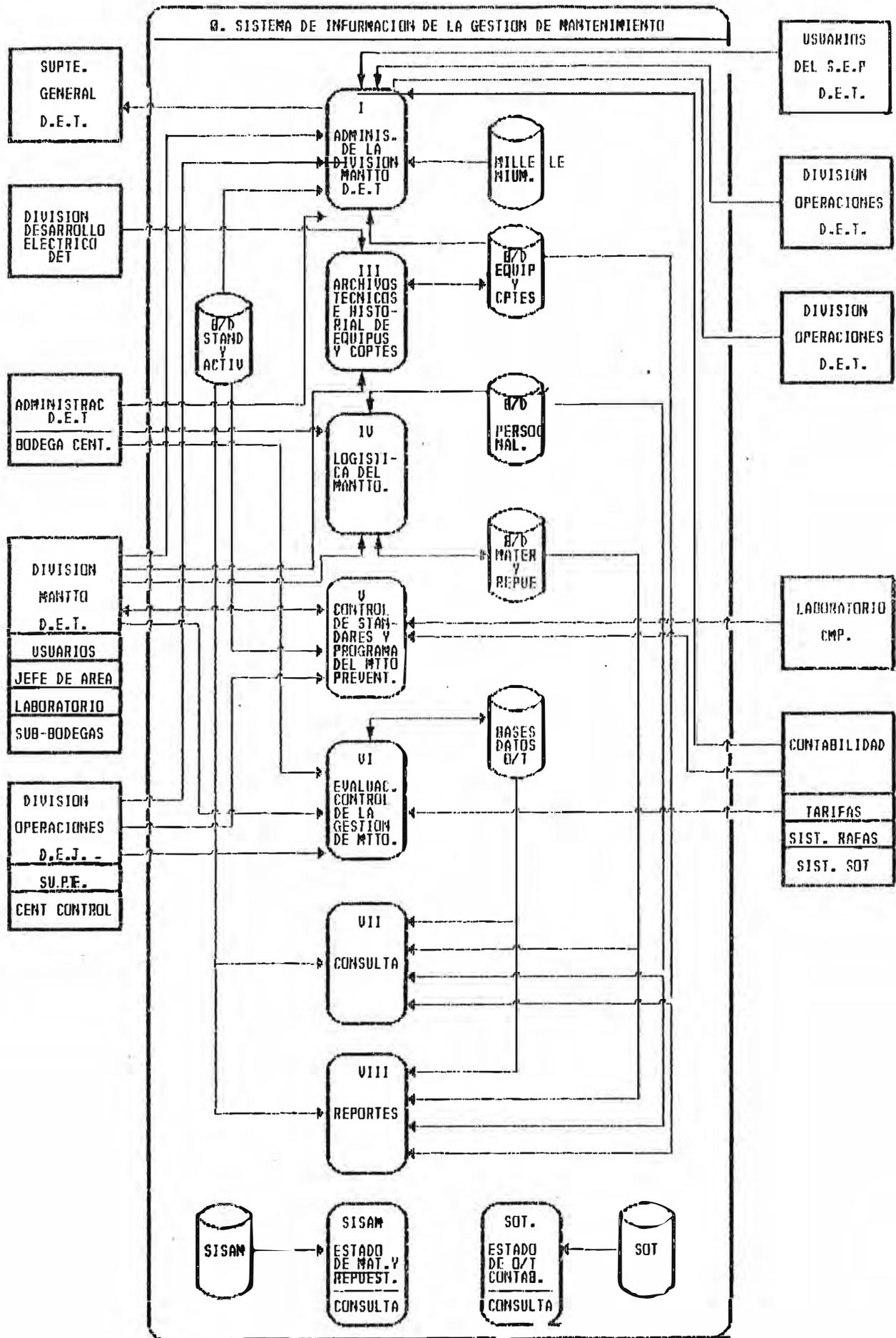


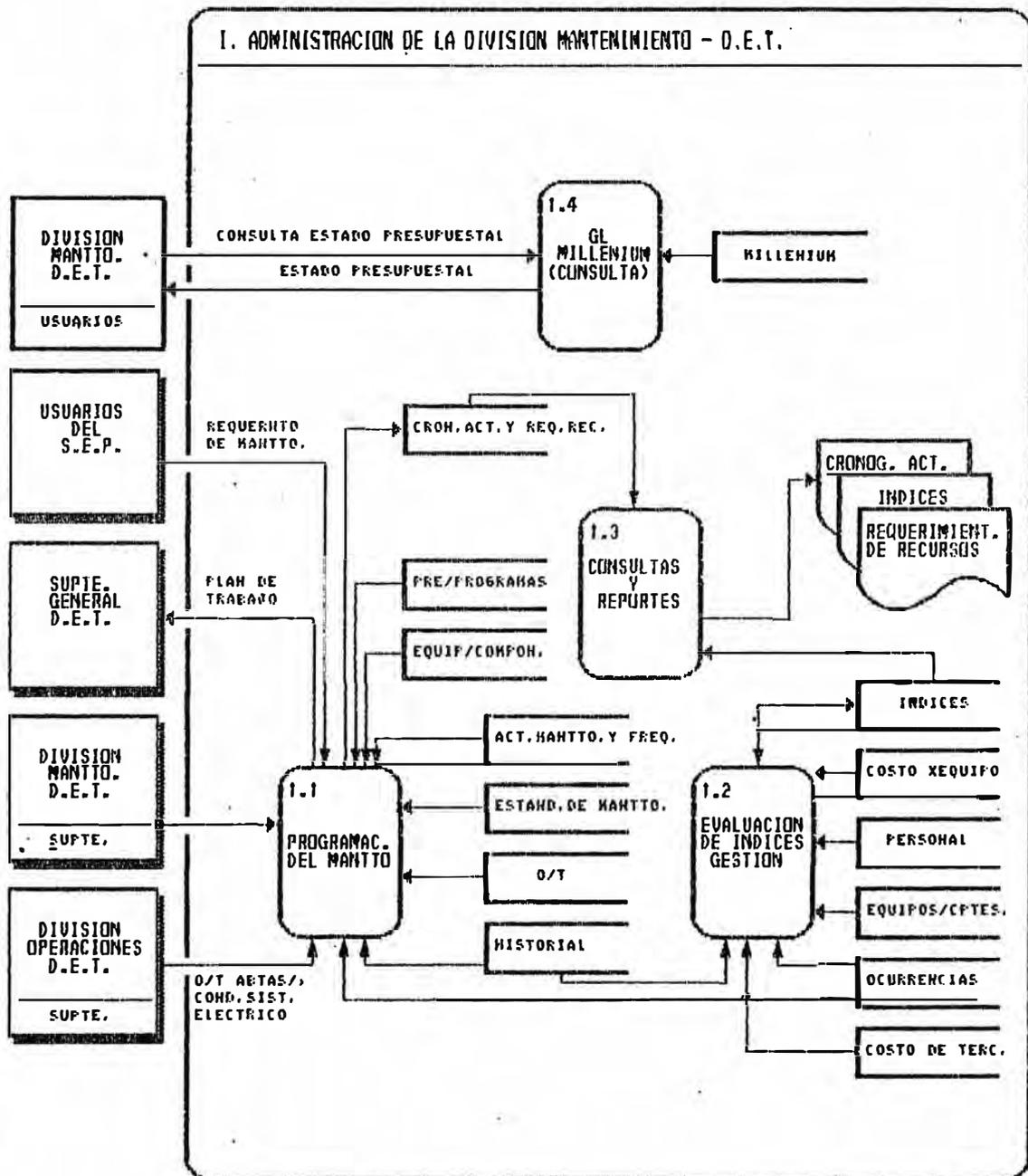


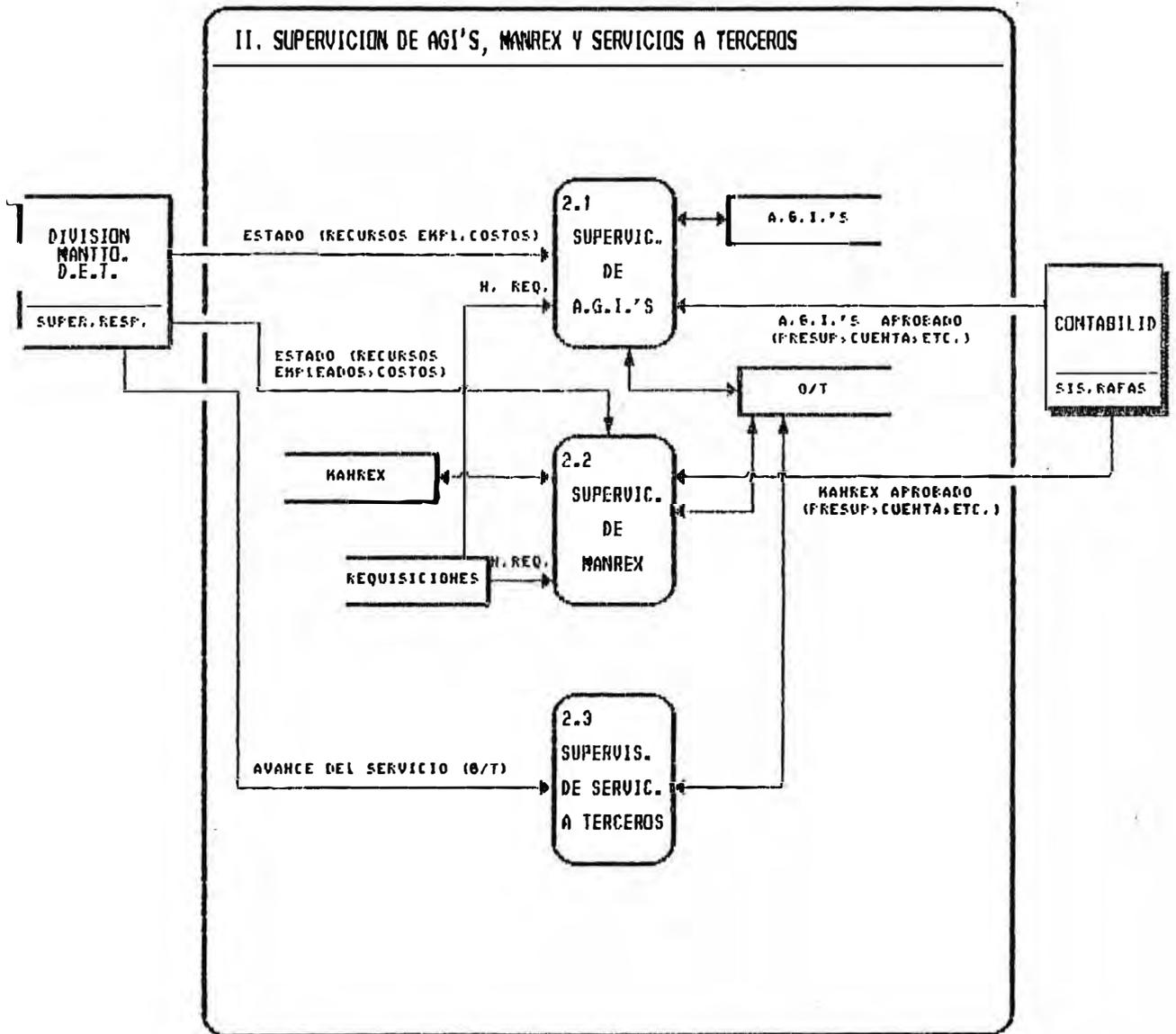


**DIAGRAMA DE FLUJO DE DATOS DEL SISTEMA PROPUESTO.