



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

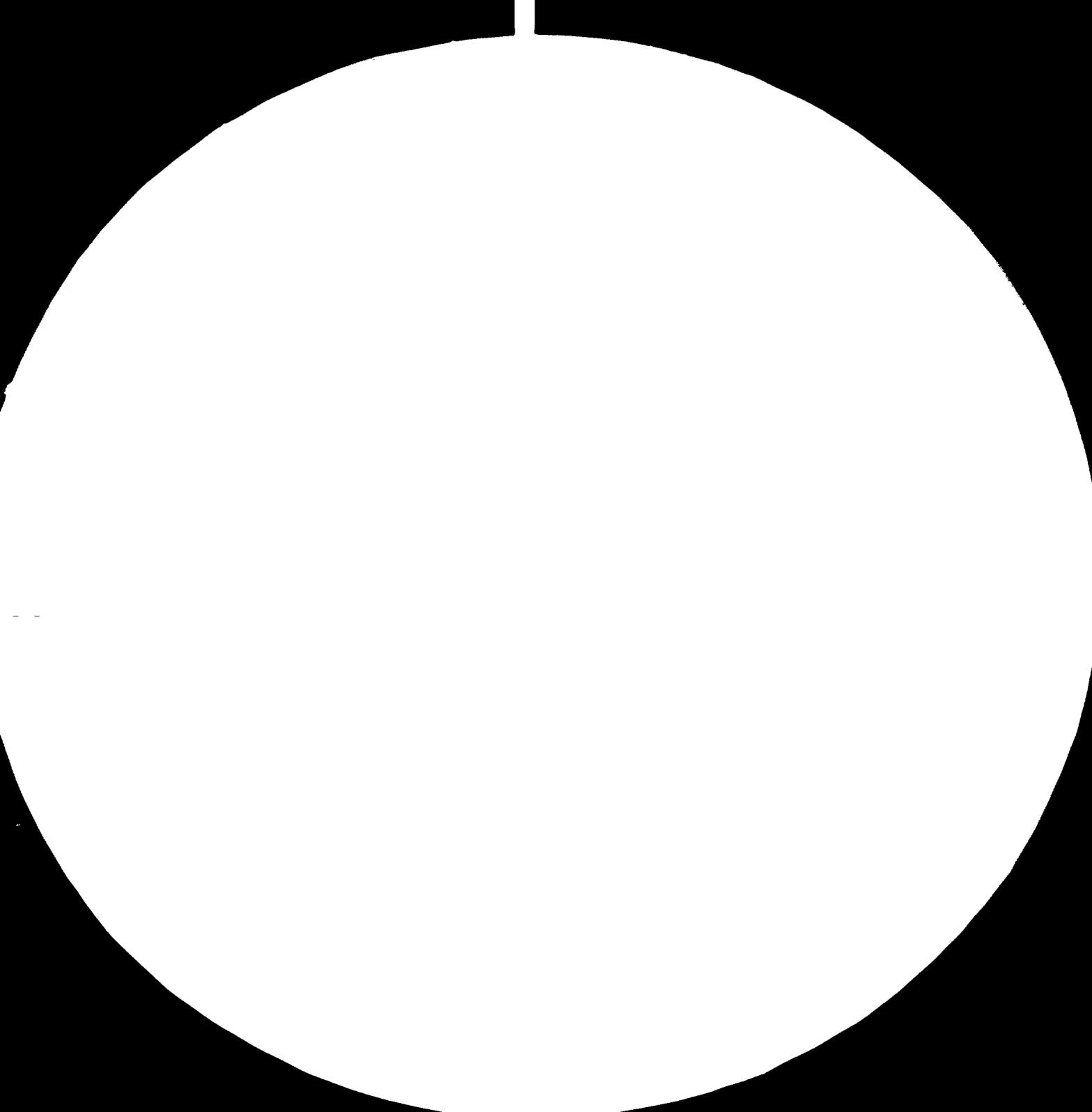
FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org





3.6



MICROCOPY RESOLUTION TEST CHART

NATIONAL BUREAU OF STANDARDS-1963-A

O.N.U.D.I.

**ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS
PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL**

10453

(1 of 2)

**MANTENIMIENTO Y OPERACION DE PLANTAS DIESEL
PARA LA GENERACION ELECTRICA EN COLOMBIA**

ONUDI Contrato N° 80/127 Proyecto N° SI/COL/80/801

000005

VOLUMEN I

INFORME FINAL

Milán, 23 de Enero de 1981

borghi e baldo ingg.
s.p.a.

CONSULTING ENGINEERS
8, Corso Italia
20122 MILAN - Italy
Telephone: 8579
Telex: 320033 BB MIL I

I N D I C E

VOLUMEN I - INFORME FINAL

| | | |
|-----|--|----------|
| 1. | <u>INTRODUCCION</u> | pag. 1. |
| 1.1 | Propósito del trabajo | pag. 1. |
| 1.2 | Actividad del team | pag. 1. |
| 1.3 | Entidades contactadas | pag. 2. |
| 2. | <u>ESTADO ACTUAL</u> | pag. 4. |
| 2.1 | Descripción de la organización del sistema de eletrificación en Colombia | pag. 4. |
| 2.2 | Descripción del sistema | pag. 9. |
| 2.3 | Tipos o clases de generación usados en Colombia y papel que desempeña la energía "Diesel" | pag. 9. |
| 2.4 | Organización del ICEL | pag. 12. |
| 2.5 | Plantas de generación con motores diesel | pag. 16. |
| 2.6 | Personal SPE | pag. 31. |
| 2.7 | Piezas de Repuestos | pag. 38. |
| 2.8 | Centrales visitadas | pag. 42. |
| 3. | <u>OTROS PROBLEMAS ESPECIALES EXAMINADOS</u> | pag. 45. |
| 3.1 | Estaciones móviles MAN 710 kW | pag. 45. |
| 3.2 | Consideraciones técnico-económicas para el uso de aceite pesado en lugar de A.C.P.M. | pag. 45. |
| 3.3 | Motores Sulzer de la Electrificadora de Bolívar | pag. 50. |
| 3.4 | Posibilidades de entrenamiento del personal | pag. 50. |

| | | |
|-----|--|----------|
| 4. | <u>CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES</u> | pag. 54. |
| 4.1 | Proyectación y licitaciones | pag. 54. |
| 4.2 | Personal SPE | pag. 68. |
| 4.3 | Personal de conducción y de manutención | pag. 74. |
| 4.4 | Rodaje de los grupos | pag. 75. |
| 4.5 | Colocación en paralelo de mas grupos | pag. 76. |
| 4.6 | Repuestos | pag. 79. |
| 4.7 | Análisis de la situación de las centrales múltiple | pag. 83. |
| 4.8 | Análisis de la situación de las centrales con un sólo motor | pag. 86. |
| 5. | <u>CONCLUSIONES</u> | pag. 90. |

VOLUMEN II - ANEXOS

1. ELABORACION DE LOS DATOS DE PRODUCCION ELECTRICA CON MOTORES DIESEL EN COLOMBIA CORRESPONDIENTES A 1978
2. VISITA A LA CENTRAL DE LETICIA
3. VISITA A LA CENTRAL ELECTRICA DE MOCOA
4. VISITA A LA CENTRAL DE TUMACO (NARIÑO)
5. VISITA A LA CENTRAL DE LLORENTE
6. VISITA A LA CENTRAL ELECTRICA DE YOPAL
7. VISITA A LA CENTRAL ELECTRICA DE AGUAZUL
8. INFORME TECNICO DE LOS GRUPOS DE GENERACION ELECTRICA SULZER-OFELIKON DE 2380 kW DE PROPIEDAD DE LA ELECTRIFICADORA DE BOLIVAR
9. CARACTERISTICA FISICO-QUIMICAS DE UNA AGUA DESTINADA PARA USO ENFRIAMIENTO
10. DATOS GARANTIZADOS
11. PRUEBA AL BANCO PARA MOTORES DIESEL GENERADORES
12. PROGRAMA EN LINEA DE MAXIMA DE UN CURSO PARA INGENIEROS SPE
13. REVISION GENERAL DE UN MOTOR DIESEL DE MEDIA POTENCIA Y DE CONSTRUCCION NORMAL
14. PROGRAMA DEL CURSO PARA OPERADORES DE CENTRAL
15. ACOPLAMIENTO EN PARALELO DE LOS ALTERNADORES
16. PIEZAS DE REPUESTO QUE HAY QUE TENER A DISPOSICION EN EL ALMACEN GENERAL PARA CADA TIPO DE MOTOR EN ACTIVIDAD EN LAS CENTRALES ELECTRICAS
17. CODIFICA DE LOS REPUESTOS
18. PLANES DE MANTENIMIENTO PARA MOTORES DIESEL Y GENERADORES (HASTA 1000 kW DE POTENCIA) Y PARA LOS TRANSFORMADORES
19. PROGRAMA DE MAXIMA DE UN CURSO DE ADIESTRAMIENTO PARA PERSONAL DE MANUTEN- CION DE UNA CENTRAL MULTIPLE
20. PIEZAS DE REPUESTO QUE ES NECESARIO TENER A DISPOSICION EN CADA UNA DE LAS CENTRALES

borghi e baldo ingg.

s. p. a.

21. CUADRO DE TOMA DE DATOS
22. LISTA DE LAS MAQUINAS PREVISTAS PARA EL TALLER DE SOACHA
23. AREA DEL ALMACEN O BODEGA DE SOACHA DESTINADA A TALLER
24. ANALISIS DE COSTO RELACIONADO CON EL TALLER DE REVISION EN SOACHA
25. ORGANIGRAMA DE LOS ALMACENES ICEL

1. INTRODUCCION

1.1 Propósito del trabajo

La finalidad de este trabajo consiste en:

- identificar y evaluar el estado actual de la generación eléctrica mediante motores Diesel suministrada por ICEL (Instituto Colombiano de Energía Eléctrica);
- proporcionar consultoría on the spot;
- sugerir pautas y dar recomendaciones con miras a obtener un mejoramiento en la conducción y mantenimiento de las plantas antes descritas.

Todo lo anterior con el objeto de garantizar lo mejor posible y con los costos más razonables la continuidad del servicio eléctrico, cuyo costo, en caso que llegara a faltar, sería difícilmente evaluable en términos monetarios, aparte de la condición psicológica en la cual se encontrarían los ciudadanos y del comprometer el desarrollo del país en el sentido económico.

1.2 Actividad del team

El team está formado por dos ingenieros técnicos que trabajaron en Colombia desde el 15 de Octubre de 1980 hasta el 7 de Diciembre de 1980.

Durante este período de tiempo el team se dedicó a:

- la recolección de datos en las oficinas del ICEL acerca de:

- a) estado y edad de las máquinas
 - b) calificación y adiestramiento del personal
 - c) planeación futura
 - d) manutención preventiva y ordinaria
 - e) compra, clasificación, almacenamiento de los repuestos
 - f) procedimiento en caso de daño.
- la visita de talleres en Bogota, almacenes del ICEL en Bogota, Soacha, Tunja y Cartagena, escuelas profesionales y universidades en Bogotá y en Cartagena;
 - la visita de las centrales de Leticia (Amazonas), Mocoa (Putumayo), Llorente y Tumaco (Nariño), Yopal y Aguazul (Casanare);
 - dar consultoría on the spot acerca de algunos problemas contingentes;
 - la discusión con con el ICEL, UDI Colombia y D.N.P. acerca de las conclusiones y recomendaciones.
- Al regresar a Italia se completó la recolección y elaboración de los datos generales y de comparación necesarios para la elaboración del report.

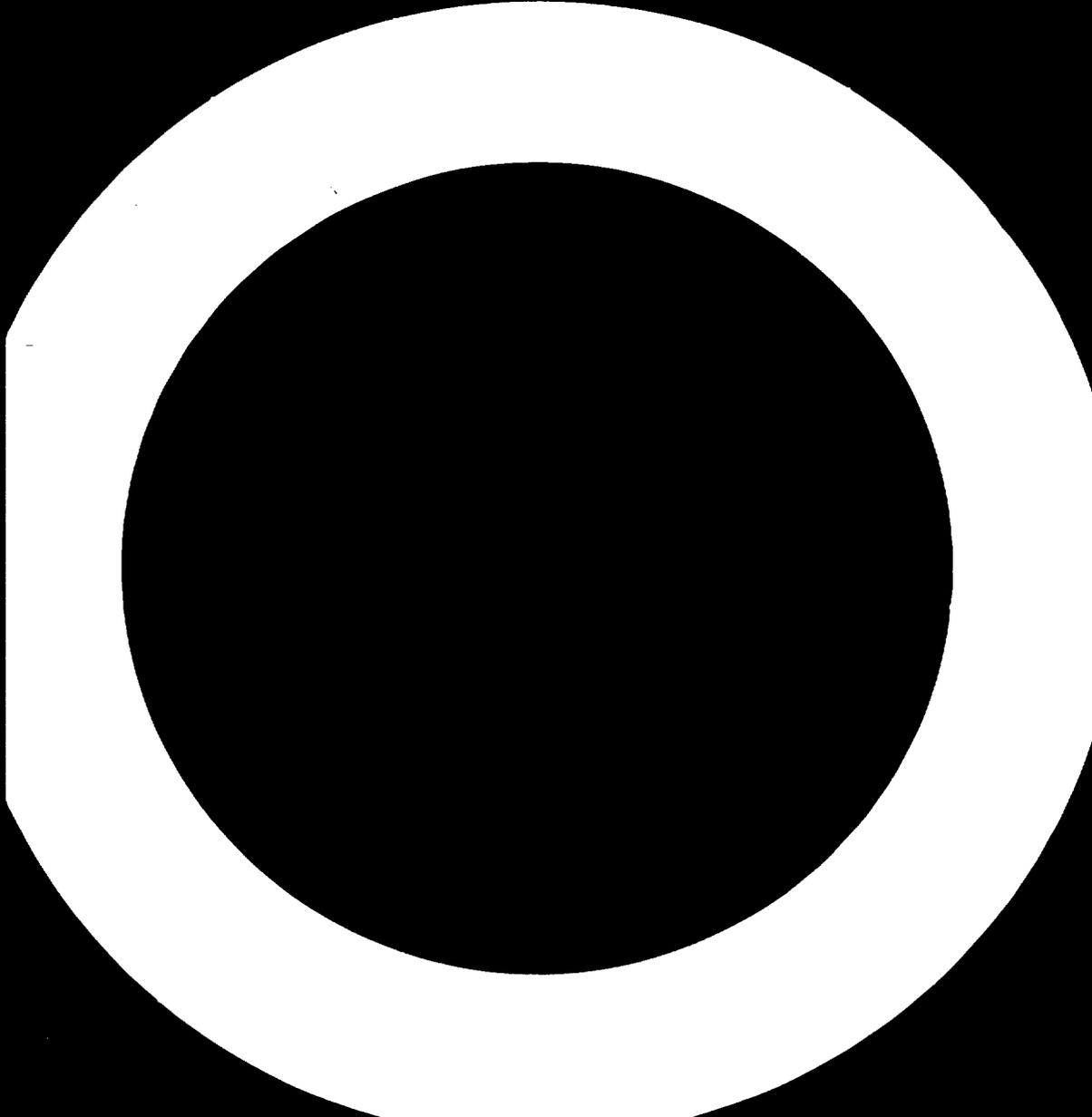
1.3 Entidades contactadas

UDI (Organización de las Naciones Unidas para el desarrollo industrial) Bogotá

ICEL (Instituto Colombiano de Energía Eléctrica)
Carrera 13 N°27-00- Bogotá

D.N.P. - Departamento Nacional de Planeación- Bogotá

SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje)



2 ESTADO ACTUAL**2.1** Descripción de la organización del sistema de electrificación en Colombia

Como se puede observar en los cuadros 1 y 2, el sistema eléctrico Colombiano está formado por varias entidades que operan a distintos niveles, sea nacional, regional, departamental, municipal y especial. Las entidades que operan en el sector eléctrico a nivel nacional son:

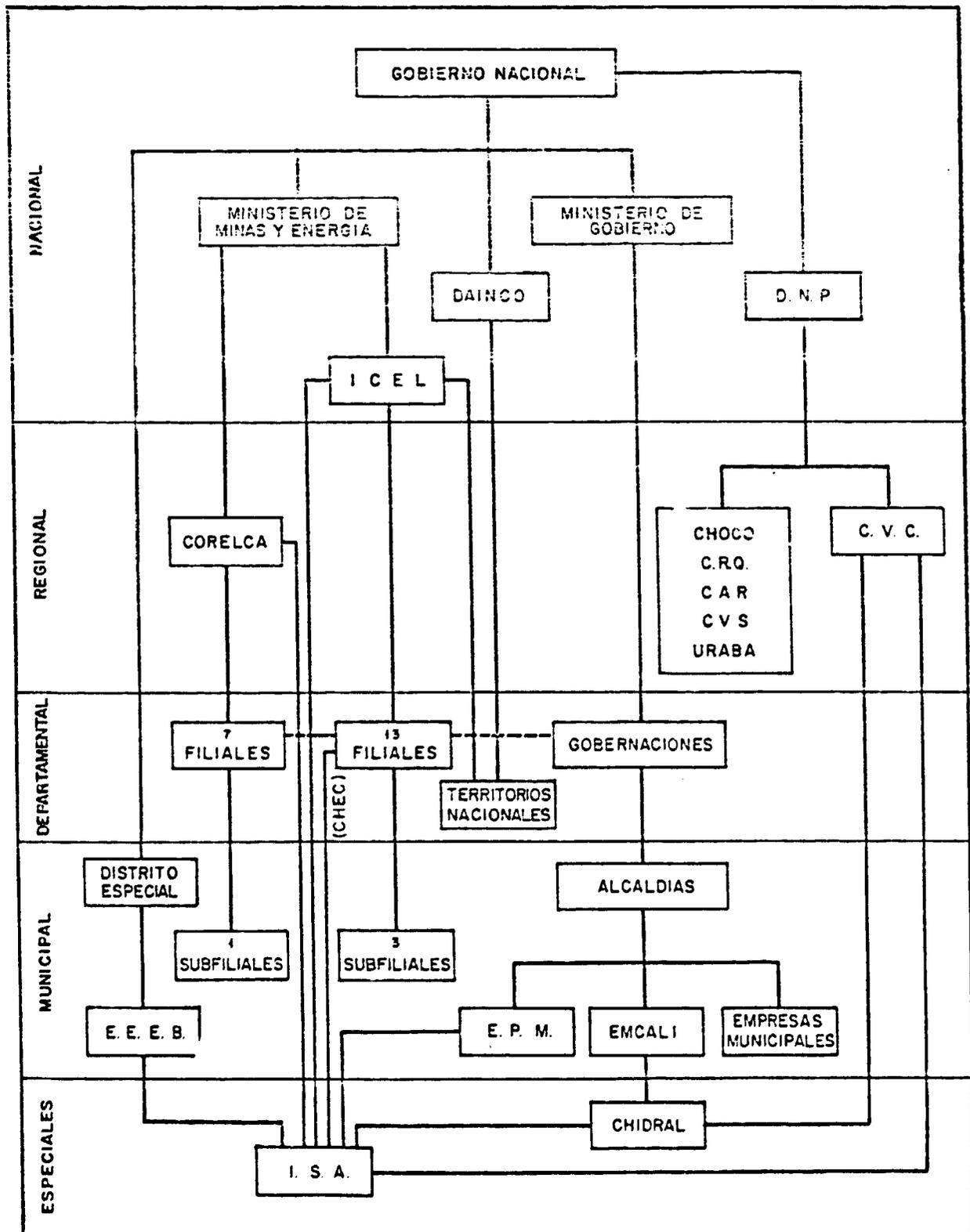
ICEL, DAINCO y D.N.P.

2.1.1. El ICEL tiene las siguientes funciones:

- a. La realización de plantas de generación, transmisión y distribución para la región andina y para algunos "territorios nacionales" (zonas en vía de desarrollo con una estructura administrativa estrictamente dependiente del gobierno central), al este y al oeste de la Cordillera. El cuadro N°3 indica las zonas de jurisdicción del ICEL;
- b. Participar en la elaboración del plano nacional de electrificación, conjuntamente con DAINCO y con el D.N.P.;
- c. Coordinar y prestar ayuda técnica y financiera a sus filiales. Promover la realización de nuevas filiales en caso de que sea necesario;
- d. Dictar normas técnicas relacionadas con el

CUADRO 1.

ESTRUCTURA INSTITUCIONAL DEL SECTOR ELECTRICO



CUADRO 2.

| | |
|-----------------|--|
| <u>DAINCO</u> | : DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE INTENDENCIAS Y COMISARIOS |
| <u>D.N.P.</u> | : DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACION |
| <u>I.C.E.L.</u> | : INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA |
| <u>CORELCA</u> | : CORPORACION ELECTRICA DE LA COSTA ATLANTICA |
| <u>C.V.C.</u> | : CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA |
| <u>E.E.E.B.</u> | : EMPRESA DE ENERGIA ELECTRICA DE BOGOTA' |
| <u>E.P.M.</u> | : EMPRESAS PUBLICAS DE MEDELLIN |
| <u>I.S.A.</u> | : INTERCONEXION ELECTRICA S.A. |
| <u>EMCALI</u> | : EMPRESAS PUBLICAS DE CALI |
| <u>CHIDRAL</u> | : CENTRAL HIDROELECTRICA DEL RIO ANCHICAYA |
| <u>C.A.R.</u> | : CORPORACION AUTONOMA REGIONAL |
| <u>C.R.Q.</u> | : CORPORACION REGIONAL DEL QUINDIO |

MAPA DE COLOMBIA

SAN ANDRÉS Y PROVIDENCIA



CUADRO 3.



"Territorios nacionales" Attendidos por el ICEL

borghi e baldo ingg.

1978

PERU

BRASIL

GUAYANA FRANCESA

servicio eléctrico a todas las entidades que lo exijan;

- e. Efectuar y analizar las estadísticas del sector eléctrico colombiano.

2.1.2. DAINCO es una entidad administrativa que se ocupa de los "Territorios Nacionales". Su función en el sistema eléctrico es esencialmente de planificación y de financiación, junto con el ICEL y el D.N.P.

2.1.3 D.N.P., que tiene a su cargo toda la planificación nacional, fija las prioridades en la construcción de nuevas centrales o de sistemas de interconexión entre las distintas entidades de distribución.

Del D.N.P. dependen directamente algunas entidades regionales relacionadas con el sector eléctrico.

2.2 Descripción del sistema

El sistema eléctrico colombiano está dividido en dos subsistemas:

- a) Sub-sistema Central bajo la jurisdicción de ISA, EEEB, CVC, EPM, ICEL y correspondientes filiales, y
- b) Sub-sistema de la Costa Atlántica bajo la jurisdicción de CORELCA y sus Filiales.

Para ambos sub-sistemas esta en curso la realización de una conexión que permitirá una administración más económica y segura del sistema total de distribución de energía eléctrica tanto de producción térmica como hidráulica.

2.3 Tipos o clases de generación usados en Colombia y papel que desempeña la energía "Diesel"

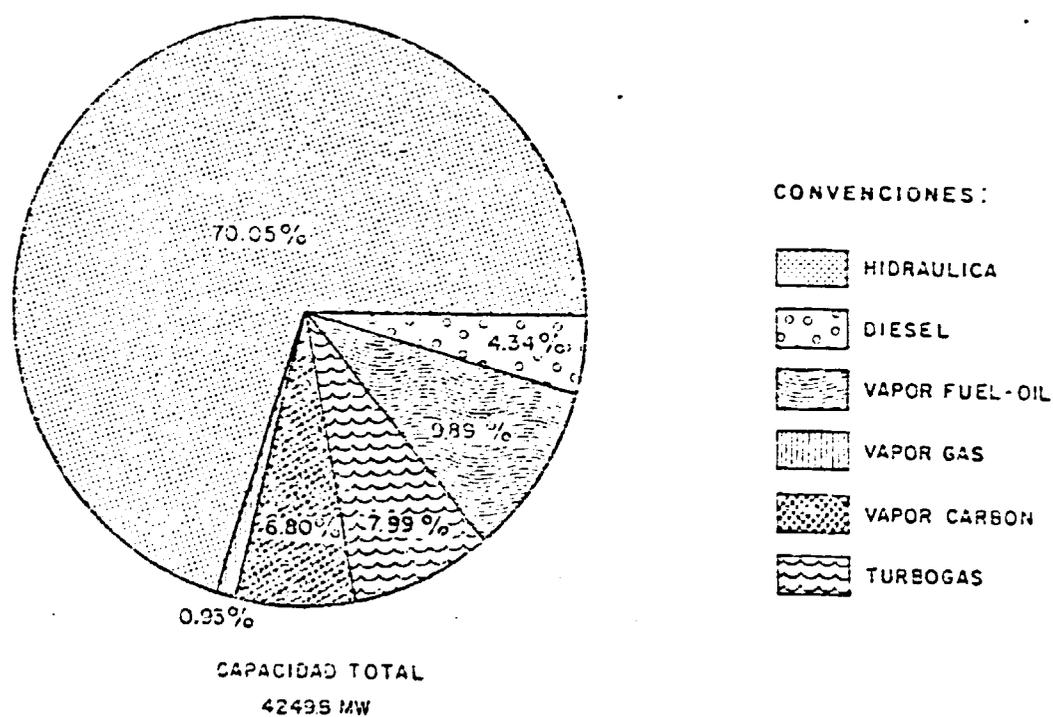
El cuadro N°4 que se refiere a los datos del año 1978 muestra las clases de generación usadas en Colombia. Según este, se puede deducir que casi tres cuartas partes de la potencia instalada es de tipo hidroeléctrico y que únicamente el 4,34% es de tipo térmico a motores diesel.

Lo anterior se debe al hecho de que este tipo de central por el costo tan alto para cada kW instalado y para cada kW h producido se usa solamente en algunos lugares (por ejemplo, en los "territorios nacionales") donde no es posible a corto tiempo y con costos convenientes, la unión con el sistema eléctrico nacional.

Es de anotar que la energía producida de este modo

CUADRO 4.

COMPOSICION DE LA CAPACIDAD INSTALADA EN COLOMBIA
AÑO 1978 - MW



DE : INFORME ICEL 1979/80

se destina casi exclusivamente al uso doméstico y a la iluminación pública.

Con la elaboración (ver Anexo 1) de los datos de producción de energía eléctrica y de potencia instalada que se refieren al año 1978, se puede observar, aún con las limitaciones de un análisis aproximado, el hecho de que:

- a. Mediante el coeficiente de utilización a nivel nacional para las centrales a motores Diesel, definido como relación entre las horas funcionantes y las horas de funcionamiento anual previstas para una central térmica de esta clase, es de 0,30.
- b. En los "Territorios Nacionales" que más expresamente han sido considerados en este trabajo, el coeficiente de utilización es el siguiente:

| | |
|----------|------|
| Nariño | 0,37 |
| Casanare | 0,34 |
| Putumayo | 0,50 |
| Amazonas | 0,72 |

Dichos coeficientes están condicionados por tres factores:

- a. La actividad intermitente efectuada por algunas centrales con el fin de ahorrar energía. Este hecho se refiere solamente a las pequeñas plantas donde los grupos se ponen en función en las horas de la tarde de 6 a 8 horas.
- b. La parada debido a daños y reparaciones.
- c. La parada como consecuencia de manutención pre-

ventiva.

Estos factores inciden en modo distinto y difícilmente cuantificable en los varios "territorios". Pero se puede decir que:

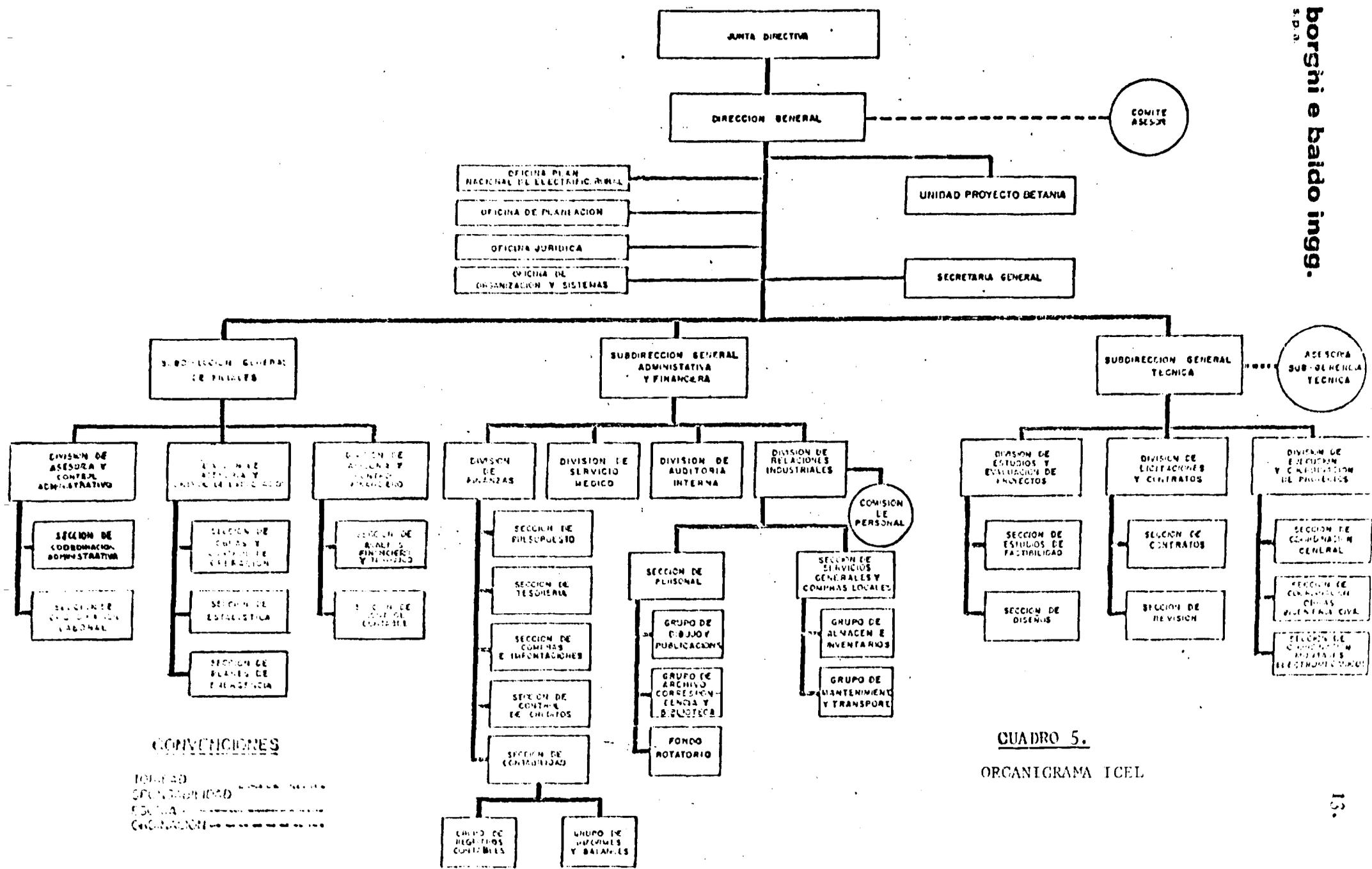
- las paradas por manutención preventiva inciden en no más de un 5%.
- en el Putumayo y en el Amazonas, donde prácticamente la mayor parte de las potencias instaladas están concentradas respectivamente en Mocoa y en Leticia, el bajo uso deriva prácticamente solo de las paradas por daño.