**

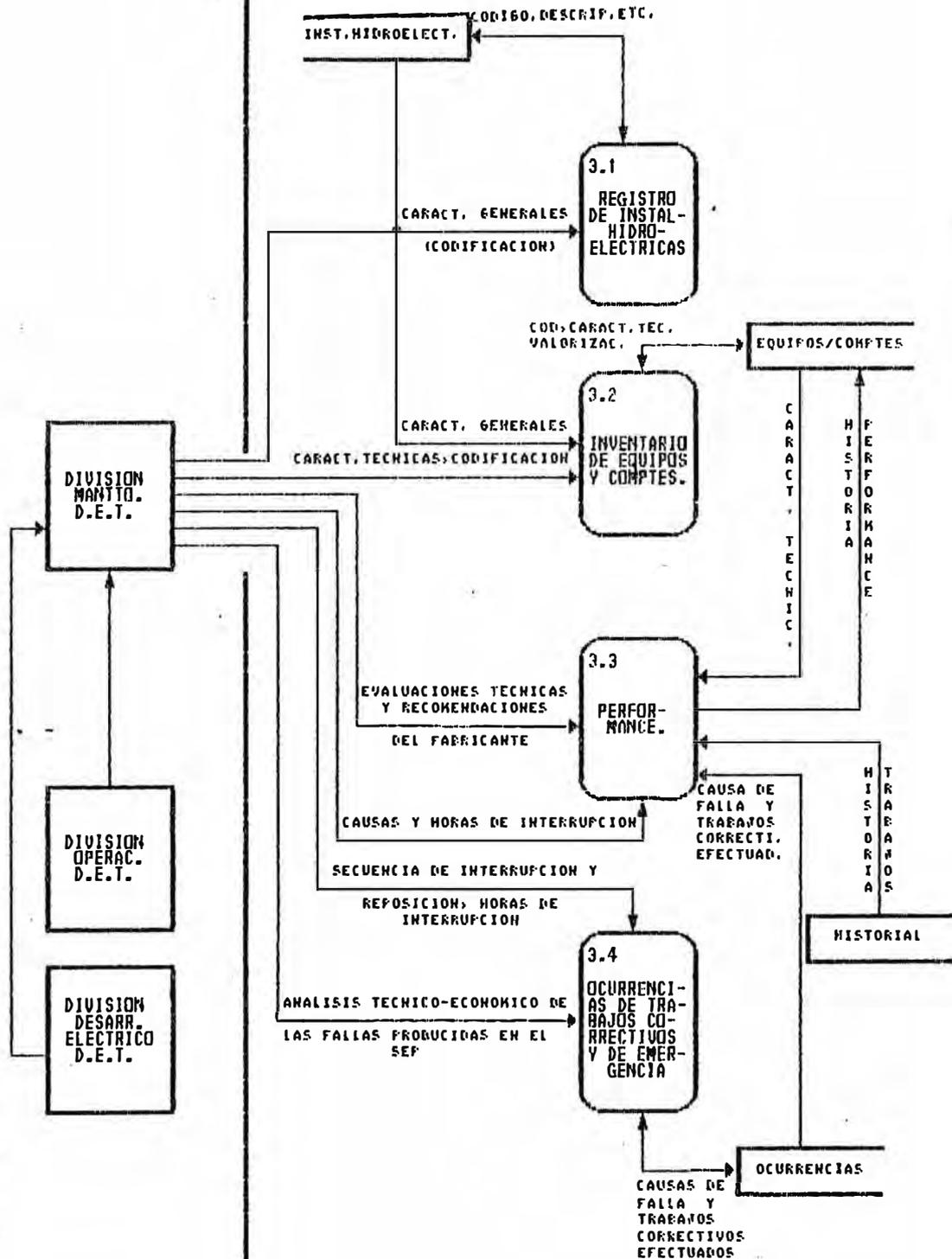
En las siguientes páginas se muestra el flujo de datos desde el nivel mas alto al mas bajo, el mismo que puede ser reestructurado.