Dichas plantas están destinadas al funcionamiento continuo y además no tienen el mínimo de reserva.

2.4 Organización del ICEL

El organigrama del ICEL está expuesto en el Cuadro N°5.

Sin profundizar mucho en temas que no se refieren a este estudio, se puede decir que las divisiones interesadas en el problema de generación eléctrica con motores Diesel son la SPE (Division de Plantas de Emergencia), y en segundo lugar, la Oficina de administración de almacenes generales (Grupo de Almacén e Inventario) por lo que tiene que ver con el almacenaje de grupos nuevos, de grupos de demolición y de piezas de repuesto.

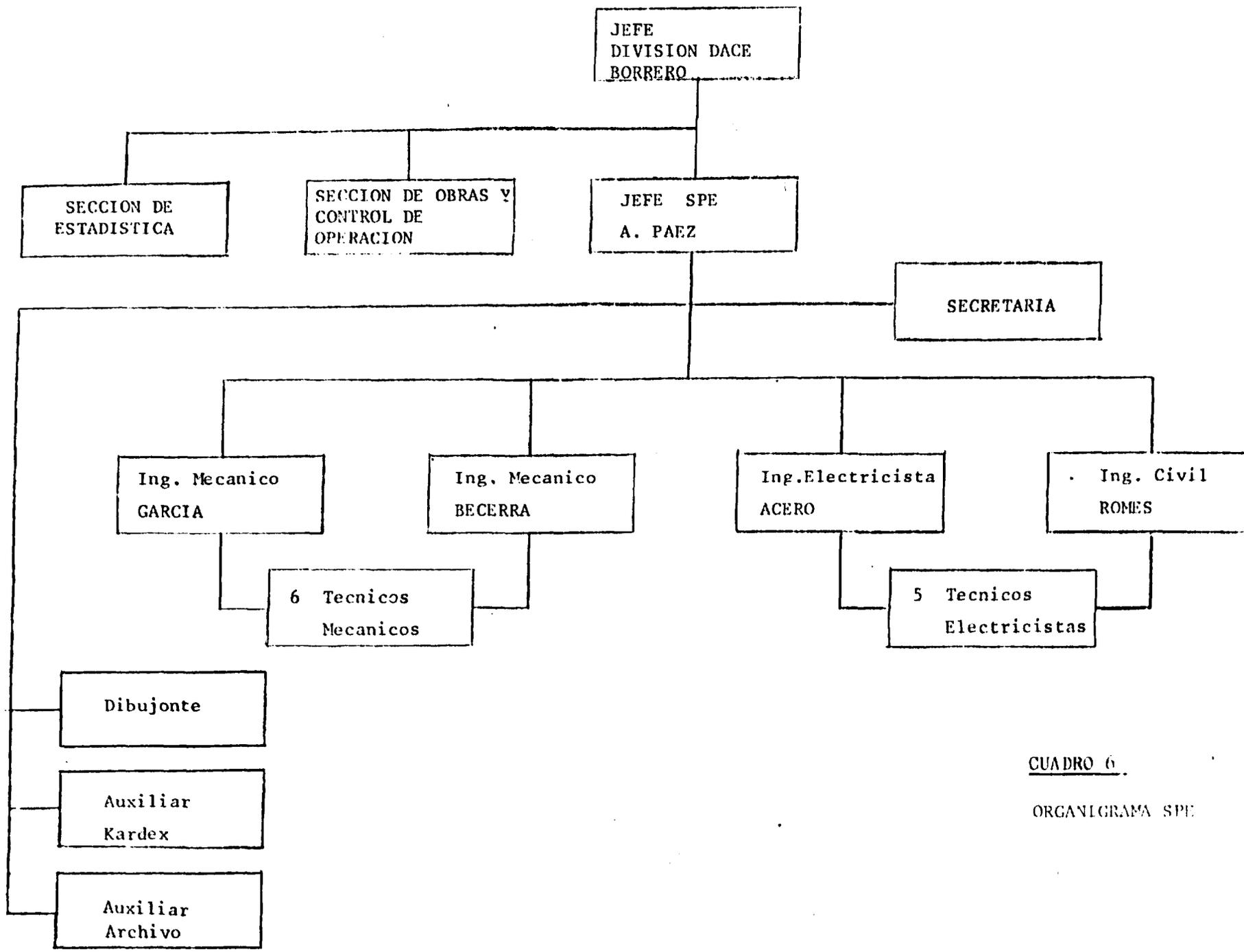


CONVENCIONES

TORRES
 OPERATIVIDAD
 EDICIÓN
 CONVENCIONES

CUADRO 5.
ORGANIGRAMA ICEL

- 2.4.1 La SPE, cuyo organigrama está ilustrado en el Cuadro N°6, tiene las siguientes responsabilidades:
- a. Efectuar estudios de Factibilidad y de anteproyecto para centrales con motores diesel y "microcentrales" hidroeléctricas de potencias menores (hasta 150 kW);
 - b. Preparar los documentos tender para la adquisición de nuevas instalaciones y efectuar la tabulación de las ofertas;
 - c. Montaje de nuevas instalaciones y seguimiento del montaje de las encargadas a otros;
 - d. Organizar los planos de manutención correctiva de las instalaciones con motores diesel, sea de propiedad del ICEL, sea de otras entidades administrativas, y para estas últimas, solamente cuando sea solicitado;
 - e. Intervenir en la manutención correctiva de las plantas a que se hace mención en el numeral anterior;
 - f. Coordinar el Presupuesto con la División Financiera y administrarlo;
 - g. Comprar las piezas de repuestos
 - h. Aumentar la eficiencia de las plantas con motores diesel y de las centrales hidroeléctricas de potencia inferior (hasta los 150 kW).
 - i. Hacerse cargo de la transformación y distribución de la energía generada por las plantas



CUADRO 6.
ORGANIGRAMA SPE

antes mencionadas.

2.4.2 La división de "Almacenes Generales" se limita a recibir las partes de repuestos y los grupos viejos y nuevos, registrando su entrada y salida. No efectúa ninguna elaboración de los datos de almacenamiento como determinación de provisión, niveles de alarma, lote de compra, etc.

2.5 Plantas de generación con motores diesel

Siendo la tarea del team o equipo aquella de mejorar la manutención de dichas centrales, se ha considerado conveniente examinar también las etapas de adquisición y proyectación de las centrales con el fin de detectar las posibles fallas en estas etapas, y que traigan como consecuencia complicaciones o dificultades en la manutención.

2.5.1 Modalidades de adquisición de plantas nuevas

Antes que todo, es importante subrayar el hecho de que no existe una planificación o planeación para la realización de nuevas plantas, ni existe tampoco un plano de reestructuración de las ya existentes.

Las etapas de adquisición por lo general son las siguientes:

- a. La decisión correspondiente a la adquisición de nuevas plantas concierne directamente a la Dirección General;
- b. A la SPE vienen comunicados los datos de

potencia y el número de plantas por adquirir. No siempre se establece con precisión el lugar de montaje de las mismas.

c. La SPE prepara los tender documents

Es necesario tener en cuenta que un procedimiento necesario determina por sí mismo una excesiva y contraproducente diversificación de las máquinas sea como potencia que como tipo.

2.5.2

Plantas existentes y situación hasta Octubre del año 1980

Las plantas existentes de generación con motores diesel, de propiedad del ICEL son 41 en total.

Su localización está indicada en el Cuadro N°7. Del cuidadoso examen relacionado con el cuadro N°8 se puede concluir que:

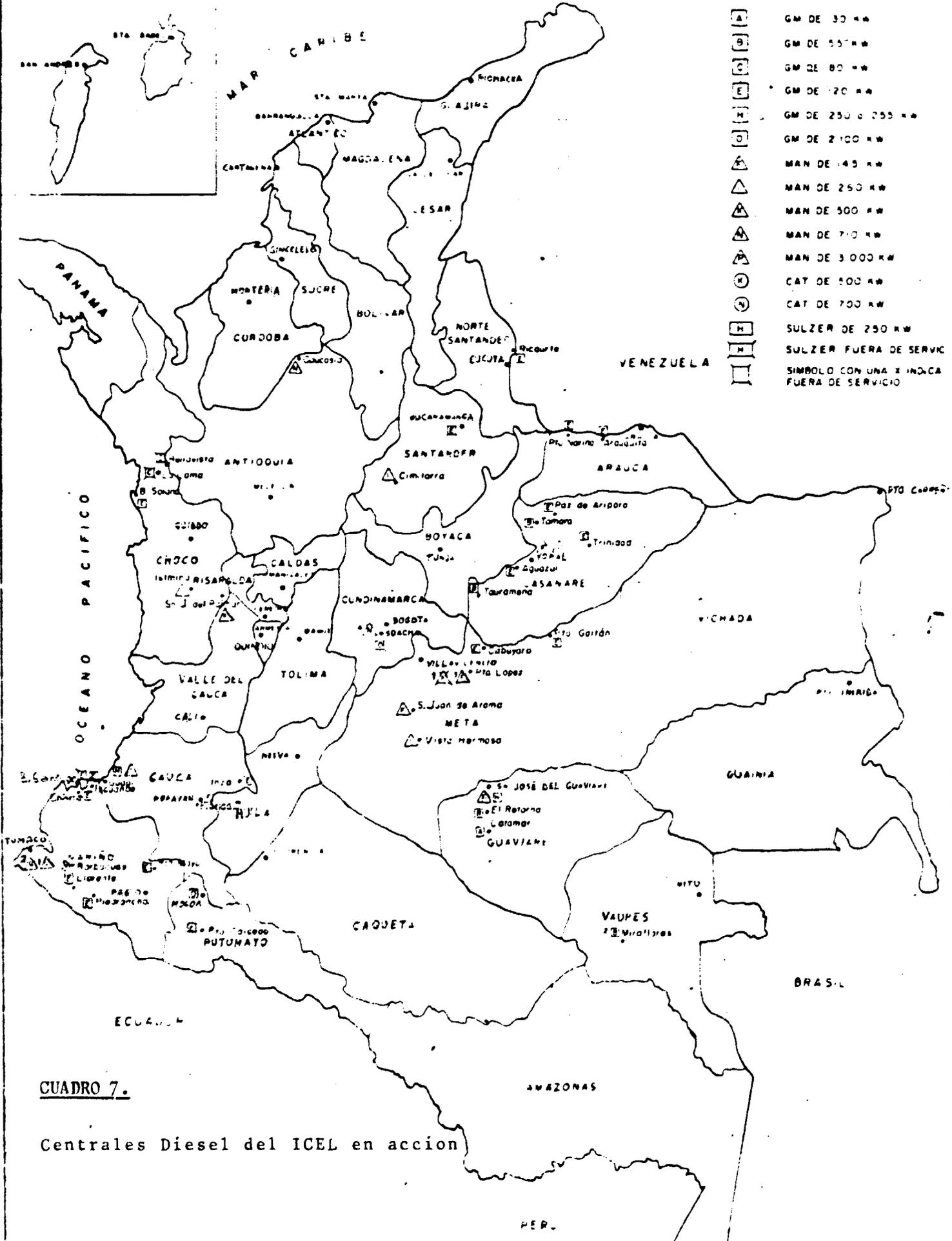
- a. 9 casas manufactureras están presentes para un total de 80 grupos;
- b. De estos 80 grupos 44 están en servicio, 11 en reparación, 3 inservibles y 22 por montar;
- c. La potencia de los grupos varía desde un mínimo de 30 hasta un máximo de 2.100 kW.

NOTA: se excluyen los dos MAN de 3.000 kW de Tumaco porque forman parte de una instalación del todo particular y de la cual hablaremos en seguida.

SAN ANDRES Y PROVIDENCIA

CONVENCIONES

-  GM DE 30 KW
-  GM DE 50 KW
-  GM DE 80 KW
-  GM DE 120 KW
-  GM DE 250 o 255 KW
-  GM DE 2100 KW
-  MAN DE 145 KW
-  MAN DE 250 KW
-  MAN DE 500 KW
-  MAN DE 710 KW
-  MAN DE 3000 KW
-  CAT DE 500 KW
-  CAT DE 700 KW
-  SULZER DE 250 KW
-  SULZER FUERA DE SERVICIO
-  SIMBOLO CON UNA X INDICA FUERA DE SERVICIO



CUADRO 7.

Centrales Diesel del ICEL en accion

| MOTORES DIESEL | | GENERADOR | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|-----|--------------------------------------|---------------------|-------|------------------|---------------------|--------------|----------------------------|--------------------|--------------------------|----------------|----------|---------------|-----------------|---------------------------|--------|---------------------|
| | | TIPO - MODELO - MARCA | POTENCIA NOMINAL KW | PPM | NO. DE CILINDROS | NO. DE TIEMPOS POS. | NO. DE HORAS | SISTEMA DE AIRE TURBO TIPO | TIPO DE REGULACION | SISTEMA DE REFRIGERACION | TIPO DE MODELO | VOLTAJES | IMPEDIMIENTOS | NO. DE UNIDADES | ANO DE PUESTA EN SERVICIO | ESTADO | OTROS DATOS |
| 2 | 11F | E 3-Clearart Sterison | 103 | 1,870 | 4 | 2 | Turbo | HIDRULICO | Radiador | DELCO | 220/127 | | \$1 | 60 | No recibida | | Electricidad No. 20 |
| | | CHIEF-ILLUM | 235 | 1,800 | 4 | 4 | Turbo | Hidraulico | Radiador | DELCO | 220/127 | | \$1 | 0 | No recibida | | Electricidad No. 20 |
| 2 | | Lister Blackstone 4316 | 513 | 950 | 6 | 4 | Turbo | Standard US-B | Torre | DELCO | 110/220 | | \$1 | 2 | No recibida | | Electricidad No. 41 |
| | 21G | GE-CAL TEL. 05-0610111 DELCO 152-711 | 310 | 1,200 | 18V | 2 | Turbo | | Radiador | DELCO | 410/200 | | \$1 | 50 | No recibida | | Electricidad No. 41 |
| 2 | | EMERSON 42754 | 3,000 | 450 | 7L 10 m. | 4 | Turbo | Standard US-B | Radiador | DELCO | 410/200 | | \$1 | 60 | No recibida | | Electricidad No. 41 |

CUADRO 8 (2)

- d. La distribución geográfica es muy variada;
- e. Algunos grupos son fijos y tienen accesorios independientes del motor;
- f. Los grupos movibles se pueden dividir en movibles por ruedas y por carrocerías comunes por motor-generador-accesorios;
- g. Siempre no teniendo en consideración los dos grupos Man de 3.000 kW, se nota que los grupos de adquisición más lejana tienen una velocidad de rotación comprendida entre las 600 y 1200 revoluciones por minuto, mientras que los más recientes tienen una velocidad de 1800 revoluciones por minuto;
- h. Los reguladores de velocidad en parte son hidráulicos y en parte son mecánicos;
- i. Las centrales más complejas están dotadas de grupos de edad, marca, potencias y reguladores distintos entre ellos;
- l. Muchos grupos no están dotados de turbina sopladora;
- m. Los tipos de enfriamiento usados son dos: con radiador y a torre refrigerante;
- n. Los generadores de corriente alterna tienen tensiones nominales comprendidas en el campo de los 220 V a 4.160 V.
- o. La frecuencia siempre es de 60 Hz.

2.5.3

Proyección de Plantas nuevas

Actualmente las plantas nuevas están proyecta-

das por ingenieros de la SPE, de acuerdo con los datos básicos recibidos de la Dirección.

Algunos criterios que se siguen en la proyección están indicados en el documento DACE 7745 "Generación Eléctrica Diesel". Dicho documento proporciona solamente normas generales y es incompleto. Por ejemplo, no existen criterios para la escogencia del tipo de enfriamiento, ni viene considerada tampoco la posibilidad del uso de agua de mar o de río para el enfriamiento o refrigeración. No se describen, por ejemplo, sistemas de insonorización ni prevención de incendios; no aparecen normas de seguridad ni de protección eléctrica, o para los interruptores de máquinas.

2.5.4 Montaje de centrales nuevas

El montaje de centrales nuevas corre por cuenta de los ingenieros y técnicos de la división SPE del ICEL.

Por lo general, no existen diseños de montaje, sino que el montaje viene encomendado a la experiencia de los ingenieros y de los técnicos que deciden en el lugar, y vez por vez, la solución que es necesario adoptar.

Esto conlleva un largo período de ejecución de la planta y de su puesta en funcionamiento ya que presentándose el caso de falta de materiales no presupuestados correctamente, se debe recurrir a la espera de la llegada de los mismos desde Bogo-

tá, si es que no tienen que comprarlos en o fuera de Colombia.

Para obviar esto, algunas veces se han adoptado soluciones como son la de repliegue, cuyo valor técnico es discutible si es que, una vez surgidas como soluciones temporáneas y de emergencia, no se sustituyen más por soluciones técnicamente correctas.

2.5.5 Administración de las Centrales

Ninguna de las centrales existentes de propiedad del ICEL está administrada por el ICEL.

Esas están regentadas directamente por las administraciones locales como las Alcaldías, Municipalidades, Comisarías, Intendencias, etc., las cuales proveen a la adquisición de combustible y de aceite lubricante, como también al suministro de mano de obra necesaria para el funcionamiento de la central (trabajadores, obreros de manutención preventiva, almacenistas, celadores, etc.).

Por su parte, el ICEL provee a la manutención correccional y a la adquisición o compra de partes de repuestos necesarios sea para la manutención preventiva, sea para la correccional.

A propósito de esto, se debe anotar que en distintos informes redactados después de visitas de manutención, por parte de los técnicos ICEL, existe la conciencia de la escasa capacidad técnica y el descuido de algunos trabajadores (ver por ejemplo el Memorando SPE 2288 del 10 de Marzo de

1980 firmado por Rubén Darío Pinzón y José Hernández, y el informe de la Comisión SPE 8499 del 6 de Octubre de 1978, firmado por Diego Modesto Beltrán.)

2.5.6 Manutención Preventiva

Cada grupo de generación está dotado por lo general de un manual de manutención preventiva. Pero no siempre dichos manuales se encuentran en las centrales sino que se quedan en las oficinas ICEL de Bogotá.

No existe en efecto un plano de manutención preventiva predispuesto por el ICEL ni mucho menos un control por parte del ICEL en relación a que la manutención preventiva, donde exista el manual del constructor, se haya efectuado correctamente o no.

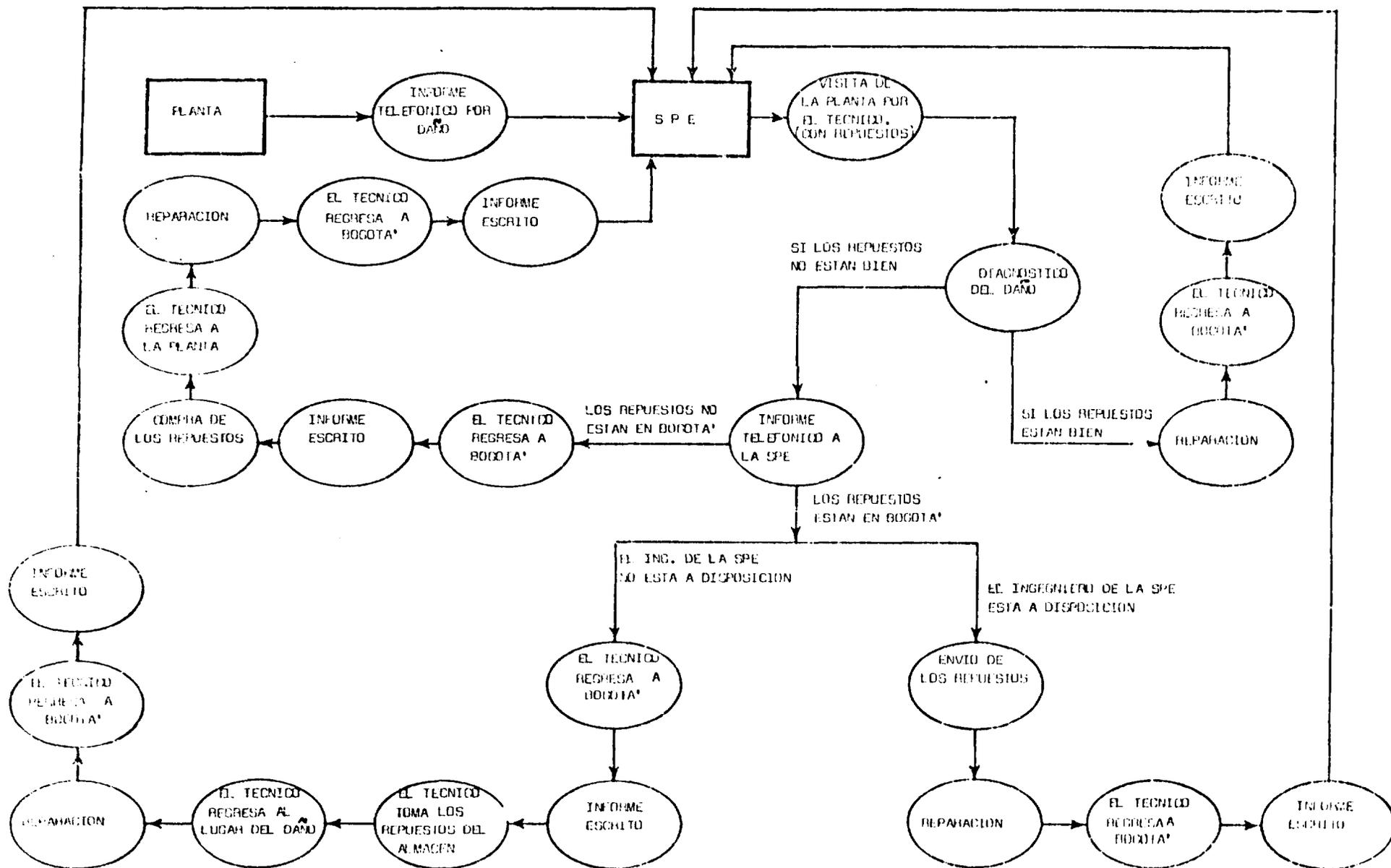
2.5.7 Manutención Correctiva

Como se ha insinuado anteriormente, el ICEL tiene a su cargo la administración de manutención correctiva de los grupos y de las centrales de su propiedad, como también, con límites de presupuesto y de disponibilidad de mano de obra, la manutención correctiva de plantas o instalaciones de propiedad de administraciones locales.

El cuadro 9 muestra como se efectúan las distintas intervenciones en caso de daño de la planta.

Para entender mejor la situación hay que tener presente la ubicación de las centrales (Cuadro N°10) y los tiempos empleados en viaje para lle-

CUADRO 9 : Procedimiento actual para reparaciones y daños

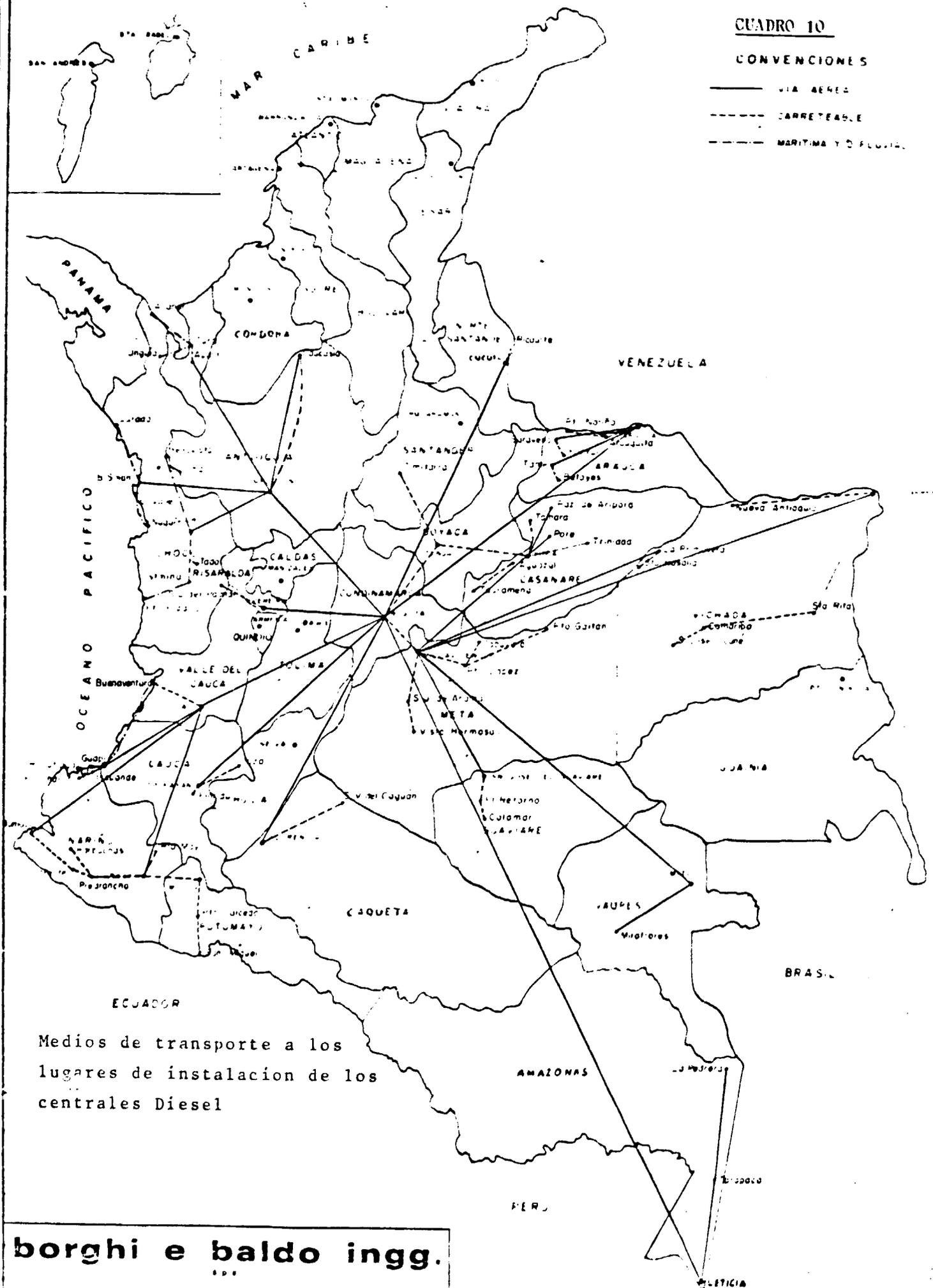


MAPA DE COLOMBIA

CUADRO 10

CONVENCIONES

- VIA AEREA
- - - - - CARRETERABLE
- · - · - MARITIMA Y FLUVIAL



Medios de transporte a los
lugares de instalación de los
centrales Diesel

borghi e baldo ingg.
1951

gar hasta allá, como también los medios de transporte.

Examinando rápidamente los datos del cuadro N°11, se llega inmediatamente a la conclusión de las dificultades objetivas para ir desde Bogotá a muchas localidades en las cuales existen plantas con motores diesel.

Cabe anotar que el sistema tiene los siguientes puntos débiles:

- a. El diagnóstico correcto de un daño depende de la preparación técnica del operador.
Este aspecto que vale para todos los países del mundo, aquí adquiere especial importancia a causa de la dificultad de transporte de técnicos y materiales entre Bogotá y las centrales.
- b. La disponibilidad inmediata del técnico ICEL no se garantiza siempre;
- c. Ya que los repuestos que se llevan al lugar están ligados al primer diagnóstico, puede suceder que los mismos no sean aptos y que haya necesidad de una solicitud posterior a los almacenes centrales;
- d. Dado a que en los almacenes no existe propiamente una organización, sucede con frecuencia que los repuestos necesarios no se consigan.
- e. En caso de que los repuestos no sean disponibles, la parte burocrática para la adquisición de los mismos y los tiempos de transporte con-

CUADRO 11 (1)
DISTANCIAS Y COSTOS PARA MANTENIMIENTO DE PLANTAS ELECTRICAS

| DEPARTAMENTO INTENDENCIA COMISARIA | LOCALIDAD | DISTANCIA Dpto. LOCALIDAD KM | FORMA - TRASPORTE | TIEMPO - TOTAL (HRS) | COSTO TOTAL TRANSPORTE (%) |
|--|----------------------|------------------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Amazonas | Leticia | 1100 | Avión | 6 | 10.500.00 |
| | La Pedrera | 1430 | Avión - Avioneta | 14 | 18.300.00 |
| | Tarapaca | 1250 | Avión - Avioneta | 10 | 14.500.00 |
| Antioquia | Caucasia | 749 | Avión - Avioneta / Bus | 26/36 | 7.800/5.200.00 |
| Arauca | Araucuita | 540 | Avión - Lancha | 10 | 6.900.00 |
| | Betoyes | 615 | Avión - Avioneta - Carro | 12 | 8.600.00 |
| | Fortul | 636 | Avión - Avioneta - Carro | 12 | 8.600.00 |
| | Pto. Nariño | 588 | Avión - Lancha - Carro | 15 | 7.400.00 |
| | Saravena | 603 | Avión - Avioneta | 8 | 8.400.00 |
| Caquetá | San Vicente del Cag. | 780 | Avión - Bus | 12 | 5.000.00 |
| Casanare | Aguazul | 361 | Carro - Avioneta - Bus | 24 | 5.860.00 |
| | Paz de Ariporo | 450 | Carro - Avioneta | 25 | 7.700.00 |
| | Poré | 422 | Carro - Avioneta | 27 | 7.700.00 |
| | Támara | 503 | Carro - Avioneta - Caballo | 30 | 8.600.00 |
| | Tauramena | 379 | Carro - Avioneta - Bus | 27 | 8.260.00 |
| | Trinidad | 522 | Carro - Avioneta | 25 | 7.700.00 |
| | Yopal | 332 | Carro - Avioneta ó bus | 21/34 | 5.700/1.200.00 |
| Cauca | Florida II | 696 | Avión - Bus | 8 | 4.500.00 |
| | Guapi | 832 | Avión - Barco | 8/22 | 7.500/6.500.00 |
| | Inza | 762 | Avión - Bus | 12 | 5.200.00 |