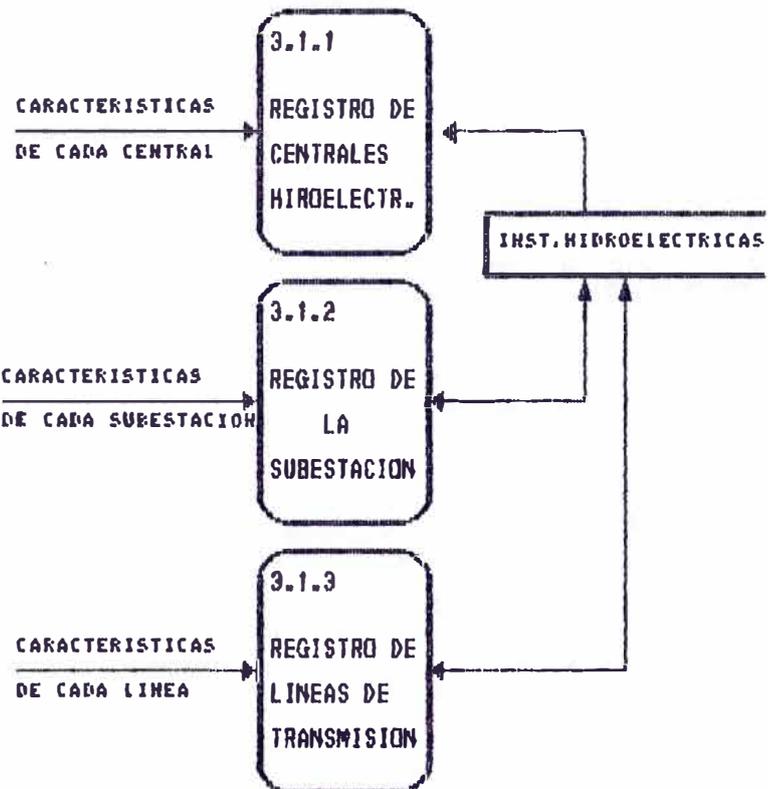


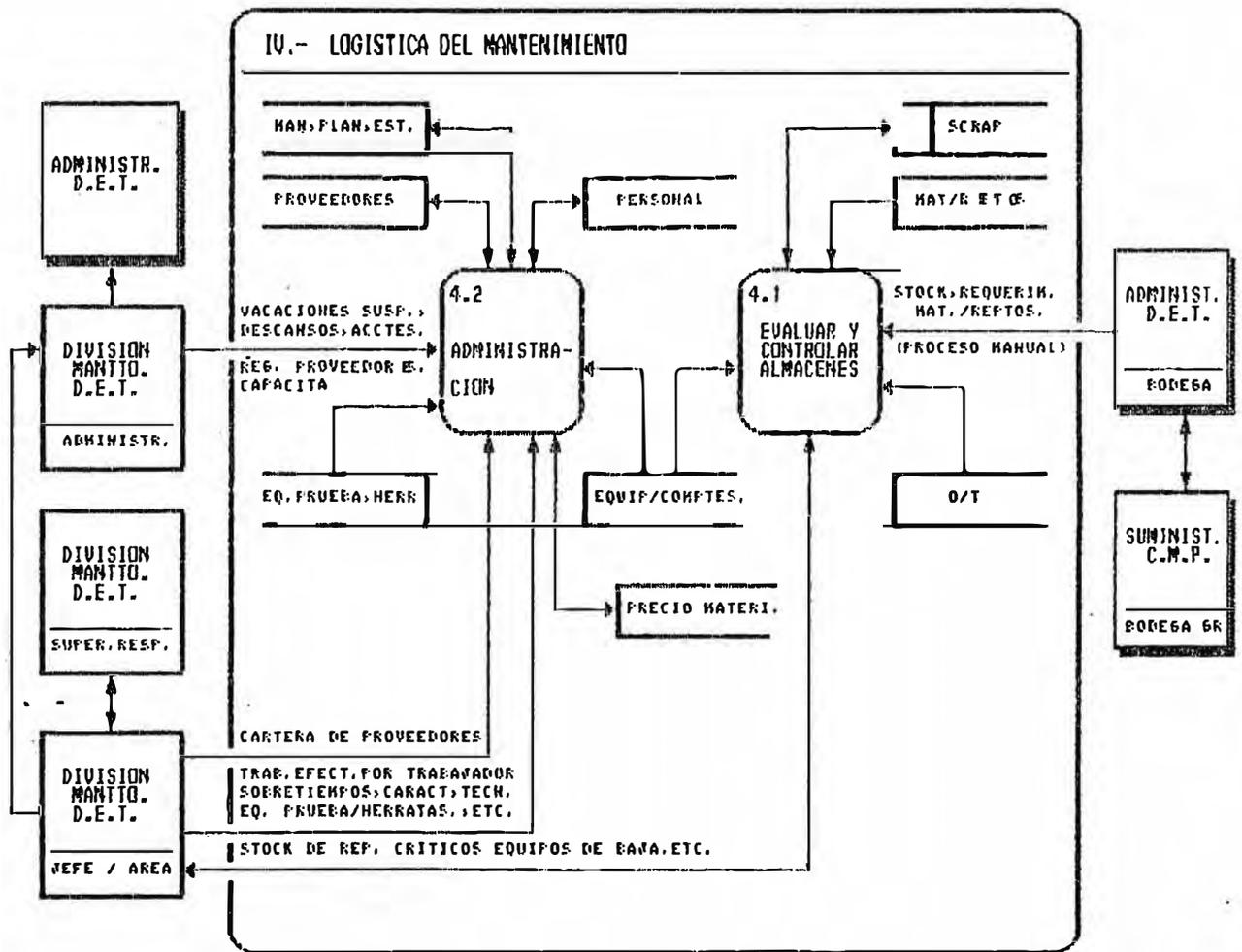


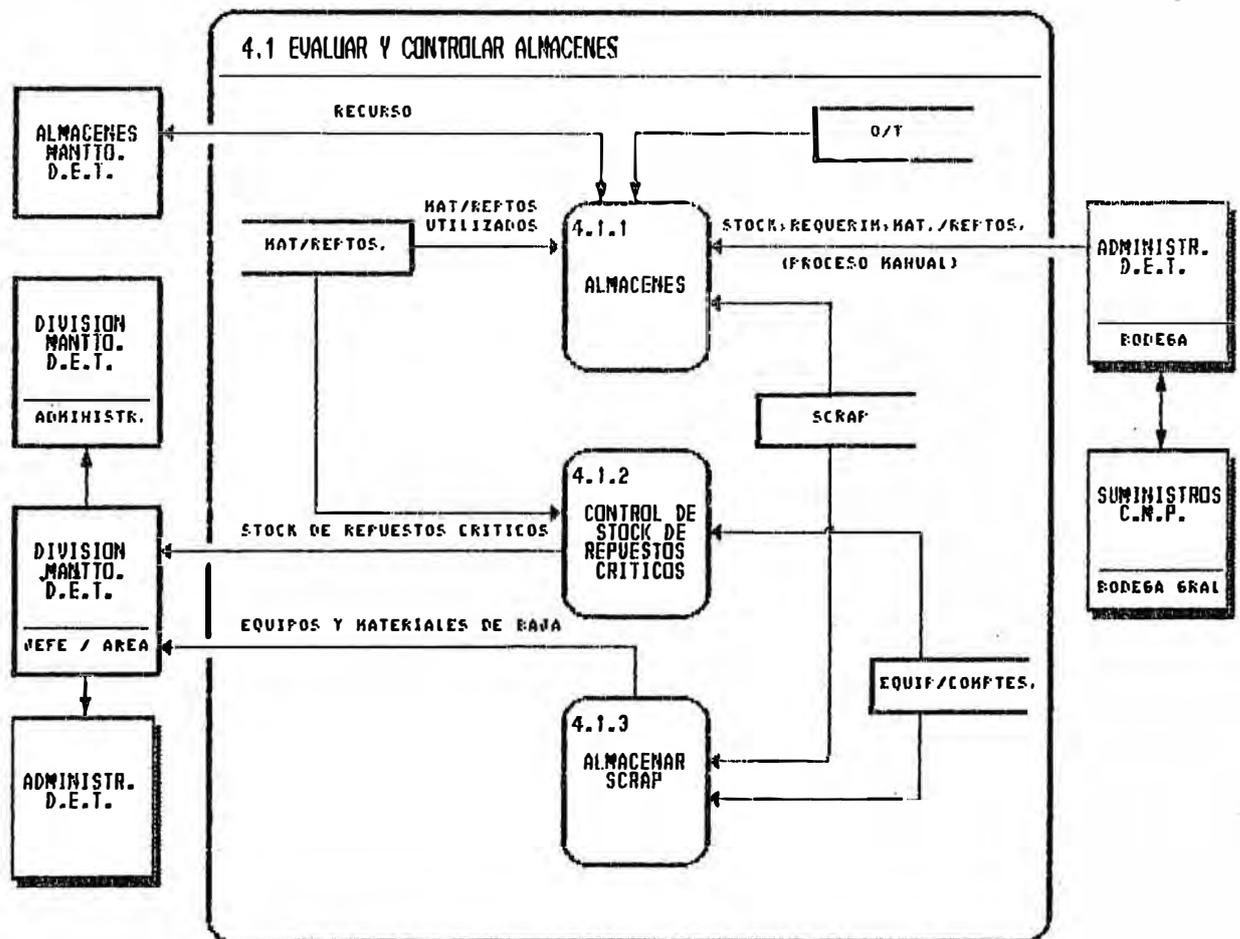
III. ARCHIVOS TECNICOS Y OCURRENCIAS DE TRABAJOS

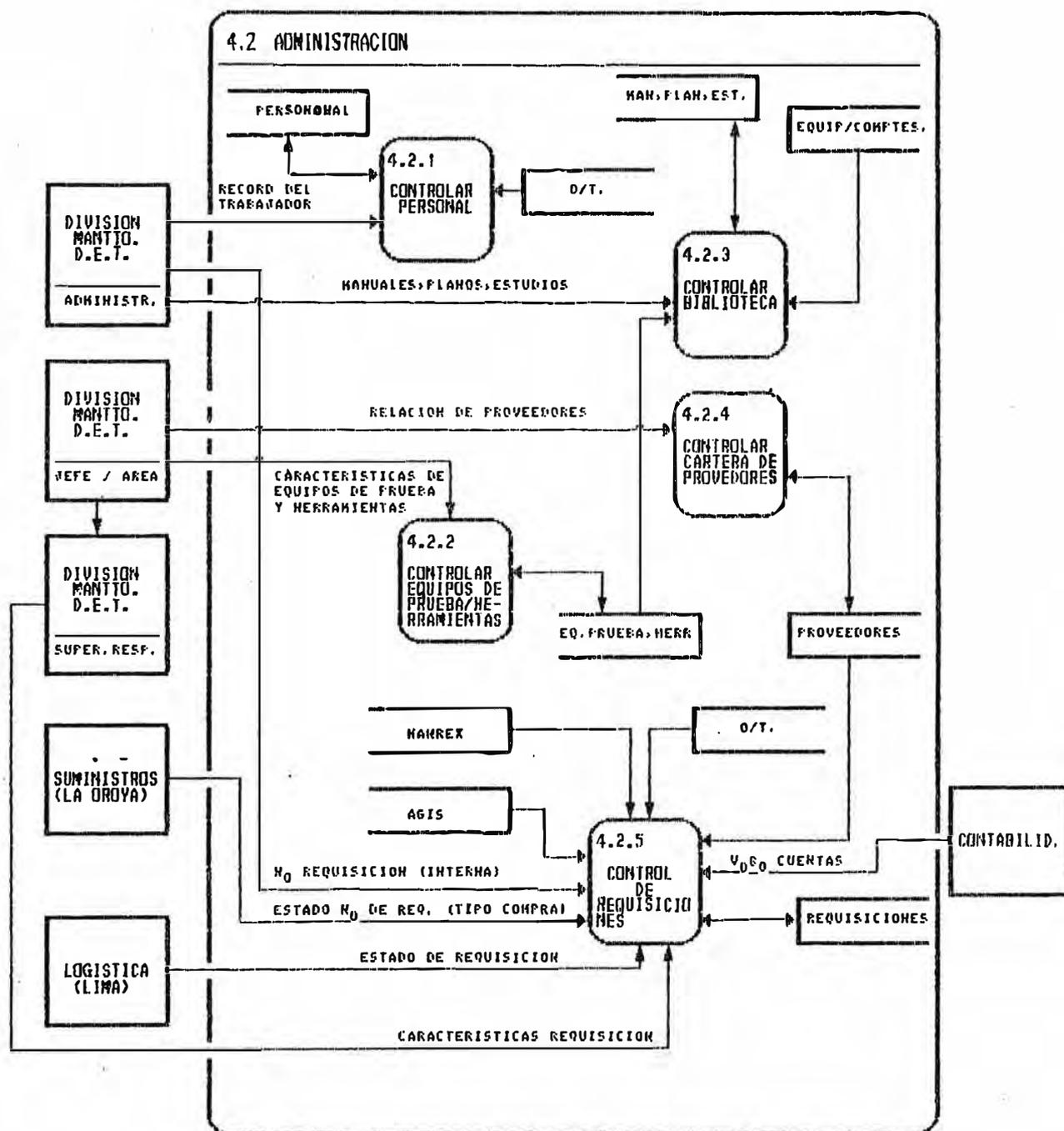