CUADRO 11 (2)
DISTANCIAS Y COSTOS PARA MANTENIMIENTO DE PLANTAS ELECTRICAS

| DEPARTAMENTO INTENDENCIA COMISARIA | LOCALIDAD | DISTANCIA Bgtó. LOCALIDAD KM | FORMA - TRASPORTE | TIEMPO - TOTAL (HRS) | COSTO TOTAL TRANSPORTE (\$) | |
|--|---------------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|--------------------------------|----------|
| Chocó | Acandí | 846 | Avión - Avioneta - Carro Lancha | 34 | 8.900,00 | |
| | Bahía Solano | 703 | Avión - Avioneta | 28 | 7.100,00 | |
| | Bellavista | 881 | Avión - Avioneta - Lancha | 33 | 18.500,00 | |
| | El Valle | 721 | Avión - Avioneta - Carro | 31 | 7.700,00 | |
| | Istmina | 792 | Avión - Avioneta - Carro | 29 | 9.200,00 | |
| | Jurado | 813 | Avión - Avioneta - Lancha | 50 | 10.800,00 | |
| | La Loma | 926 | Avión - Avioneta - Lancha | 48 | 18.500,00 | |
| | Nuquí | 781 | Avión - Avioneta - Carro Lancha | 47 | 9.700,00 | |
| | Pto. Pizarro | 907 | Avión - Avioneta - Lancha | 56 | 18.200,00 | |
| | Sn. José del Palmar | 448 | Avión - Carro | 9 | 5.300,00 | |
| | Tadó | 791 | Avión - Avioneta - Carro | 29 | 9.200,00 | |
| | Unguía | 826 | Avión - Avioneta - Carro Lancha | 38 | 9.500,00 | |
| | Guaviare | Calamar | 422 | Carro - Avioneta - Carro | 28 | 4.100,00 |
| | | El Retorno | 390 | Carro - Avioneta - Carro | 26 | 4.000,00 |
| Sn José del Guaviare | | 350 | Carro - Avioneta | 21 | 3.700,00 | |
| Meta | Cabuyaro | 234 | Carro - Bus | 10 | 1.400,00 | |
| | Pto. Gaitán | 309 | Carro - Bus | 12 | 1.500,00 | |
| | Pto. López | 199 | Carro - Bus | 8 | 1.200,00 | |
| | Sn Juan de Arama | 242 | Bus | 10 | 1.200,00 | |
| | Vista Hermosa | 302 | Bus | 12 | 1.400,00 | |
| Nariño | Barbacoas | 1190 | Avión - Carro | 14 | 7.240,00 | |
| | Bocas de Satinga | 902 | Avión - Barco | 16/30 | 9.800,00 | |
| | El Charco | 882 | Avión - Barco | 19/34 | 9.000,00 | |
| | Iscuandé | 862 | Avión - Barco | 13/27 | 8.500,00 | |
| | Llorente | 1214 | Avión - Carro | 12 | 7.700,00 | |
| | Piedrancha | 1066 | Avión - Carro | 9 | 7.100,00 | |
| | Río Mayo | 1095 | Avión - Carro | 8 | 6.900,00 | |

vierten el tiempo real de abastecimiento en un período de tiempo que va de los 6 a los 12 meses;

- f. Finalmente, no existiendo manutención preventiva ni conocimiento de los datos de desgaste de los elementos principales, la frecuencia y la entidad de los daños se convierte en algo imprevisto. Por consiguiente, resulta imposible poder prever la necesidad de piezas de repuesto y el empleo del personal técnico de la SPE.

2.6 Personal SPE

La división plantas de emergencia (SPE) está formada tal como aparece en el cuadro N°6 por un jefe de sección (que es un ingeniero electrotécnico), dos ingenieros mecánicos, un ingeniero electrotécnico, un ingeniero civil, 6 técnicos mecánicos, 5 técnicos electricistas y un diseñador, aparte del personal de secretaría y de archivo.

Se estudia ahora la preparación de este personal y las varias responsabilidades confiadas a ellos, describiendo la situación real y descuidando por consiguiente tanto los cargos actuales como el bosquejo de cargos que está en vía de aprobación.

2.6.1 Ingenieros mecánicos

Su preparación es más o menos buena y a esto contribuye el hecho de que tienen experiencia de trabajo en el campo grupos diesel y ésta

por un espacio de tiempo que va de los 5 a los 8 años.

Pero no tienen una preparación específica en lo que se refiere a la proyectación de centrales diesel como las de potencia superior a los 1.000 kW.

Esto se debe a la preparación universitaria, que en este campo se limita a ciclos de combustión teóricos, y al tipo de trabajo desempeñado en el ICEL.

En efecto, las tareas de los ingenieros aquí son las siguientes:

- a. Preparación de los tender documents, que como añadiremos en seguida están llenos de lagunas como consecuencia de la falta de tiempo para un estudio serio de los distintos problemas;
- b. Recepción de las ofertas, tabulación, informe técnico final;
- c. Supervisión (con control económico) del trabajo de los técnicos. Esta actividad absorbe una gran cantidad de tiempo por prácticas burocráticas;
- d. Visita a las instalaciones que han sufrido daños para efectos del diagnóstico y la solución de problemas que superan la capacidad de los técnicos;
- e. Supervisión para la adquisición de las piezas de repuestos. Esta actividad se limita

- generalmente a firmar las listas de compra preparadas por los técnicos;
- f. Coordinación y supervisión del montaje de nuevas centrales. Esta actividad debido a la falta de un proyecto tanto en la etapa del tender como en la etapa del montaje, obliga a estos ingeniero a largas visitas en los talleres u obras para la solución de los distintos problemas en el lugar.
 - g. Ejecución de pequeños estudios de factibilidad pero sin una preparación específica.

2.6.2

Ingenieros eléctricos

El jefe de la división de hecho no participa a la actividad técnica ya que está ocupado en funciones predominantemente burocráticas, y en las relaciones con los otros departamentos que exigen muchas veces informes escritos.

Desempeña solo una actividad técnica de suplencia cuando otro ingeniero eléctrico se encuentra en misión o está ausente por otros motivos.

El ingeniero eléctrico de sección, desempeña por el contrario y fundamentalmente las mismas actividades (con las mismas limitaciones) de los ingenieros mecánicos en cuanto se relaciona con las partes eléctricas de los grupos.

Además, debe ocuparse de la proyectación, del montaje, y de la manutención de las redes de distribución que están a la cabeza de las centrales con motores diesel.

2.6.3

Técnicos

En este informe no se hace distinción entre ingenieros mecánicos y eléctricos por el hecho de que ejercen las mismas actividades aun en partes distintas de los grupos.

La preparación de estos técnicos consiste en u-
calificación de enseñanza secundaria técnica
mas algunos otros cursos de breve duración acer-
de motores para autotracción o sobre los distin-
tos aspectos de la generación y de la distribu-
ción de energía eléctrica.

Ninguno de ellos ha efectuado cursos de especia-
lización, excluyendo dos cursos de manutención
de 5 días, tenidos a cargo de dos casas cons-
tructoras.

Las responsabilidades de los técnicos son:

- a. Diagnóstico de los daños de la central.
- b. Hacer la lista de los repuestos necesarios para la reparación.
- c. Controlar que existan en los distintos almacenes ICEL ó no los repuestos que se requie-
ren.
- d. Iroveer a la reparación de los grupos coad-
yuvados por los operadores de central.
- e. Instalación o montaje de nuevas plantas.
- f. Efectuar inspecciones de plantas funcionan-
tes, y esto, a petición.

Es de anotar que, analizando los datos de los cuadros Nº12 y 13 referentes a la ocupación de

| DIAS LABORALES | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|-----------------------|------|------|------------|------|------|-----------------------|------|------|------------------|------|------|--------|------|------|-------|------|------|
| TECNICO MECANICO | MANTENCION PREVENTIVA | | | INSPECCION | | | MANTENCION CORRECTIVA | | | MONTAGE Y COMPRA | | | VARIOS | | | TOTAL | | |
| | 1978 | 1979 | 1980 | 1978 | 1979 | 1980 | 1978 | 1979 | 1980 | 1978 | 1979 | 1980 | 1978 | 1979 | 1980 | 1978 | 1979 | 1980 |
| L.A. WISTON | -- | -- | -- | 13 | -- | -- | 89 | 181 | 58 | 46 | 91 | 45 | 11 | -- | 22 | 159 | 272 | 125 |
| J.G. L. OSPINA | 20 | 7 | -- | 33 | 7 | 21 | 71 | 132 | 51 | 23 | 10 | 40 | 8 | 5 | 2 | 155 | 161 | 114 |
| D.M. BELTRAM | -- | -- | -- | -- | 37 | 21 | -- | 57 | 20 | -- | 9 | 36 | -- | -- | -- | -- | 103 | 77 |
| D.O. PERDOMO | -- | 13 | 5 | -- | -- | -- | 70 | 57 | 52 | 53 | 80 | 81 | 4 | -- | 10 | 127 | 150 | 148 |
| J.O. HENANDEZ | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 53 | 54 | -- | 3 | 5 | -- | 24 | 25 | -- | 80 | 84 |
| TOTAL PARCIAL | 20 | 20 | 5 | 46 | 44 | 42 | 230 | 480 | 235 | 122 | 193 | 207 | 23 | 29 | 59 | 441 | 766 | 548 |
| TOTAL 3 ANOS | | | 45 | | | 132 | | | 945 | | | 522 | | | 111 | | | 1755 |
| PERCENTAGE | | | 0,02 | | | 0,07 | | | 0,54 | | | 0,30 | | | 0,06 | | | |
| TECNICO ELECTRICO | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| R. ALARCON | -- | -- | -- | 47 | 36 | -- | 109 | 74 | 62 | 6 | 22 | 5 | -- | 8 | 11 | 162 | 140 | 78 |
| N.R. PORTILLA | -- | -- | -- | 5 | 4 | -- | 40 | 96 | 54 | 57 | 85 | 93 | 10 | -- | 18 | 112 | 185 | 165 |
| C.A. BERNAL | -- | -- | -- | -- | 14 | 21 | -- | 6 | 15 | -- | 41 | 45 | -- | 20 | -- | -- | 81 | 81 |
| R.D.P. SEIJA | -- | -- | -- | 27 | 20 | 8 | 53 | 57 | 52 | -- | 19 | -- | 20 | 12 | -- | 100 | 108 | 60 |
| R.D.A. CASTIBLANCO | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | 130 | 12 | -- | 45 | 70 | -- | 11 | -- | -- | 186 | 82 |
| TOTAL PARCIAL | -- | -- | -- | 79 | 74 | 29 | 202 | 363 | 195 | 63 | 212 | 213 | 30 | 51 | 29 | 374 | 700 | 466 |
| TOTAL 3 ANOS | | | -- | | | 182 | | | 760 | | | 488 | | | 110 | | | 1540 |
| PERCENTAGE | | | -- | | | 0,12 | | | 0,49 | | | 0,32 | | | 0,07 | | | |
| TOTAL | 20 | 20 | 5 | 125 | 118 | 71 | 432 | 843 | 430 | 185 | 405 | 420 | 53 | 80 | 88 | 815 | 1466 | 1014 |
| TOTAL 3 ANOS | | | 45 | | | 314 | | | 1705 | | | 1010 | | | 221 | | | 3295 |
| PERCENTAGE | | | 0,01 | | | 0,09 | | | 0,52 | | | 0,31 | | | 0,07 | | | |

| TECNICO MECANICO | TOTAL DIAS TRABAJADOS | | | TOTAL | DIAS TRABAJADOS | % HORAS TRABAJADAS |
|-------------------|-----------------------|------|------|-------|-----------------|--------------------|
| | 1978 | 1979 | 1980 | | | |
| L.A.WISTON | 159 | 272 | 125 | 556 | 723 | 0,77 |
| J.G.L.OSPINA | 155 | 161 | 114 | 430 | 723 | 0,59 |
| D.M.BELTRAN | -- | 103 | 77 | 180 | 482 | 0,37 |
| D.O.OERDOMO | 127 | 150 | 148 | 425 | 723 | 0,59 |
| J.O.HERNANDEZ | -- | 80 | 84 | 164 | 482 | 0,34 |
| TOTAL PARCIAL | 441 | 766 | 548 | 1755 | 3133 | 0,56 |
| TECNICO ELECTRICO | | | | | | |
| R.ALARCON | 162 | 140 | 78 | 380 | 723 | 0,53 |
| L.R.PORTILLA | 112 | 185 | 165 | 462 | 723 | 0,64 |
| C.A.BERNAL | -- | 81 | 81 | 162 | 482 | 0,34 |
| R.D.P.SEIJA | 100 | 108 | 60 | 268 | 723 | 0,37 |
| R.D.A.CASTIBLANCO | -- | 186 | 82 | 268 | 482 | 0,56 |
| TOTAL PARCIAL | 374 | 700 | 466 | 1540 | 3133 | 0,49 |
| | | | | | | |
| TOTAL | 815 | 1466 | 1014 | 3295 | 6266 | 0,53 |

los distintos técnicos en los últimos tres años, aparece que:

a. Los técnicos mecánicos han sido ocupados más o menos en misiones por un 56% de los días laborales con un mínimo del 34% y un máximo del 77%.

Los técnicos eléctricos más o menos por un 53% con un mínimo de 54% y un máximo del 64%.

El resto del tiempo ha sido empleado en Bogotá en las oficinas para informes y en los almacenes o depósitos para la búsqueda de piezas de repuestos.

b. Con referencia a las ocupaciones resulta que globalmente el tiempo de misión está distribuido así:

| | Técnicos Mecánicos | Técnicos Eléctricos | Total |
|------------------------------|-----------------------|------------------------|----------|
| Manutención Preventiva | 2% | - | 1% |
| Inspección | 7% | 12% | 9% |
| Reparaciones | 54% | 49% | 52% |
| Montajes y Postura en marcha | 30% | 32% | 31% |
| Varios | 6% | 7% | 7% |
| Total | 100% | 100% | - |

Más de la mitad del tiempo se gasta por consiguiente en reparaciones, mientras que la manu-

tención preventiva ocupa a los técnicos solamente en un 1% de su tiempo.

2.7 Piezas de Repuestos

2.7.1 Adquisición

Cuando se compra un motor nuevo, al mismo tiempo se compran las piezas de repuesto que la empresa constructora aconseja para las primeras 5.000 o 10.000 horas de funcionamiento. Terminadas dichas partes, las nuevas, de las cuales se tiene necesidad, se compran de vez en vez según el daño verificado.

Esto lleva a largos períodos de tiempo para el aprovisionamiento (de los 6 a los 12 meses).

2.7.2 Almacenes o Bodegas

En base a lo que se ha dicho antes, los almacenes ICEL tienen por lo general solamente los repuestos que trae el grupo nuevo mientras que transitan para las partes pedidas posteriormente.

Actualmente la estructura de los almacenes que recordamos dependen de la Dirección Administrativa (Ver el anterior cuadro N°5, y el indicado en el Anexo 25).

Las bodegas que almacenan los repuestos para los grupos Diesel son la Bodega 1 y la Bodega 2 en Bogotá, y además la Bodega de Soacha (a 30 kilómetros de Bogotá).

No existen reglamentos ni normas para la distribución de las piezas de repuesto entre las distintas bodegas. Vale únicamente el criterio de la disponibilidad de lugar en el momento de la llegada de los materiales.

No existe control de cualidad sobre los materiales de llegada.

Acerca de la organización de estos almacenes o bodegas se puede decir que:

- a. Las bodegas N°1 y 2 están organizadas en las cercanías de Bogotá, contienen distinto material para usos mecánicos, eléctricos y generales.

Los repuestos dispuestos en los varios empaques, no siguen ningún orden. Su colocación es propiamente en montón, y crea grandes dificultades en el momento de tener que buscar alguno. Cualquier tentativo de poner en orden, una administración, con el sistema Kardex se ha hecho, pero no ha dado buenos resultados. Prácticamente la existencia del material en la bodega está confiada solamente a la buena memoria del personal que ahí trabaja.

- b. La bodega N°3 se encuentra a 12 kilómetros de Bogotá y precisamente en la localidad llamada Soacha. Está formada por un galpón de construcción reciente con una vasta área externa no cubierta. Aquí se guardan los materiales más voluminosos. No existe ninguna

instalación para levantarlos. Como en las bodegas N°1 y 2, la mercancía depositada está puesta en montón, sin ningún orden ni registración. Afuera están parqueadas 3 estaciones de emergencia autotransportadas, con una potencia de 710 kW y con motores MAN. Estas estaciones estan fuera de uso, desde hace algunos años, y están semidemolidas con los detalles depositados al exterior. Para entrar más en detalle acerca de esto, se recomienda ver el punto 3.1.

Actualmente se está procurando codificar todos los materiales comprendidos, las piezas para los grupos en análisis con el objeto de poder controlar las existencias. Los datos previstos para la tabulación son:

- a. Código ICEL
- b. Código productor
- c. Cantidad
- d. Valor
- e. Sección ICEL a la cual está destinado
- f. Ubicación (bodega o almacen con coordenadas de posición).

2.7.3 Talleres de reparación, revisión, prueba

En la actualidad el ICEL no posee talleres propios. Solamente en Soacha se efectúan en manera empírica algunas pruebas de funcionamiento de motores nuevos.

Para algunos trabajos de reparación limitados a rectificaciones planas y cilíndricas, a regeneración de cojinetes de banco y de biela para motores lentos y a prueba de bombas combustibles e inyectores ICEL, se apoya en talleres privados equipados para dichos trabajos (Ver también el numeral 4.6.3).

No existe un control de calidad por parte del ICEL acerca de las operaciones efectuadas en dichos talleres.

2.8 Centrales visitadas

2.8.1 Leticia

La central está formada por 9 motores de cuatro marcas distintas. De estos, como aparece en el informe del Anexo N°2, algunos están inservibles y otros necesitan manutención.

Los accesorios de la central están en muy mal estado y son pocos aptos para el lugar.

La central no es adecuada a las necesidades de la ciudad.

No existe una bodega o almacén ordenados, y por consiguiente los repuestos están también en desorden.

La preparación del personal administrativo y de manutención es muy escasa.

Antes que todo sería importantísimo elaborar un programa de manubención de la central, ya que es indispensable poseer un estudio profundo acerca del estado actual y del desarrollo de las necesidades de la energía eléctrica para evaluar las posibilidades de la construcción de una central completamente nueva que sea adecuada a las exigencias actuales y futuras a medio plazo.

2.8.2 Mocca

La central está formada por 7 unidades Diesel (de cuatro marcas distintas) más 1 máquina pequeña a turbina Pelton. De todo esto, en el momento de la visita, funcionaba solamente un motor SKODA y la turbina. (Ver informe Anexo N°3)

La unidad móvil GM de 2100 KW estaba parada desde hacia 6 meses ya que el transformador correspondiente se había dañado por un rayo, y esto debido a que no funcionaron las protecciones.

No está previsto el funcionamiento paralelo de las distintas unidades.

Del mismo modo, también en la central de Leticia y esta, es necesario efectuar un estudio de revisión completa y de reestructuración.

Además, para los motores SKODA existe el problema de encontrar los repuestos, que no es fácil en el mercado internacional.

También en esta central, el personal que la dirige y se ocupa de la manutención tiene una escasa preparación.

2.8.3 Central de Tumaco

La central es de nueva construcción y es eficiente. (Ver informe de la visita en el Anexo N°4).

Está formada por dos motores MAN de 3000 kW, está bien conducida y mantenida.

Ha sido proyectada y construida según criterios modernos para funcionar a Bunker (aceite pesado), pero actualmente funciona con aceite liviano.

Se puede decir que todavía cubre las necesidades de la ciudad y esto por algún tiempo más.

2.8.4 Llorente

La central (con servicio para una pequeña población) está formada por un solo grupo móvil en cha-

sis que funciona 4 horas al día (ver informa sobre la visita en el Anexo N°5).

En el momento de la visita estaba inservible como consecuencia de la descarga de la batería de arranque.

2.8.5 Yopal

La central está formada por 3 motores de los cuales 2 movibles sobre chasis y 1 movable sobre lorry. (Ver informe sobre visita en el Anexo N°6).

Uno de los grupos montado en chasis estaba para entrar en servicio en el momento de la visita.

Los dos grupos en función por causa de sus malas condiciones mecánicas producen una potencia muy inferior a la que aparece en la placa de los grupos.

Además el personal de la central está escasamente preparado. A la central le faltan repuestos y equipos para efectuar reparaciones, como también instrumentos de medida.

2.8.6 Aguazul

Como la central de Llorente, está destinada a servir a una pequeña población.

La única unidad de la central en el momento de la visita estaba inservible desde hacía muchos días. (Ver informe de dicha visita en el Anexo N°7). El motivo de estar inservible se debió a una avería. No fue posible determinar la naturaleza ya que el local central estaba cerrado y no se podía localizar el personal.

3. OTROS PROBLEMAS ESPECIALES EXAMINADOS

3.1 Estaciones móviles MAN 710 kW

En 1972 se construyeron 10 unidades, todas iguales, con motores tipo MAN -potencia 710 kW. Actualmente el ICEL todavía es propietario de estas 5 unidades, mientras que las cinco restantes fueron cedidas a otras sociedades. Las 5 estaciones que quedaron en poder del ICEL están todas inservibles, 3 en demolición sin posibilidad de recuperación, 2 con los motores en revisión. El daño que se repite en estas unidades es la ruptura del árbol a manivela del motor térmico, avería que se debe seguramente a la debilidad de infraestructura del carro portante. Actualmente el ICEL está revisando 2 Unidades en Soacha. Para dar seguridad de duración en el servicio, se aconseja, una vez terminada la revisión instalar dichos grupos como estaciones fijas y no móviles, ya que se debería proveer a la construcción de chasis nuevos, con estructuras reforzadas que conllevan un alto costo de construcción, y que además no se justifica si se tiene en cuenta la edad de los motores.

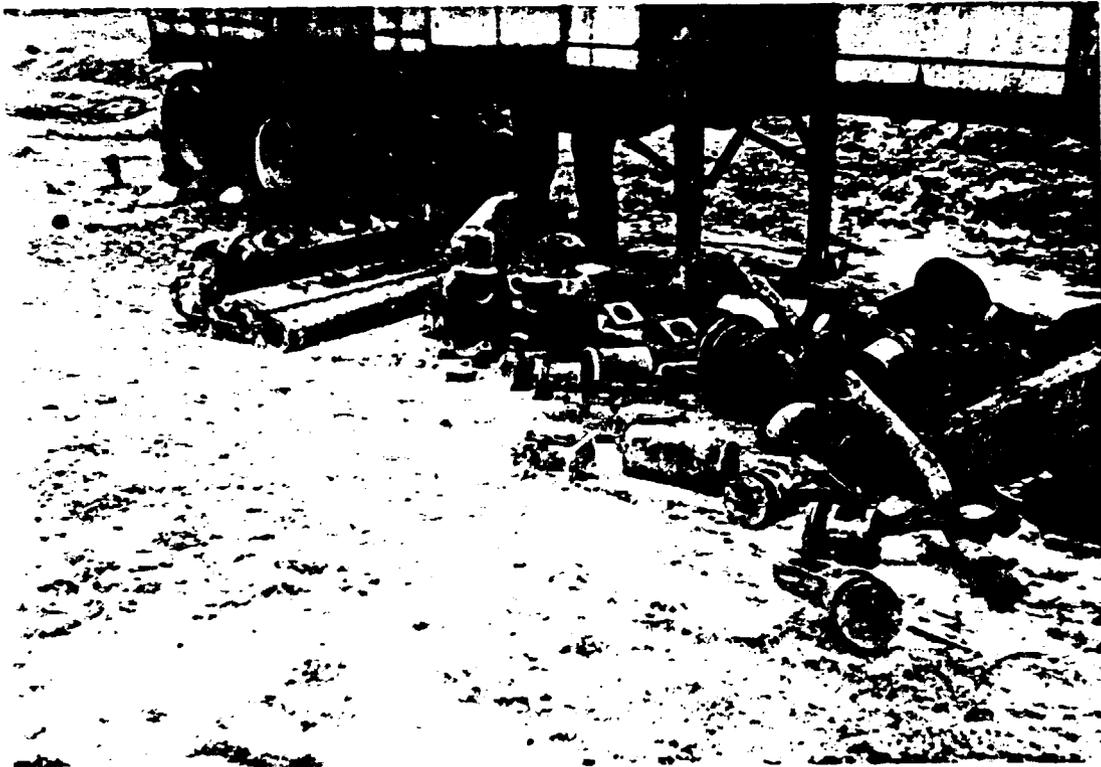
3.2 Consideraciones técnico-económicas para el uso de aceite pesado en lugar de A.C.P.M.

La central de Tumaco está proyectada y equipada para usar aceite pesado.

Hasta ahora eso ha sido imposible a causa de las dificultades para encontrar aceite pesado; dicha central usa entonces A.C.P.M.



Bodega de Soacha: unidad movil MAN de 710 kW desmantelada



Bodega de Soacha: las partes de la unidad móvil MAN de 710 kW jacen al abierto, en el suelo

Actualmente se consigue en Colombia un cierto tipo de aceite pesado (Bunker) proveniente de la refinería de Orito. (Ver la composición de este combustible en el Anexo N°4).

La CEDENAR (Compañía Electrificadora de Nariño), propietaria de la central de Tumaco pretende usar más bien aceite pesado ya que cuesta menos que el ACPM.

Con relación al cambio de combustible, la compañía MAN, productora de los motores, fué llamada a efectuar un estudio acerca de la adaptabilidad del aceite pesado colombiano para estos motores.

La empresa MAN mandó una carta de fecha 16 de Octubre de 1980 en la cual afirma que el Bunker es rico en vanadio y residuos de coke, y se puede utilizar mezclado con el 15% de A.C.P.M..

Examinando el problema en su conjunto se puede decir que:

- es necesario invitar a la refinería para que de un precio por este tipo de combustible (85% Bunker-15% A.C.P.M.) dado a que su preparación debe ser hecha en refinerías para evitar una separación de los dos combustibles en el estoquedado.
- la refinería podría no estar de acuerdo con el producir este tipo de combustible a causa de las pequeñas cantidades pedidas por la central de Tumaco en comparación a los equipos de que hay necesidad para producirlo.
- el uso del Bunker aumenta los gastos de manuten-

ción ya que:

- a) las camisas de los cilindros están sujetas a la corrosión a causa del pegado de ácido sulfúrico que se puede formar a causa de los repentinos enfriamientos de la cámara de combustión.
 - b) el vanadio puede ocasionar la corrosión a alta temperatura de las partes del motor que tienen una temperatura sobre los 530°C, como por ejemplo, las válvulas de descargue.
 - c) todos los accesorios, cuando entran en contacto con el Bunker y no con el A.C.P.M., tienen una vida útil más breve.
 - d) es necesario dotar las centrales en un segundo tiempo con trabajadores especializados en mantenimiento preventiva.
- el uso del Bunker hace aumentar los costos de administración porque:
- a) se requieren obreros de más (uno por turno) para efectuar las instalaciones de tratamiento del Bunker y para mantenerlo a la temperatura correcta de estocaje y de uso.
 - b) el arranque y la parada de los motores debe hacerse en todo caso con A.C.P.M. el cual mantiene su viscosidad a temperatura ambiente
 - c) los controles de desgaste y de operación deben ser más frecuentes y cuidadosos ya que una detención del motor cuando se usa Bunker significa el completo desmontaje y limpieza del motor mismo.

- en general, el Bunker se debería usar solamente con motores que tengan una velocidad hasta 1000 r.p.m.

En base a estas consideraciones y evaluando los costos de la mano de obra, ICEL debe constatar la ventaja económica del uso del Bunker en lugar del A.C.P.M., especialmente si la solución se limita a la sola central de Tumaco.

3.3 Motores Sulzer de la Electrificadora de Bolívar

A petición del ICEL, y dentro del marco de la Consultoría on-the-spot pedida por el contrato, el team o equipo estuvo en Cartagena en la Electrificadora de Bolívar con el objeto de ver los dos motores Sulzer que dicha Sociedad puso en venta y que el ICEL tenía intenciones de comprar con el fin de destinarlos a Leticia.

El equipo desaconsejó comprar dichos motores, por algunas razones básicas, entre ellas la edad (1952), modelo (1938), horas de servicio (de 60.000 a 80.000), dificultades para conseguir los repuestos y el alto costo de ellos, el alto consumo de combustible. El informe completo acerca de esta visita se encuentra en el Anexo N°8.

3.4 Posibilidades de entrenamiento del personal

Se evaluaron las posibilidades existentes acerca de entrenamiento para adiestrar técnicos, ingenieros, obreros de manutención y de conducción para las cen-

trales de generación eléctrica a motores Diesel.
Enseguida enumeramos los centros visitados.

3.4.1 Universidad Nacional de Colombia

El 2 de Diciembre de 1980 se visitó la facultad de Ingeniería Mecánica y se habló con el Profesor Director J.M. Medina y con los profesores A. Morales, L. Sepúlveda, G. Romero, todos de la división de máquinas a combustión interna.

Los cursos organizados por esta Universidad tienen que ver con los ciclos térmicos y la construcción de partes de motores.

Tienen un pequeño laboratorio de prueba equipado con pequeños motores para fines didácticos y algunos instrumentos de medida.

No poseen ningún curso ni ninguna tesis de grado que se refiere a la proyectación de una central Diesel completa.

3.4.2 Universidad de los Andes

Esta Universidad tiene cursos parecidos a los de la Universidad Nacional de Colombia.

Tiene un pequeño laboratorio de prueba. Hace algunos años, como proyecto de tesis de grado, se hizo una central Diesel de 6MW.

Según el Decano de la facultad, no poseen ni estructuras ni experiencia para efectuar la proyectación de una central Diesel completa.

3.4.3 SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje)

Esta organización que depende del Ministerio de Trabajo, nació hace 23 años y su finalidad es la de adiestrar personal para la industria, el comercio, el turismo y la agricultura.