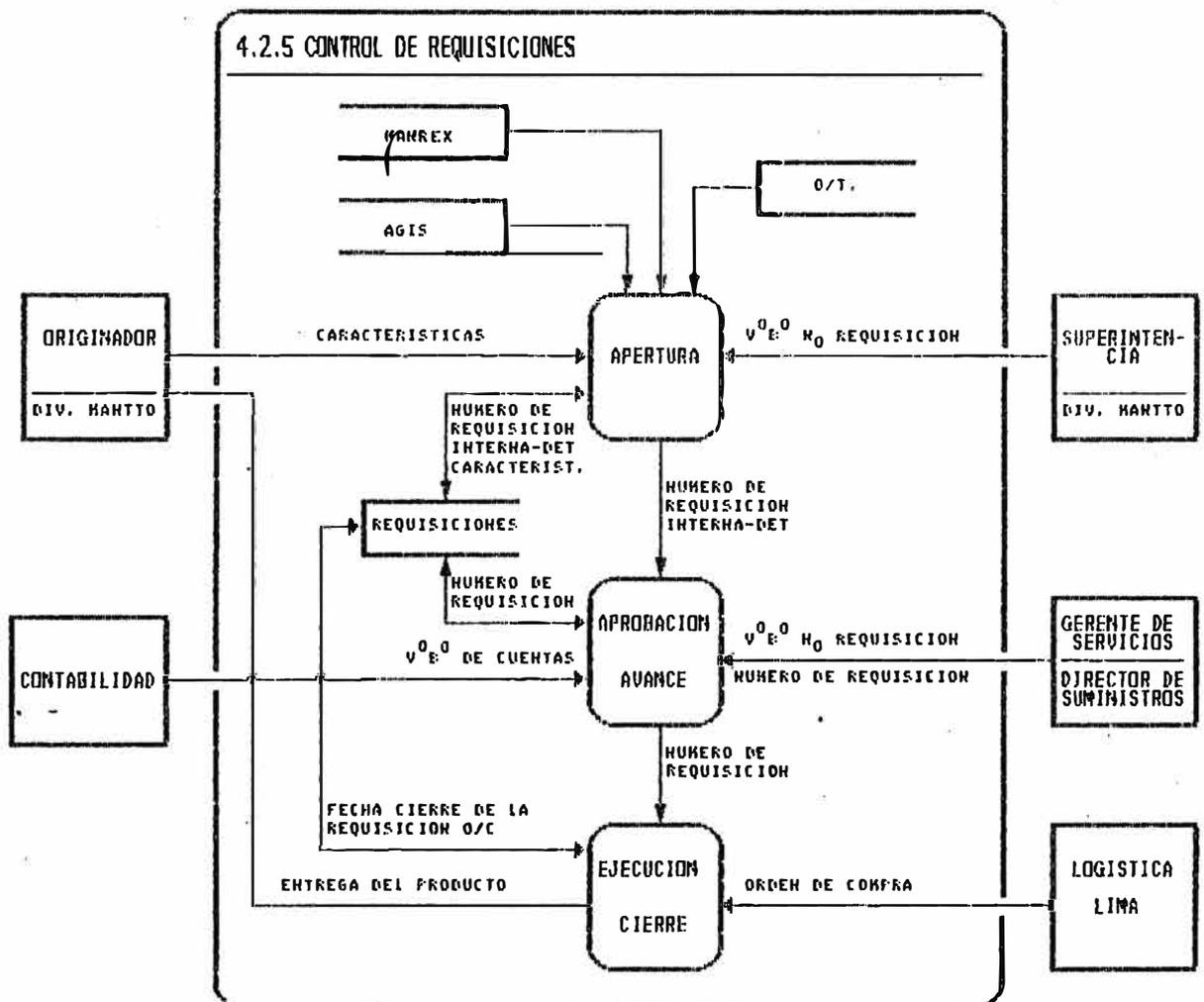
### 3.1 REGISTRO DE LAS INSTALACIONES HIDROELECTRICAS

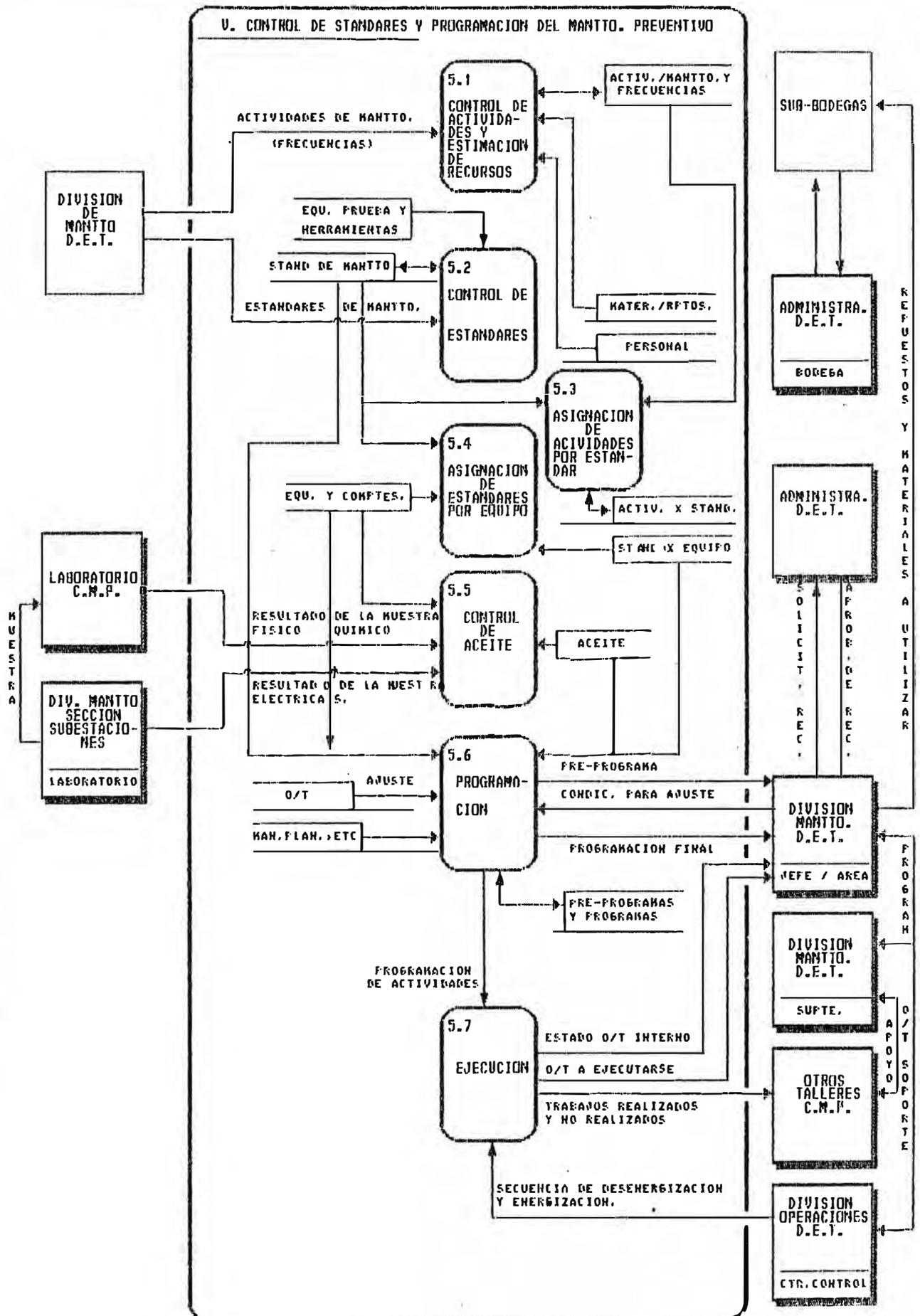




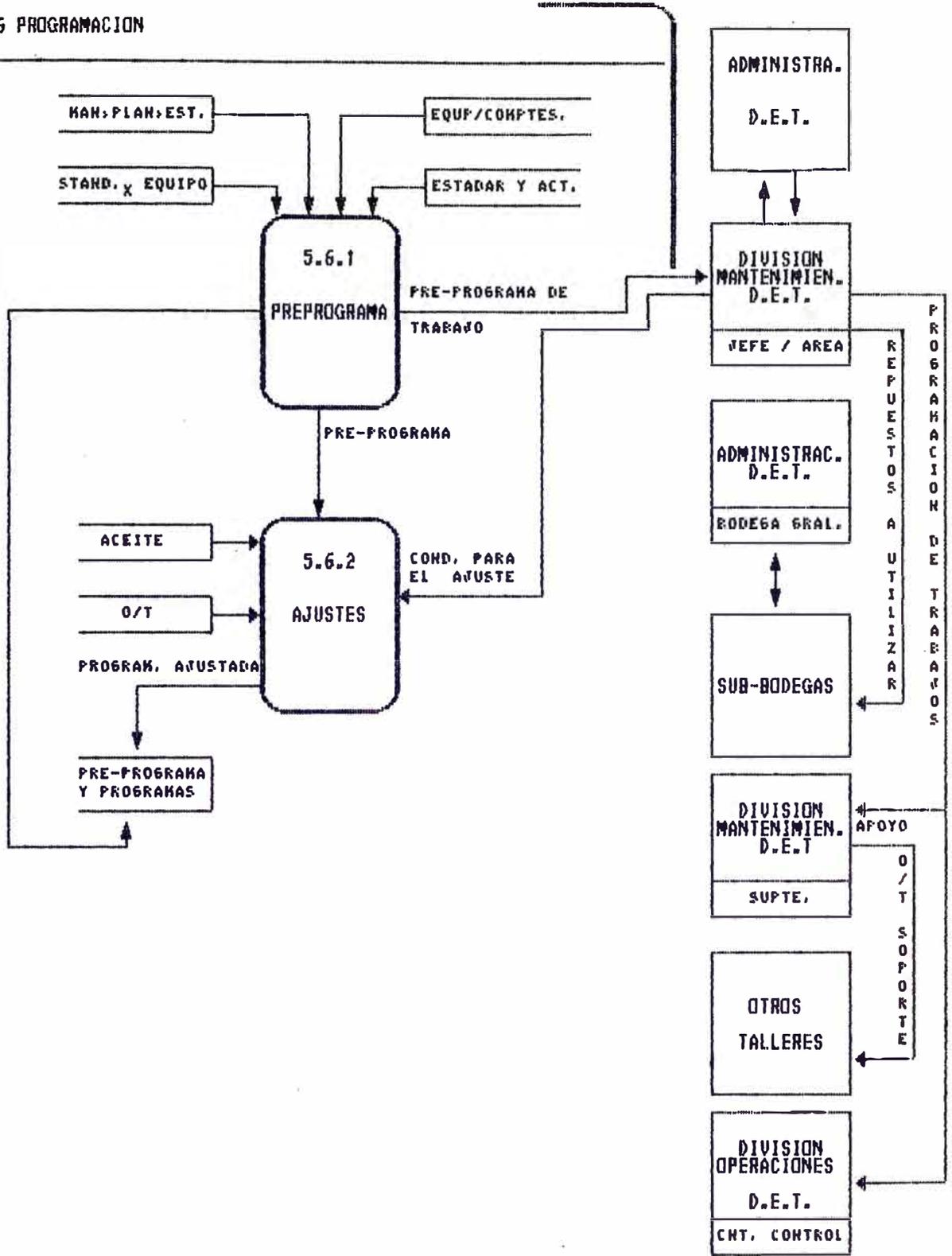


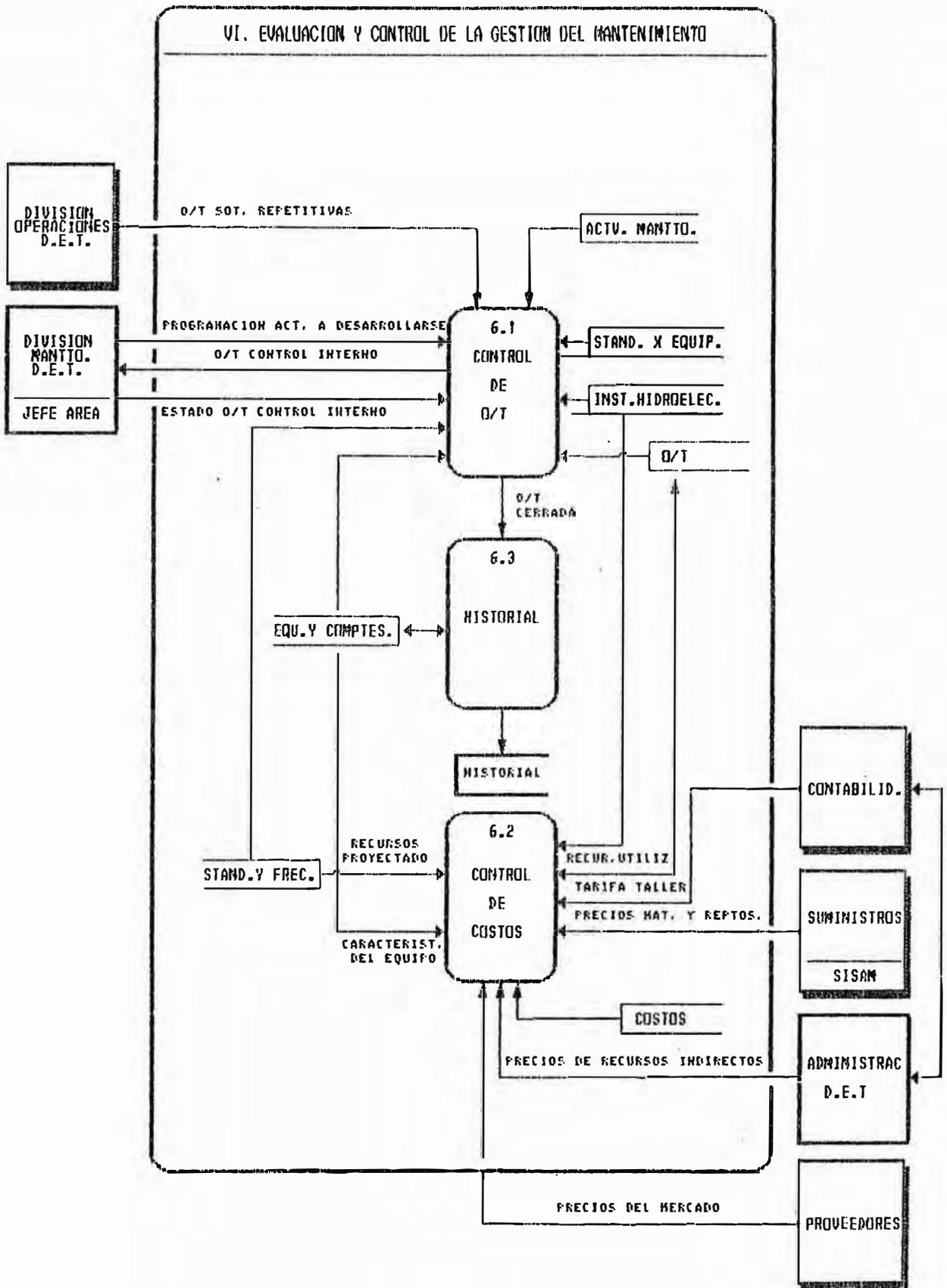