Actualmente tiene cursos trienales de Aprendizaje (para jóvenes de los 14 a los 18 años) cursos de especialización y perfeccionamiento para obreros y técnicos, cursos de adiestramiento para personal sin calificación, cursos sobre temas especiales en colaboración con las empresas. Todos los cursos son teóricos-prácticos. Las materias de adiestramiento son las más variadas.

La organización SENA tiene 18 centros regionales y 65 sedes locales con 8.460 profesores. Usa también un número no determinado de sedes provisionales donde realiza cursos especiales.

A propósito de generación eléctrica y motores Diesel, el Sena no tiene cursos específicos, pero si tiene cursos para técnicos y obreros de mantenimiento y conducción, acerca de los siguientes temas:

- a. motores diesel por autotracción (en más centros)
- b. motores diesel marinos (en Cartagena)
- c. generadores eléctricos (en mas centros).

Dichos cursos disponen de talleres más o menos equipados aunque sólo para motores y generadores hasta 50-60 kW de potencia.

EL SENA está a disposición para futuros contratos con el ICEL y para posibles cursos acerca de a-

diestramiento del personal de centrales, y con posibilidades de efectuarse con modalidades, fechas y lugares por convenir.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Proyección y Licitaciones

En la actualidad una proyección detallada de las centrales no existe, y por consiguiente licitaciones tampoco, por lo menos para la parte técnica, dejando un grande margen a las empresas que se hacen competencia, para que ofrezcan todo cuanto más les conviene.

Las ofertas que llegan de esta manera son difícilmente comparables a causa de los muchos parámetros que varían entre una oferta y otra, y que además no siempre responden a las exigencias del ICEL.

Ya que por lo general, se compran primero las partes principales de la instalación (grupo de generación), todo el resto (accesorios, recipientes, bombas) se consiguen enseguida y se adaptan al grupo.

Este procedimiento presenta el inconveniente de tiempos muy largos de embodegamiento de los grupos en espera de llegada de los accesorios, empujando a veces a adoptar soluciones de plantas de dudosa validez técnica y de escasa confiabilidad, como consecuencia de la situación contingente.

4.1.1 En la proyección es necesario evaluar primero que todo:

- a. Potencia del motor (o de los motores) y número de las máquinas. La potencia se establece teniendo en cuenta los posibles desarrollos

de la central. El número de las máquinas esta en función del grado de confiabilidad exigido por la planta.

- b. El número de revoluciones de los motores. Se establece mediante el número de horas diarias a las cuales el motor está llamado a trabajar.

Es necesario tener presente que los motores con revoluciones más altas (de 1.500 a 1800) estan proyectados para un servicio discontinuo o de emergencia.

Por consiguiente no están adaptados a funcionar 24 horas sobre 24, so pena de desgaste de las varias partes. El cuadro N°14 muestra una curva de vida útil en función del número de revoluciones.

- c. Tipo de enfriamiento

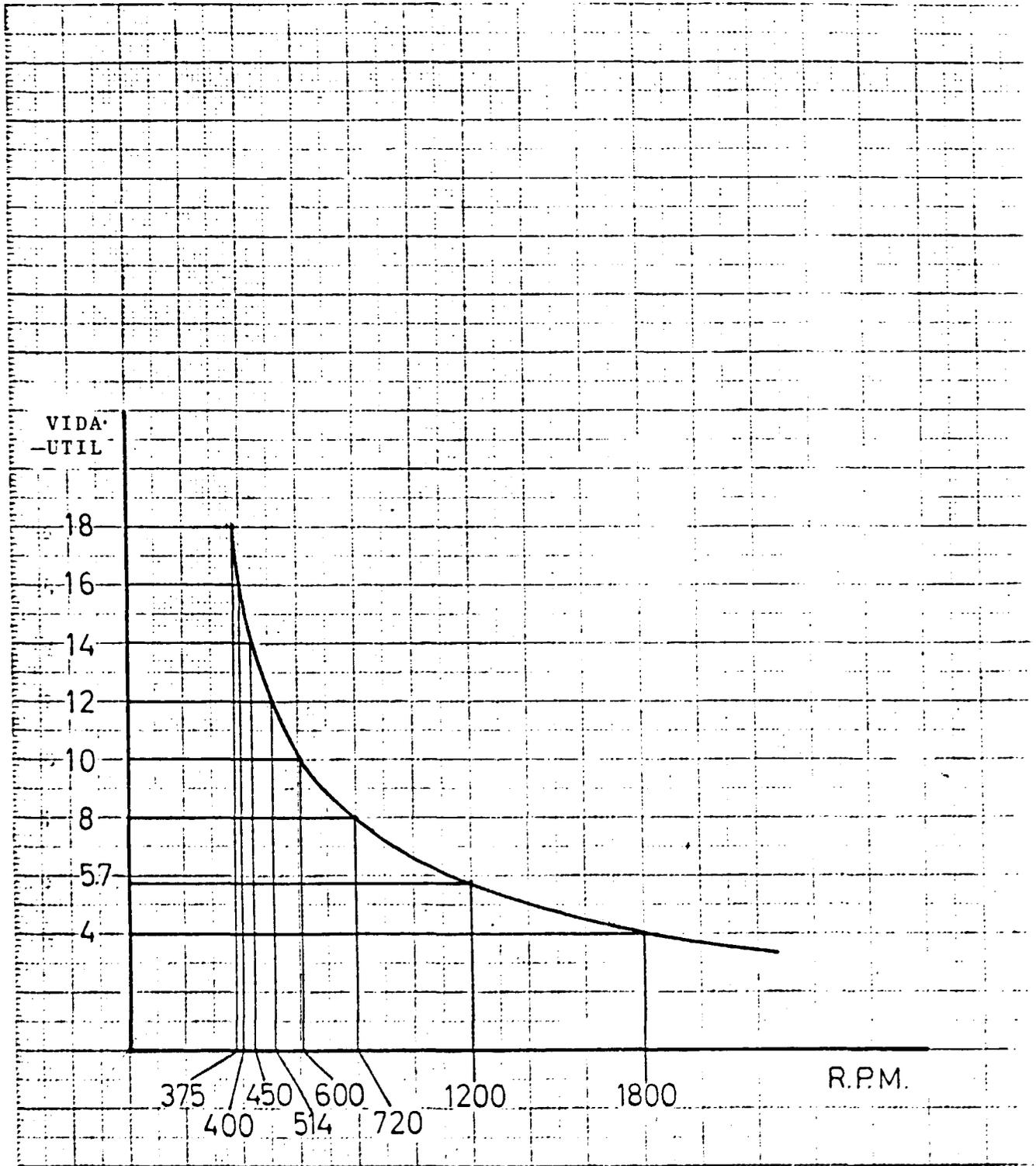
Hay que escoger el tipo de enfriamiento (aire, agua de torre, de río, de mar) en función del lugar donde surgira la instalación.

- d. Reserva en los accesorios

También este parámetro esta en función del grado de confiabilidad que se exige a la planta. Es aconsejable tener el 100% de reserva.

- e. Condiciones ambientales

Es indispensable especificar bien el lugar donde será instalado el motor, indicando claramente la temperatura, la humedad, la presencia de arena, polvo, insectos.



Aprox. vida util de un motor Diesel en funcion del numero de revoluciones

4.1.2 En vista de una reducción de los gravámenes de
manutención hay que:

- a. Estandarizar las escalas de potencia y los
modelos: la unificación es indispensable
para reducir sensiblemente la sobra de re-
puestos en la bodega y para simplificar el
adiestramiento del personal.

Para evitar monopolios se aconseja escoger
una marca por cada rango de potencia. Si-
nembargo se podrían hacer contratos avier-
tos, por varios años que fijasen los pre-
cios y los índices de variabilidad corres-
pondientes.

Otro procedimiento de evaluación sería la
compra de grupos de máquinas con análisis de
mercadeo periódico y con una planificación
por lo menos quinquenal de las compras.

Los rasgos de potencia aconsejados son:

30 - 50 kW

100 - 150 kW

250 - 300 kW

450 - 600 kW

900 - 1000 kW

Para centrales de potencia mayor la unifi-
cación tiene importancia menor y se puede
proceder con proyectación vez por vez.

Una estandarización de los modelos permite
además la posibilidad de tener una bodega
en Bogotá con un grupo de repuesto, al menos
para los rangos menores, en manera de que

pueda sustituir un motor en revisión o dañado, garantizando de esta manera la continuidad de ejercicio de la central.

- b. Escogencia de modelos de fácil montaje y desmontaje, sin equipos sofisticados, posiblemente con accesorios por separado. (Por ejemplo, evitar los inyectores integrales).
- c. Seleccionar modelos con bajo número de cilindros. En efecto, el costo de manutención por cilindro no es directamente proporcional al diámetro del cilindro sino más bien al número de cilindros.

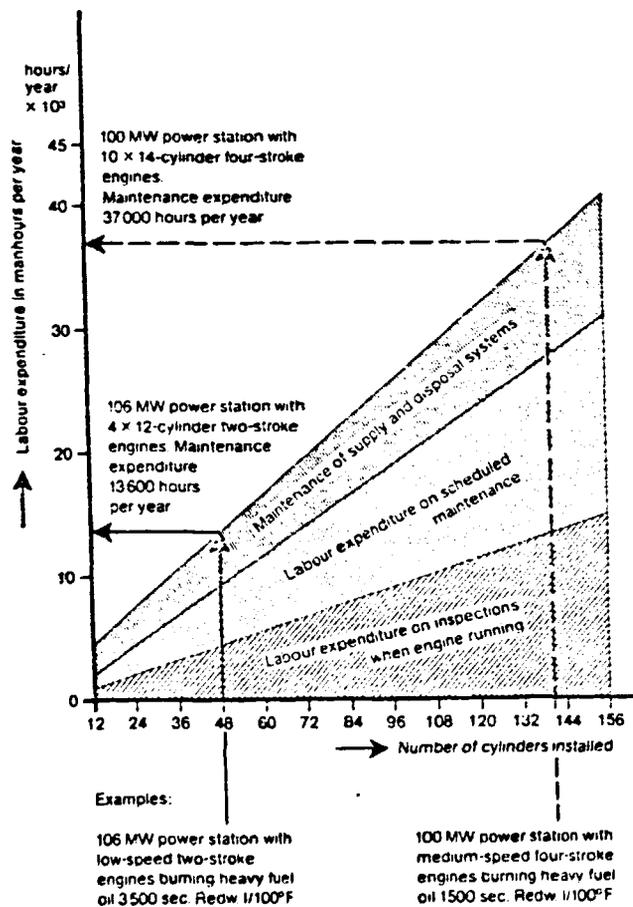
Basta pensar en lo empleado para el desmontaje y remontaje y al número de inyectores por calibrar periódicamente.

El diagrama del cuadro N°15 da una idea, sea con rangos o escalas de potencia decididamente mayores a los que nosotros consideramos de la incidencia de la mano de obra de manutención en función del número de cilindros. Se note como a igualdad de potencias instaladas, las horas gastadas para la manutención aumentan en razón del número de cilindros.

4.1.3 Siempre en proyectación es necesario poner atención

a:

- a. Posibilidad de limpieza y manutención de los motores y de las centrales. Los espacios entre las máquinas o entre las máquinas y las paredes los cuales deben ser suficientemente amplios;



El diagrama muestra como a paridad o, igualdad de potencia, los costos de manutención aumentan en proporción del número de cilindros

la distancia de los muros y de los cables de la pared o del piso debe ser tal que no impida la limpieza.

El proyecto deberá proveer medios de levante de las partes y de sus respectivos accesorios para el montaje y desmontaje.

El tipo de piso debe escogerse muy cuidadosamente. Las galerías subterráneas deben cubrirse con elementos cerrados y de fácil inspección.

La limpieza de la central y de los motores es indispensable para la higiene y la seguridad de los trabajadores y para una rápida determinación de posibles pérdidas de agua, aceite, grasa o combustible.

b. Ventilación de los locales

Es necesario proveer en las centrales un sistema de ventilación del ambiente, natural o forzado. Dicha ventilación tiene por finalidad evitar una alza de la temperatura del ambiente que puede ocasionar danos a la instrumentación de la instalación y empeorar el rendimiento de los motores, los cuales aspiran aire de alimentación directamente del ambiente.

c. Insonorización de los locales

El fuerte ruido producido por los motores (especialmente aquellos más veloces) y tambien por los turbosoplantes, es un factor que junto con la alta temperatura trae problemas y danos a la salud tanto física como síquica del personal de la central, disminuyendo por consiguiente el rendimien-

to mismo.

No siempre las cofias de que disponen los trabajadores de algunas centrales son suficientes para atenuar el ruido.

Se aconseja por lo tanto al ICEL que organice un estudio, por intermedio de un consultor no productor de estos equipos, con el fin de realizar una evaluación técnico-económica de:

- 1) instalación de aislantes o fono aislantes para uso del personal
- 2) correcta localización de los silenciadores sea en el aire de alimentación sea en el gas de descargue
- 3) encapsular los turbosoplantes
- 4) instalación de equipos fono-absorbentes entre los motores (para evitar la suma de los decibelios producidos) o entre los motores y las oficinas
- 5) instalación de buffles en el techo e cubierta de las paredes con efecto fono absorbente. Dichos buffles y revestimiento de las paredes, despues de un estudio cuidadoso pueden realizarse con materiales vegetales que se encuentran en el lugar y que cuestan poco.

d. Normas de seguridad

Es un aspecto importantísimo en la realización de las centrales por dos razones:

- 1) está directamente implicada la incolumnibilidad del personal de la central

2) está en juego el buen funcionamiento de la central y su continuidad de ejercicio.

Las normas de seguridad comprenden:

- 1) Plantación de los equipos según las normas vigentes, comprendidas todas las partes metálicas de apoyo y coperturas de las galerías subterráneas.
- 2) Medidas anti-incendio, como son la limpieza de los motores y pisos de aceites y combustibles, instalación de plantas anti-incendio a agua o a espuma para los depósitos o recipientes, instalación de extintores a polvo en las centrales, institución de salidas de seguridad y vías de escape.
- 3) Protección de las partes rotantes como volantes, correas de transmisión, etc.
- 4) Aislamiento térmico en las tuberías con temperatura superficial superior a los 50°C, hasta a una altura de 2,5 metros a partir de los planos de pisoteo continuado.

Este tipo de aislamiento si se extiende en toda la central tiene además la ventaja de no hacer perder calor en la central, contribuyendo así el mantenimiento de la temperatura ambiente.

- 5) Cierre del acceso a la central por parte del personal externo.

Es necesario impedir el acceso a los extraños y esto se puede hacer fijando carteles y poniendo rejas de seguridad y otras protecciones.

La entrada a una central en función de un niño o de un animal, por no hablar de personas mal intencionadas, puede ocasionar serios daños a quien entra y/o también a los equipos.

e. Tratamiento de las aguas de enfriamiento

Para evitar inconvenientes en el funcionamiento de la central es necesario que estén previstas en el proyecto los equipos para el tratamiento de aguas de enfriamiento del circuito cerrado y también del circuito abierto.