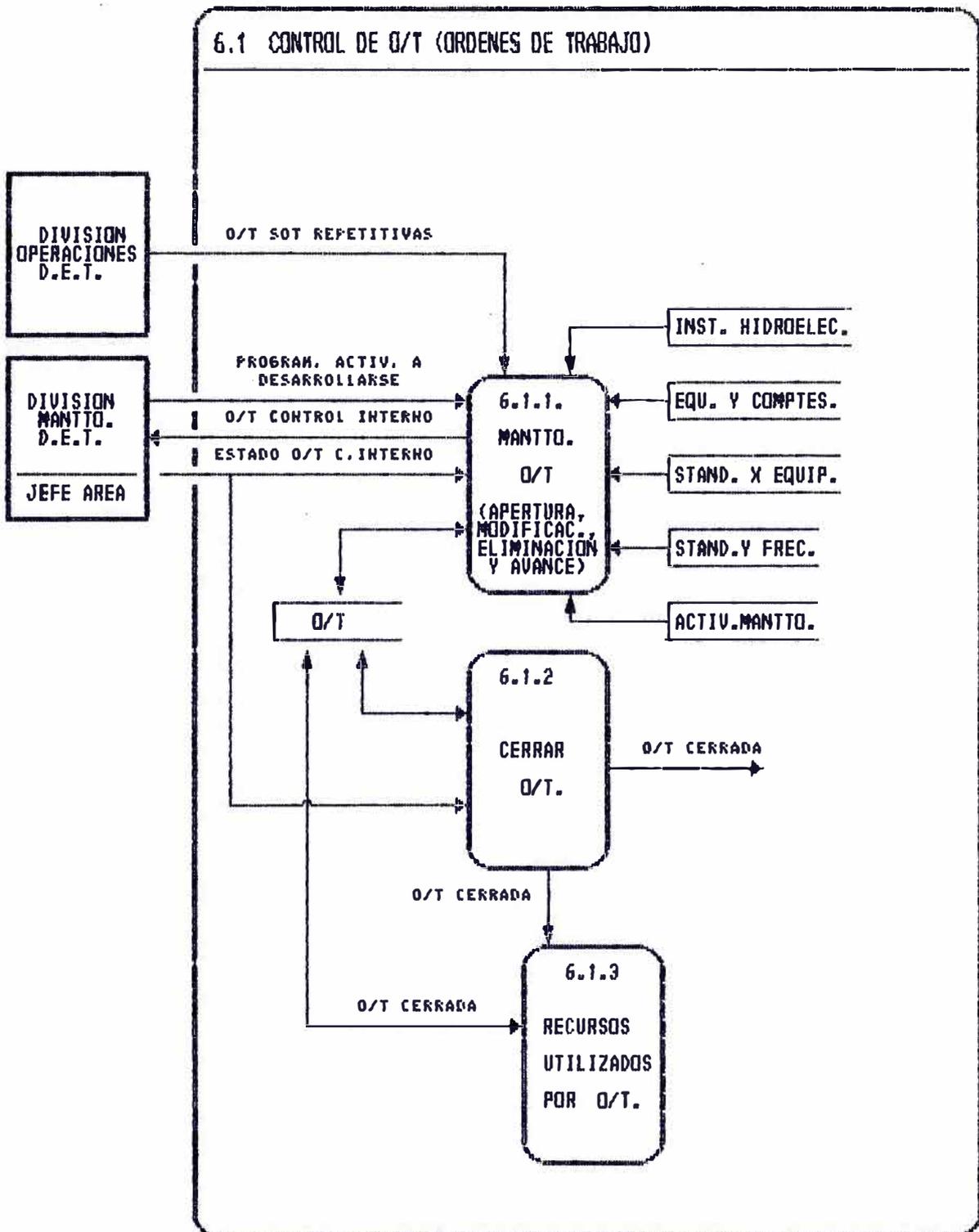


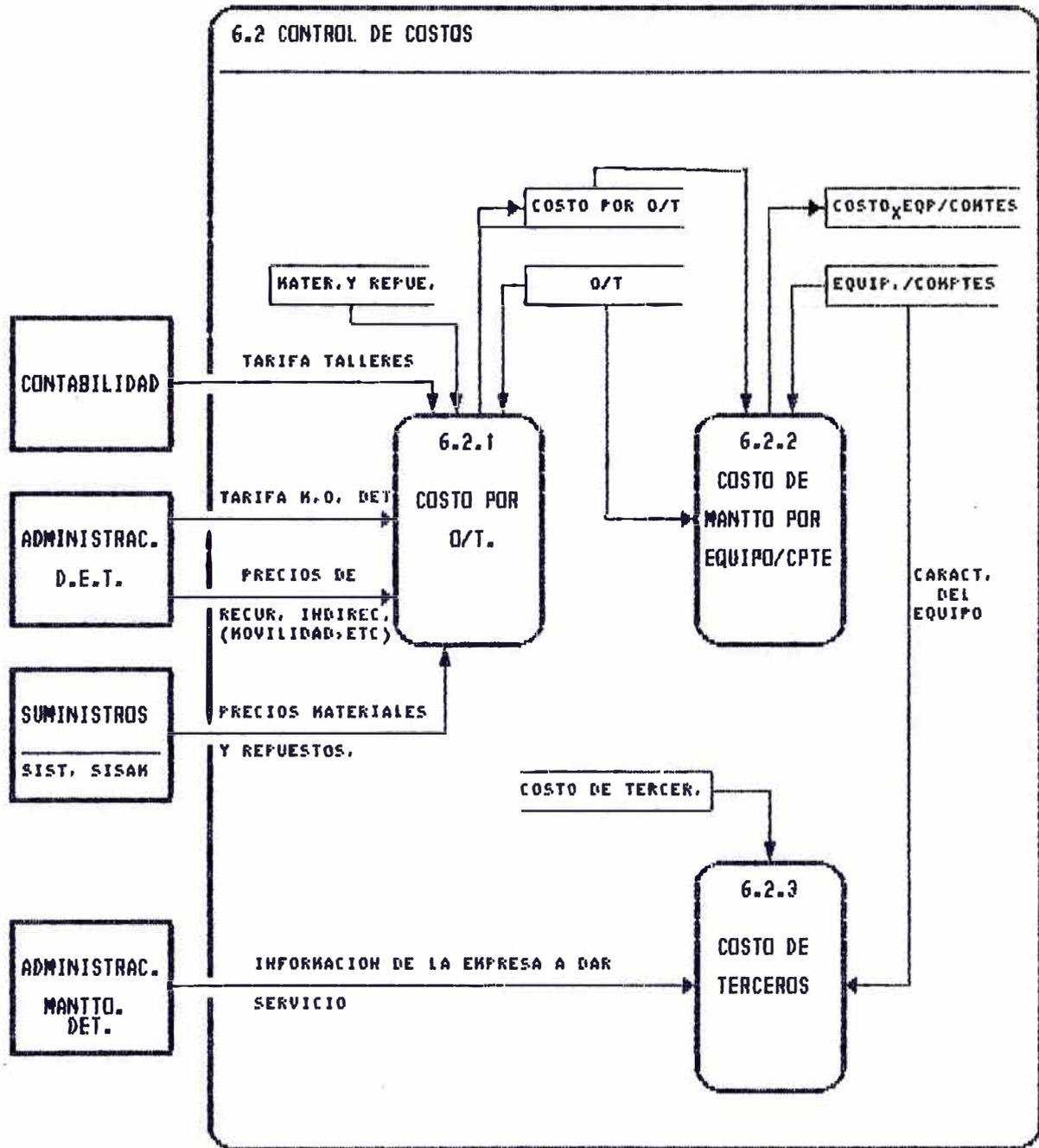


5.6 PROGRAMACION

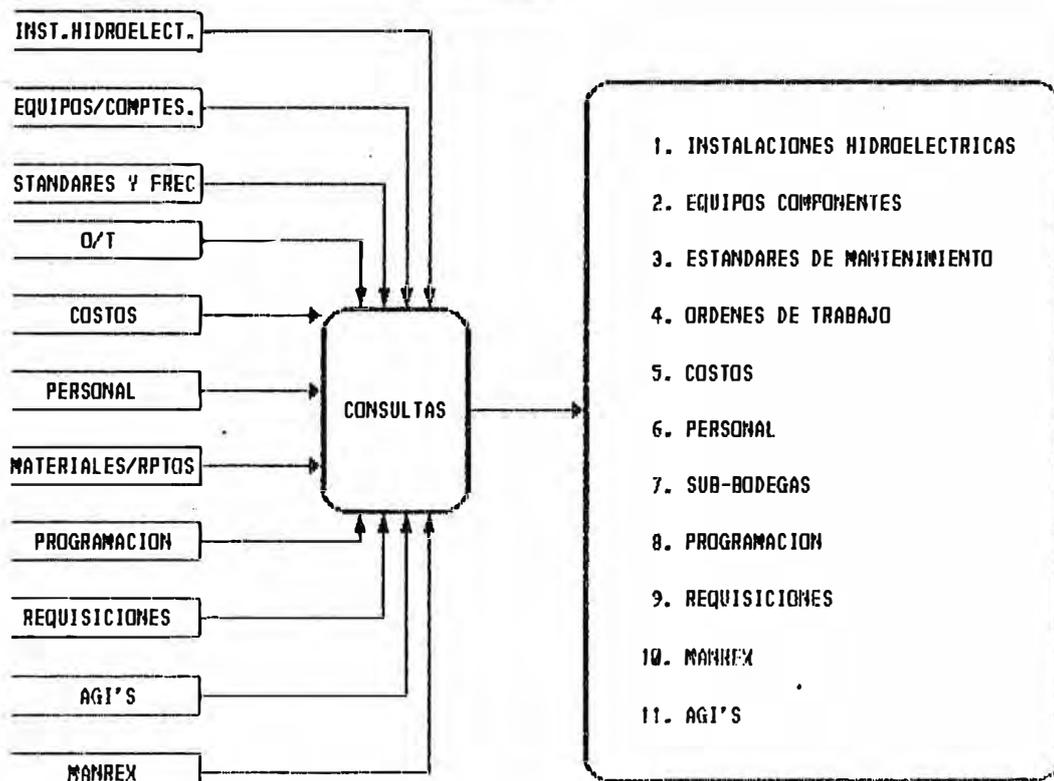




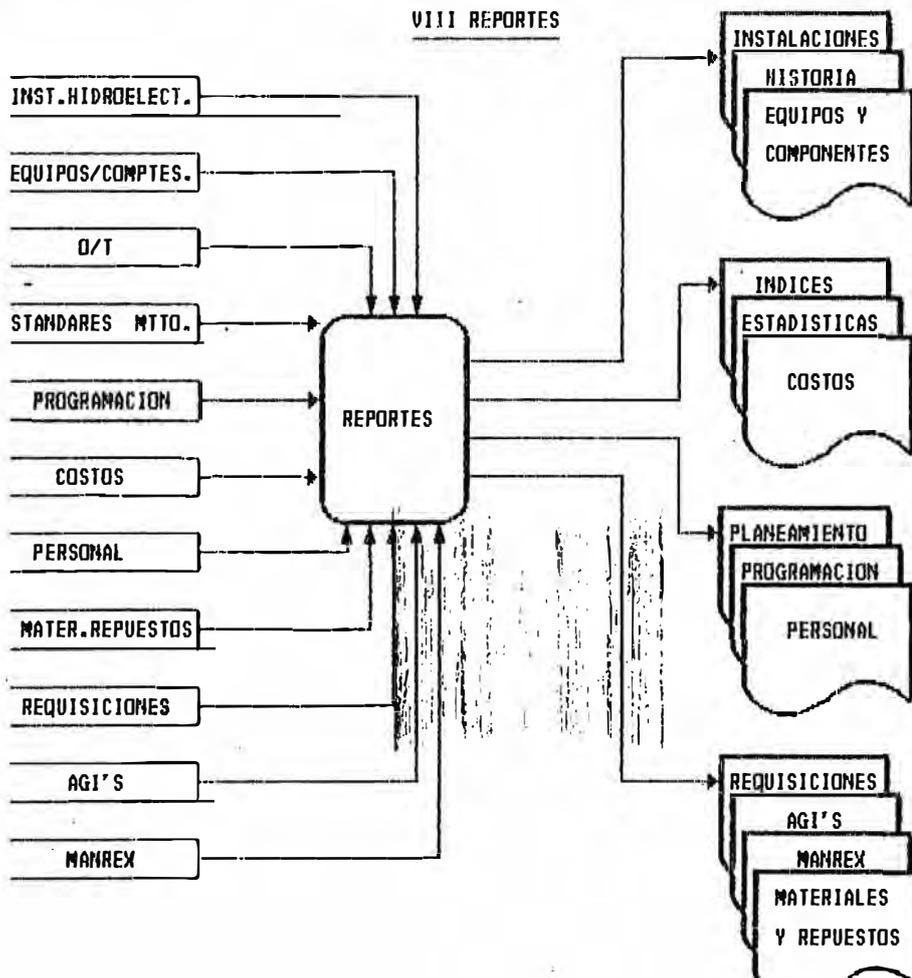




VII CONSULTAS



VIII REPORTE



## **CAPITULO V**

### **RELACION COSTO/BENEFICIO (VPN)**

**Para calcular el beneficio del proyecto se ha aplicado la metodología del Valor Presente Neto; el análisis se muestra en la fig. 2.**

CONCEPTOS				CANT UNIT	COSTO (\$/UNID)	VALOR (US\$)	JUSTIFICACION DEL PROYECTO	FLUJO DE FONDOS MES FLUJO US\$
<b>COSTOS</b>							Nota 1: Costo Horario Micro (\$/Hr).	1 (1,391)
<b>PERSONAL:</b>							Costo Adquisicion: US\$ 2,000 Vida Estimada 3 anos	2 (1,391)
2 Analista Inf.	Sueldo(\$)	Tareas	EQUIPO: PC \$/Hra.				Costo Acumul. Mantto. (10% anual costo adquisicion): US\$ 600	3 (1,391)
1 Analista DET.	500 c/u	22	0.38				Carga Horaria operacion 386/DX (8 horas/dia): 6,912 Hrs.	4 (1,391)
1 Operador DET.	300	22	(Nota 1)				Costo Horario promedio: (2,000 + 600)/6,912 = 0.38 \$/hr.	5 (1,391)
	200	24						6 (1,391)
<b>DESARROLLO:</b>							Nota 2: (11 meses)(2 horas/dia)(22 dias/mes) = 484 hrs.	7 (1,391)
	Inicio 1/9/92		Termino 31/7/93					8 (1,391)
Meses Analistas Requeridos (2 de Inf y 1 del DET)				11.00	1300.00	14300.00		9 (1,391)
Tipo Computador Micro 386/DX							Nota 3: (1 mes)(22 dias/mes)(2 Hrs/dia) = 44 Hrs.	10 (1,391)
Hora Maquina Requerida (Promedio 2 horas/dia) (Nota 2)				484.00	.38	183.92		11 (1,391)
Instalacion Inicial - Implementacion:							Nota 4: (200 \$/mes)/(24 dias/mes)(8 hrs/dia) = 1.04 \$/Hr.	12 2,232
Unidad La Oroya DET.								13 2,232
Meses Analistas Requeridos (1 de Inf. y 1 del DET.)				1.00	800.00	800.00	Nota 5: (500 \$/mes)/(22 dias/mes)(8 hrs/dia) = 2.84 \$/Hr	14 2,232
Tipo Computador Micro 386/DX							Nota 6: Segun el RAFAS los costos son:	15 2,232
Hora Maquina Requerida (Promedio 2 horas/dia) (Nota 3)				44.00	.38	16.72		16 2,232
<b>OPERACION (Mensual):</b>							ANO 92 (Hasta Oct.)	17 2,232
Horas Operad. x mes requeridas (promedio 4 Hrs/dia (Nota 4)				96.00	1.04	99.84	Labor	18 2,232
Hora Maquina x mes requerida (3/4 hrs Operador)				72.00	.38	27.36	Mat./Serv./Mnto	19 2,232
Horas Analista x mes requerido (Nota 5)				8.00	2.84	22.72	(S/.)	20 2,232
Horas Maquina x mes requerida				4.00	.38	1.52	(S/.)	21 2,232
<b>BENEFICIOS</b>							Lineas de Transmision	22 2,232
<b>Beneficio Mensual (Nota 6):</b>							Subestaciones, Equipos Especiales, D. Local	23 2,232
Ahorro de Costos de Labor						1496.00	Obras Civiles / Talleres	24 2,232
Ahorro de Costos de Materiales, Mantto., Combustibles, Servicios.						887.00	Sub-Total (S/.)	25 2,232
<b>RENTABILIDAD</b>							Sub-Total (\$)	26 2,232
<b>Rentabilidad por Desarrollo y uso en CMP.S.A.</b>							T.C. (Prom.) = 1.2375	27 2,232
							ANO 91	28 2,232
							Lineas de Transmision	29 2,232
							Subestaciones, Equipos Especiales, D. Local	30 2,232
							Obras Civiles / Talleres	31 2,232
							Sub-Total (S/.)	32 2,232
							Sub-Total (\$)	33 2,232
							T.C. (Prom.) = 0.765	34 2,232
							TOTAL (US\$)	35 2,232
							1,645,710	36 2,232
							650,749	
Flujo Mens.: 15,300.64	2,383.00	151.44	2,232.00				Considerando que los objetivos del Sistema son obtener alta disponibilidad de planta y volumen de produccion, bajos costos directos por mantenimiento y una alta productividad organizacional del mantenimiento, que la Empresa no puede realizar grandes inversiones en la adquisicion de nueva tecnologia y segun estudios realizados por especialistas en la materia basados en estadisticas de mantenimiento ("Las necesidades de labor de mantenimiento se reducen un 50% cada 10 anos aumentando la Productividad") asumimos que en nuestro caso se reducira en 2% anual en lo referente al costo de labor y un 3% anual en los costos de Materiales, Mantto., Combustibles, Servicios por el uso del Sistema.	
Vida Util asignada al software desarrollado			36 meses				Estos porcentajes son los objetivos que el SIGMA-DET debe cumplir en un lapso de tiempo de uso del Sistema.	
Tasa Activa Mercado 92' Anual CMP.	15% en Dolares						BENEFICIO POR LABOR: (2%)(1,645,710)/22 = 1,496 \$/mes.	
Tasa Activa Mercado 92' Mensual	1.17149 % en Dolares						BENEFICIO POR MAT/MANTTO/COMB/SERV.: (3%)(650,749)/22 = 887 \$/mes.	
Periodo de Recuperacion Simple	07 meses							
VALOR PRESENTE NETO	US\$ 28,063.86							
TASA INTERNA DE RETORNO	8.20690 % en Dolares							

Fig. 2

## CAPITULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 CONCLUSIONES.

- SIGMA constituirá un valioso instrumento de gestión que permitirá administrar mejor las actividades de mantenimiento con un criterio moderno aprovechando la Informática.
- Se obtendrá una disminución gradual de los costos de mantenimiento.
- La implementación del sistema mejorará la planificación, programación y administración de los recursos que se destinan para mantenimiento.
- Se dispondrá de historial de mantenimiento de cada equipo porque el sistema controlará todo tipo de mantenimiento mediante órdenes de trabajo.
- Mejorar la efectividad del mantenimiento aumentando el tiempo medio entre fallas y disminuyendo los tiempos medios de reparación y de paradas.
- Se podrá determinar los costos reales en el mantenimiento por equipo y/o componente, instalación, para tener una referencia del tiempo óptimo de reemplazo de un equipo por medios estadísticos y de acuerdo a datos técnicos económicos.
- Se logrará la estandarización de marcas y modelos de un tipo específico de repuesto de acuerdo a su disponibilidad, confiabilidad y utilización en el taller.

- El sistema dispondrá de información para elaborar un presupuesto de mantenimiento mas real.
- El sistema sera dinámico, es decir reajustado de acuerdo a los requerimientos del usuario.

## 6.2 RECOMENDACIONES.

- Se debe cumplir con las fechas establecidas en los programas de mantenimiento para evitar la reprogramación de actividades y/o estándares de mantenimiento.
- Para obtener un programa de mantenimiento dinámico, tecnico y cercano a la realidad se deben considerar dos tipos de frecuencias, una fija (definido por rangos establecidos), una variable por fecha como resultado de inspecciones y servicios de equipo.
- Diseñar formatos fuentes para recopilar la información necesaria y posterior carga de las bases de datos.
- Es necesario llevar un buen control de la operación y mantenimiento de los equipos tanto eléctricos y/o mecánicos
- Motivar al personal de mantenimiento sobre los beneficios a obtener por el uso del sistema.
- Considerando que la obsolescencia de los programas de administración de mantenimiento incrementan las continuas paradas de equipos que se controlan; que el mantenimiento juega un rol importante en la continuidad del servicio de la producción en CMP S.A. (Prod.= Funcionamiento + Mantenimiento); y que en la actualidad es necesario reducir los costos de mantenimiento, nos obliga a utilizar la Informática como herramienta indispensable para cumplir los objetivos trazados.

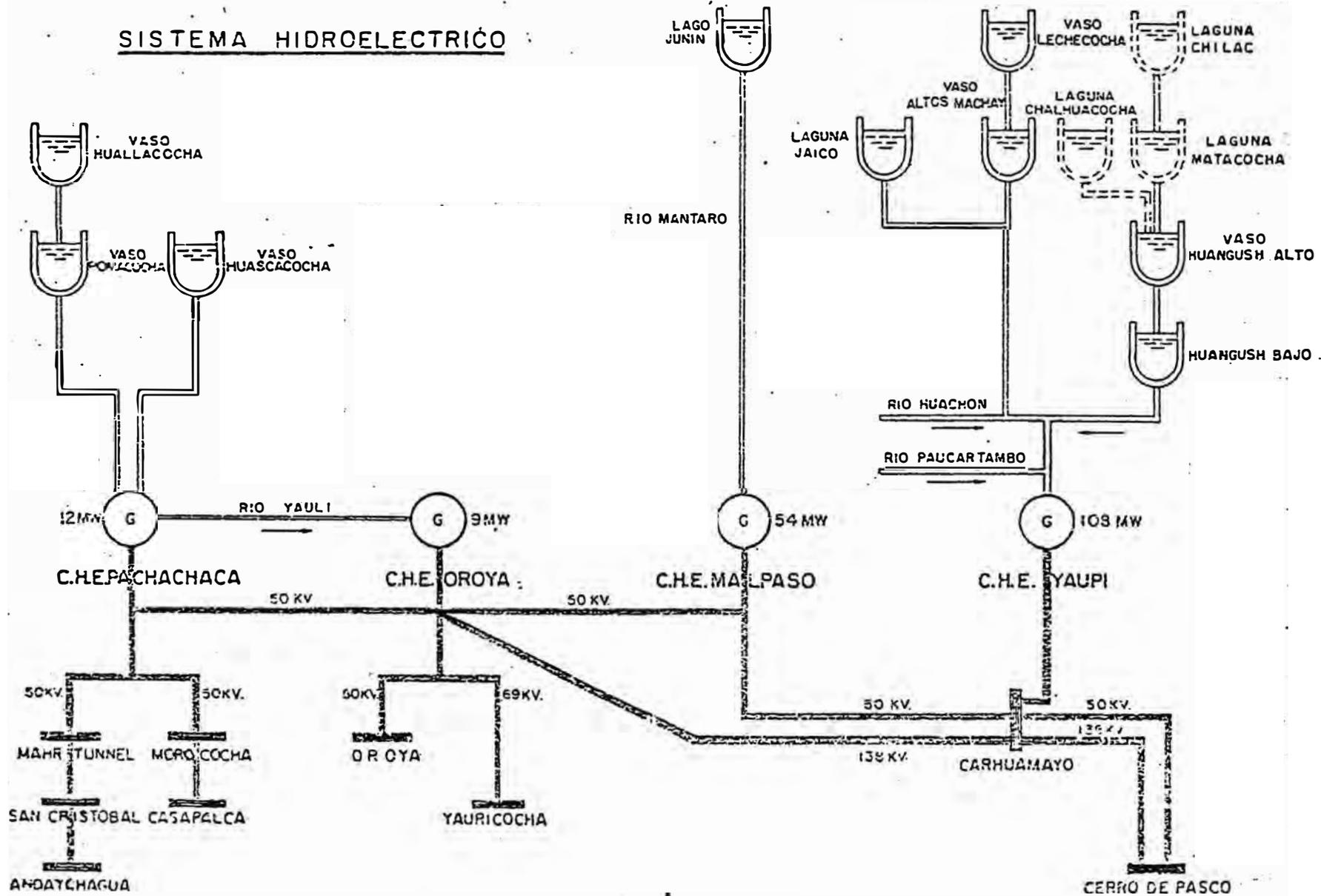
**BIBLIOGRAFIA**

1. **LOURIVAL AUGUSTO TAVARES**, "Tratamiento de la Información como apoyo de Calidad en el Mantenimiento".
2. **FERNANDO D'ALESSIO IPINZA**, "Importancia de la Gestión de Mantenimiento en la Empresa". Simposio de Mantenimiento de Equipo Pesado, Lima, TECSUP. Setiembre 1992.
3. **ASUNCION GOMERO SOTELO e ERICK SALAS GUILLEN**, "Sistema de Mantenimiento de Equipos". G y M S.A., Simposio de Mantenimiento de Equipo Pesado, Lima, TECSUP. Setiembre 1992.
4. **OSVALDO ADUVIRE e CARLOS LOPEZ JIMENO**, "El Mantenimiento Predictivo de Equipos Pesados en Minería a Cielo Abierto".
5. **CENTROMIN PERU S.A.**, "Sistema de Mantenimiento Preventivo de Equipo Pesado Movil". Febrero 1985.
6. **MOISES TAICHER**, "Mantenimiento Preventivo". Administración de Empresas, Año V, No. 60, Marzo 1976.
7. **CENTROMIN PERU S.A.**, "Sistema de Mantenimiento Preventivo de Equipo Planta F&R". Octubre 1990.
8. **FERNANDO D'ALESSIO IPINZA**, "La Gestión del Mantenimiento y la Informática". ESAN, Noviembre 1991.
9. **FERNANDO D'ALESSIO IPINZA**, "Sistemas de Operaciones: Eslabón Perdido de la Estrategia Informática". ESAN, Setiembre 1991.

**ANEXOS**

ANEXO I

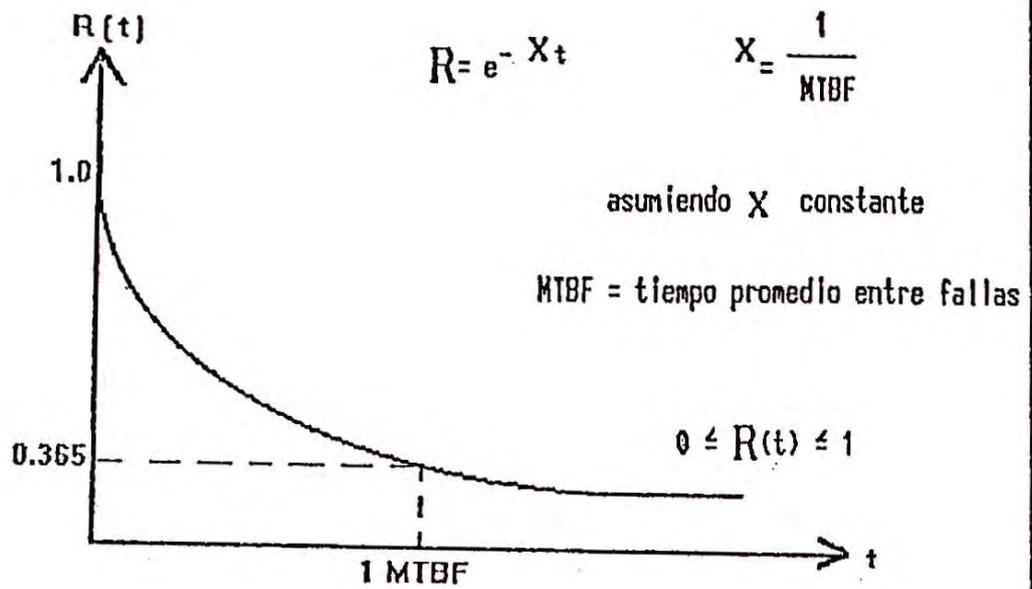
SISTEMA HIDROELECTRICO



ANEXO II

DATOS GENERALES DEL SISTEMA ELECTRICO DE CENTROMIN PERU S. A.					
<b>CENTRALES HIDROELECTRICAS</b>					
EQUIPO	DESCRIPCION	VAUPI	HALPASO	PACHACHACA	OROYA
TURBINAS	CANTIDAD	5	4	4	4
	TIPO	PELTON	FRANCIS	PELTON	PELTON
GENERADORES	CANTIDAD	5	4	4	3
	TENSION (KV)	13.8	6.9	2.3	2.3
	POTENCIA (MVA)	108	54	12	9
	TOTAL	183			
<b>SUBESTACIONES</b>					
EQUIPO	DESCRIPCION	EN SERVICIO		FUTURO	
	TENSION PR. (KV)	CANTIDAD	POTENCIA INST. (MVA)	CANTIDAD	POTENCIA INST. (MVA)
TRANSFORMADORES	220	4	150		
	138	11	269.8		
	69	4	42.25		
	60	1	33		
	50	87	281.05	2	15
	13.8	2	1		
	19			1	3.75
	TOTAL	112	777.1	3	18.75
N. SUBESTACIONES		32		2	
<b>LINEAS DE TRANSMISION</b>					
DESCRIPCION	NIVEL DE TENSION (KV)		LONGITUD (KM)		
EXTENSION DE LINEAS DE TRANSMISION	220		21.150		
	138		250.40		
	69		156.84		
	50		465.47		
	TOTAL		893.86		
<b>RED DE DISTRIBUCION LOCAL</b>					
EQUIPO	TENSION PRIMARIA (KV)	CANTIDAD	POTENCIA (KVA)		
TRANSFORMADORES	2.3	230	11817.5		
	10	7	2050		
	11	4	1250		
	12	10	485		
	TOTAL	251	15602.5		
EXTENSION DE LINEA DE DISTRIBUCION	NIVEL DE TENSION (KV)		LONGITUD (KM)		
	2.3 (10)		11.9		
	2.3 (30)		30.74		
	10 (10)		4.15		
	10 (30)		6.84		
TOTAL		53.63			

## ANEXO A



## ANEXO B