Los inconvenientes que pueden presentarse por falta de un tratamiento de las aguas son:

- 1) en caso de aguas demasiado duras; precipitación de calcáreas y formación de incrustaciones que a la larga pueden alterar el rendimiento de todos los sistemas de enfriamiento o provocar la oclusión en las tuberías o pasos;
- 2) en caso de agua ácida: corrosión de las partes de la instalación y adhesión de las guarniciones;
- 3) en caso de aguas que contengan aceite u otras sustancias agresivas: corrosión en puntos especiales de los trueques y daños a las guarniciones de goma o caucho.
- 4) En caso de aguas (circuitos abiertos) que contengan esporas, algas u otras impurezas: atasque en los tubos o tuberías, en las toberas, etc.

En el Anexo N° 9 están indicadas las características necesarias para el agua de enfriamiento.

f) Tratamiento de Aire

Es necesario considerar desde la etapa del proyecto, que el aire de enfriamiento de los radiadores, el aire de sobrealimentación y de enfriamiento de los generadores no debe contener polvos, arena e insectos.

Para el fin se debe prever una filtración y caída apropiadas aparte de la filtración que viene ya en la dotación del grupo; en efecto, inclusive los grupos en versión "tropicalizada" no están proyectados para las condiciones del aire que se encuentra por lo general en los "territorios nacionales" colombianos.

g) Protección de las Superficies y Barnizado

Se debe especificar muy claramente en el proyecto que el barnizado que se use para los grupos y los accesorios, comprendidos ahí mismo los tableros eléctricos, debe ser de primera calidad y marca conocida, resistente al aceite y a los combustibles, y se debe prever también la instalación en cercanías de un océano, de tipo marino.

Todo esto es muy importante para evitar los gastos de barnizado después de breve tiempo, so pena de corrosión rápida de los materiales.

h) Instalación eléctrica

Desde la fase del proyecto debe ser estudiada muy cuidadosamente y basada en una racional y moderna estructura de planta eléctrica, tanto desde el punto de vista técnico-económico que

que desde el punto de vista de la prevención de accidentes.

Se insinúan algunos problemas en este sentido, algunos de los cuales podrían encontrar una solución satisfactoria aun en las centrales que ya están en servicio:

- 1) Los tableros eléctricos con los equipos de mando, de señales y de protección de las máquinas y de los circuitos alimentados por estas también deben planificarse siguiendo los conceptos análogos a los expuestos ya en el numeral 4.1., relacionados con la escogencia de los grupos y esto con ventajas muy evidentes para la actividad y el embodegamiento de los aparatos de sobra en el almacén.
- 2) Los empalmes eléctricos entre las máquinas y los cuadros o tableros a que se hace alusión en el punto anterior, deberán seguir trayectos funcionalmente correctos en canales y pasadizos aptos para el fin, y así evitar el daño mecánico, químico y eléctrico de los cables mismos facilitando la búsqueda de posibles daños y su reparación reduciendo así la falta de ejercicio y la inservibilidad.
- 3) Los cables de unión, sea los de potencia que los de comando, deberán estandarizarse y unificarse en los tipos y en los diámetros con evidentes ventajas para el ejercicio o actividad y para el embodegamiento de los cuantitativos que sobran en el almacén.

- 4) Deberan preverse pasajes adecuados en los muros y columnas y en las estructuras portantes en modo de permitir una racional colocación de los cables, o sea con distancias adecuadas de las varias fuentes de calor (tubos de vapor, de agua caliente, de ríos de descargue, etc.), con radios de curvatura respondientes a las normas, en función del tipo de cable y de su diámetro.
- 5) La posición recíproca de las canarolas y pasillos que contienen los cables eléctricos con las diferentes tuberías debiera ser estudiada convenientemente en manera de facilitar la colocación y la actividad de los cables por una parte, como también para ejecutar las intervenciones en caso de cambios o de reparación de las tuberías, con distancias adecuadas en manera que los operadores puedan proceder a efectuar posibles soldaduras y rehacer los aislantes en poco tiempo.
- 6) EL tipo de canarola y su cubierta, como también el tipo de pasadizo portacables deberían ser estandarizados y de tipo prefabricado con evidentes ventajas para la actividad y para el almacenamiento de algunas partes en la bodega, para ampliaciones y cambios de las centrales. Su tipo deberá escogerse convenientemente en manera de evitar los posibles daños eléctricos y mecánicos de los cables.
- 7) De una vez se podrían proyectar algunos ti-

pos estandar de centrales procurando hasta el máximo la planificación de los componentes comunes tanto en su colocación como en su tipo en manera de poder explotar partes prefabricadas. En otras palabras, se podrían introducir los conceptos de "modularidad", "prefabricación del máximo número de partes", "estandarización del mayor número de componentes tanto mecánicas como eléctricas", etc.

4.1.4 Además se recomienda de completar las licitaciones con:

- a) datos técnicos vinculantes más precisos a fin de que sea el ICEL y no el constructor quien decida acerca de la máquina que debe comprarse.
- b) una "data sheet" final como la que se muestra en el Anexo N°10 que permita conocer desde el punto de vista técnico, y tambular rápidamente las ofertas que llegan.

Además en el "data sheet" apareceran una serie de datos garantizados por el proveedor.

- c) una cláusula que castigue al proveedor en relación con los datos garantizados que no sean respetados durante el primer período de actividad, que será fijado entre las 100 y las 300 horas de funcionamiento.
- d) una cláusula que permita al ICEL (en primera persona o por medio de un consultor) de asistir a los ensayos o pruebas de las máquinas en el taller de la construcción antes de la expedición.

La lista de las pruebas aconsejadas se encuentra en el Anexo N°11.

- e) una cláusula que exija en caso de máquinas de serie, no probadas por separado, el "protocolo" del prototipo de serie, expedido por una entidad de prueba reconocida por el ICEL.
- f) la petición de la lista completa de sub-proveedores de equipos auxiliares y de instrumentación.

4.2 PERSONAL SPE

4.2.1 Ingenieros

Se notó, como se dice en el punto 2.6 que la preparación básica de este nivel de personal es más o menos discreta, mientras que falta completamente la preparación específica, sea teórica que práctica lo cual se traduce sobretodo en la falta de criterios racionales y modernos acerca de la proyectación de las nuevas plantas, como también de criterios de organización en cuanto se refiere a la manutención de las instalaciones existentes. Se habla aquí de una manutención preventiva y programada.

Para remediar estos inconvenientes se aconseja:

- a. dos cursos de adiestramiento iguales entre sí, en distinto tiempo para permitir la participación de los ingenieros sin interrumpir la actividad SPE. Dichos cursos deben tratar acerca de los estudios de factibilidad y de proyectación de una planta, y acerca de la organi-

zación de la manutención y de los almacenes. Dicho curso se realizará en Bogotá con una duración de 3 meses aproximadamente.

El programa del curso está ilustrado en el Anexo N°12, se debe realizar por parte de personal especializado y experto no ligado a ningún tipo de grupo comercial con el fin de evitar instrumentalización del curso mismo.

- b. un complemento al curso nombrado pueden ser las visitas a productores de grupos y a centrales existentes correctamente proyectadas y organizadas.

Este punto es muy interesante ya que solamente entrando en contacto con las propias realizaciones u obras, un técnico puede darse cuenta de lo que puede hacerse.

Además, la visita plantas existentes puede indicar y sugerir soluciones a muchos problemas de detalle, y puede mostrar varias soluciones o alternativas del problema mismo.

- c. seminarios de actualización, organizados periódicamente y junto con trabajos de grupo en los cuales participen ingenieros y técnicos de otros institutos colombianos que producen energía eléctrica con motores Diesel.

La finalidad primordial de estos encuentros es el intercambio de experiencias que de todas maneras no dejan de contribuir a un mejoramiento del sistema electro colombiano en su totalidad.

- d. participación a los cursos de adiestramiento

- d. participación a los cursos de adiestramiento tenidos por los técnicos de los constructores con ocasión de la instalación de los nuevos grupos.

En cuanto a las responsabilidades de los ingenieros se puede decir que las actuales son propias de la calificación, aunque necesitan retoques en cuanto se refiere al empleo del tiempo en los distintos empleos.

Se sugiere:

- a. emplear mayor tiempo en la proyectación y en el estudio de los problemas técnicos;
- b. Limitar las ausencias de la sede procurando responsabilizar mayormente a los técnicos;
- c. limitar la presencia en los lugares de montaje, de nuevas plantas (por ejemplo si son pequeñas) a una visita de estudio en etapa de proyecto y a una de verificación antes de la iniciación;
- d. reducir o trasladar a otras divisiones (por ejemplo, la administración) algunas funciones de control como son por ejemplo, el económico en el trabajo de los técnicos;
- e. agilizar la tabulación de las ofertas mediante el uso de la "data sheet";
- f. reducir los informes de visita a las centrales a los puntos técnicos esenciales. Se pueden preparar fichas guía predisuestas para llenarlas rápidamente.

Además, en caso de que el ICEL decida la instala-

ción del taller de revisión y bodega de repuestos en Soacha, como se sugiere más adelante en el punto 4.S, es indispensable instituir el puesto de ingeniero jefe de taller.

Sus funciones podrían ser:

- a) organizar el funcionamiento del taller sea para las revisiones como para el control de calidad;
- b) coordinar o pedir la compra de repuestos sea para los grupos de vieja como de nueva instalación.
- c) en colaboración con la Oficina "Almacenes Generales" tener cuidado de los niveles de provisiones existentes en el almacén de repuestos;
- d) participar en la proyectación de nuevas plantas con el fin de facilitar la manutención;
- e) hacerse cargo de cursos y semi-cursos de actualización y de formación para técnicos.

4.2.2 Técnicos

El hecho que resalta más en el examen de lo que se ha dicho en el punto 2.6.3 es que esta clase de personal se utiliza poco en el tiempo y algunas veces para tareas no específicas.

Para una utilización más productiva se aconseja:

- a) Mejorar los conocimientos técnicos de cada uno de ellos, favoreciendo, por lo menos en los tiempos muertos o fríos, el estudio de manuales de grupos de generación o de publicaciones técnicas específicas;
- b) favorecer su participación a cursos de adiestramiento que se tienen por parte de técnicos de

casas constructoras con motivo de la instalación de nuevos grupos;

- c) Instituir tres figuras funcionales de técnico, tanto mecánicos como eléctricos.

Estas figuras que exigen la misma capacidad y experiencia pueden cubrirse con los técnicos que hay a disposición, sin problemas de intercambio.

Las tres figuras son:

- 1) técnico de reparación y de montaje: esta figura semejante a la actual, interviene en el lugar bajo llamado por avería o también para el montaje de un nuevo grupo.
- 2) técnico inspector: sirve para controlar con visitas random o dictadas por consideraciones técnicas varias, que el personal de central efectue la manutención preventiva, administre la central en manera correcta y realice propiamente los relieves para la registración de los datos.

Puede efectuar durante las visitas insinuadas, relieves que exijan una instrumentación especial no en dotación a la central (por ejemplo, un indicador de diagramas).

Puede dar, al personal de central, consejos prácticos que permitan un mejoramiento de la condición y de la manutención.

Estando en la sede, entre una misión y otra, puede verificar y elaborar los datos recogidos y comunicados desde las centrales para determinar posibles anomalías que requieren una

visita de inspección;

- 3) técnico de taller: su función es la de efectuar todas las operaciones de revisión general (Anexo N°6) acerca de los componentes de los grupos o acerca de los grupos enteros llevados al taller con el fin de efectuar algún control de calidad en relación con los repuestos nuevos o revisionados;
- d. para completar el proyecto a cascada de formación y actualización permanente, como los ingenieros adiestran a los técnicos, así los técnicos deben colaboración en la actuación de cursos de formación y actualización para operadores de central y para el personal de manutención.

4.3 Personal de conducción y de manutención

De los informes de las centrales visitadas resulta que:

- a. el personal de conducción no es preparado lo suficientemente, sobretodo aquel que se refiere a la manutención preventiva que por consiguiente es prácticamente inexistente.
- b. el personal de manutención, cuando existe, no tiene las bases necesarias técnico-prácticas para operar con motores de esta clase.
- c. todo el personal de central no depende directamente del ICEL sino que depende de entidades locales. Por consiguiente no se garantiza una continuidad en el tiempo para dicho personal, estando por este motivo ligado a la administración del momento.

A este respecto se aconseja:

- a. El ICEL debería acordar con entidades competentes el control acerca del personal de central bajo forma de pase en el momento de ser asumido con el fin de garantizar un personal con preparación básica adecuada.
- b. El ICEL debería organizar en colaboración con el SENA, cursos de conducción y de manutención de motores Diesel.

El lugar y las fechas de dichos cursos deben ser escogidos de vez en vez con el fin de facilitar la participación de un cierto número de personas de cada central sin comprometer por esto la continuidad de la actividad de la central.

La parte teórica y la organización del curso podrían estar a cargo del SENA, mientras que las actividades prácticas podrían ser dadas por los técnicos de la SPE que conocen los motores que hay que manejar y los conocen mejor que los del SENA.

El programa del curso que se esboza a grandes líneas en el Anexo N°14 debe comprender la iniciación de una planta, la puesta en paralelo de grupos y operaciones de manutención preventiva, modalidades de sacar datos.

La duración aconsejada de estos cursos es de 4 semanas divididas en dos semicursos: uno de 3 semanas para el desarrollo de la materia y uno de 1 semana a distancia de 3 meses aproximadamente del primero para el examen de algunos problemas prácticos y verificación de las normas dictadas en la primera parte.

Con respecto al numeral a. antes mencionado, existiría también la posibilidad de concordar o convenir las modalidades de escogencia después de breves cursos teórico-prácticos abiertos a los aspirantes de los puestos por ocupar.

4.4. Rodaje de los grupos

En el curso de las entrevistas con los técnicos y de las visitas a las centrales se dió a conocer el fenómeno de que los grupos nuevos o revisados no vienen sometidos a rodaje.

De este modo, la puesta en función y bajo carga se

efectúa sin realizar los controles y las operaciones de manutención necesarias en las primeras horas de funcionamiento de los grupos.

Esto ha traído como consecuencia que en algunos casos se han verificado daños y anomalías a los grupos, que con frecuencia comprometen su rendimiento, y ésto para toda la vida útil.

Lo anterior vale sobretudo para los grupos de potencia más baja que no han sido sometidos a controles más estrictos en las fábricas.

4.5 Colocación en paralelo de más grupos

Actualmente existen centrales que tienen más grupos que podrían funcionar en paralelo.

Están también presentes las dificultades de postura en paralelo que nacen del hecho de que los motores y los generadores son de marca y de potencias distintas y no siempre tienen reguladores iguales. Además, el regulador mecánico de que están dotados muchos grupos no se presta absolutamente para las operaciones de paralelo porque tienen una notable inercia de respuestas: o sea que son insensibles a las variaciones de carga bajas y responden con lentitud a los cambios de carga bruscos.

Con excepción de la central de Tumaco, donde funcionan correctamente varios grupos en paralelo, en las otras centrales el problema se podría resolver de dos maneras:

a. dividiendo los usuarios en grupos servidos por

por cada una. En caso de daño o de parada por manutención, se enlaza con otra por medio de un interruptor manual.

Este sistema acarrea muchos gravámenes de administración, ya que en las horas que no son de mucho trabajo, los motores trabajan con una carga bajísima, con consumos específicos altos, como se puede apreciar en la tabla o cuadro N°16, y no garantiza de ninguna manera, en caso de parada de un grupo, el poder cubrir el momento de más intensa actividad.

- b. efectuando un paralelo, mantenido bajo control del operador que de vez en vez cambia la carga del motor que tiende a descargarse al que tiende a perder carga.

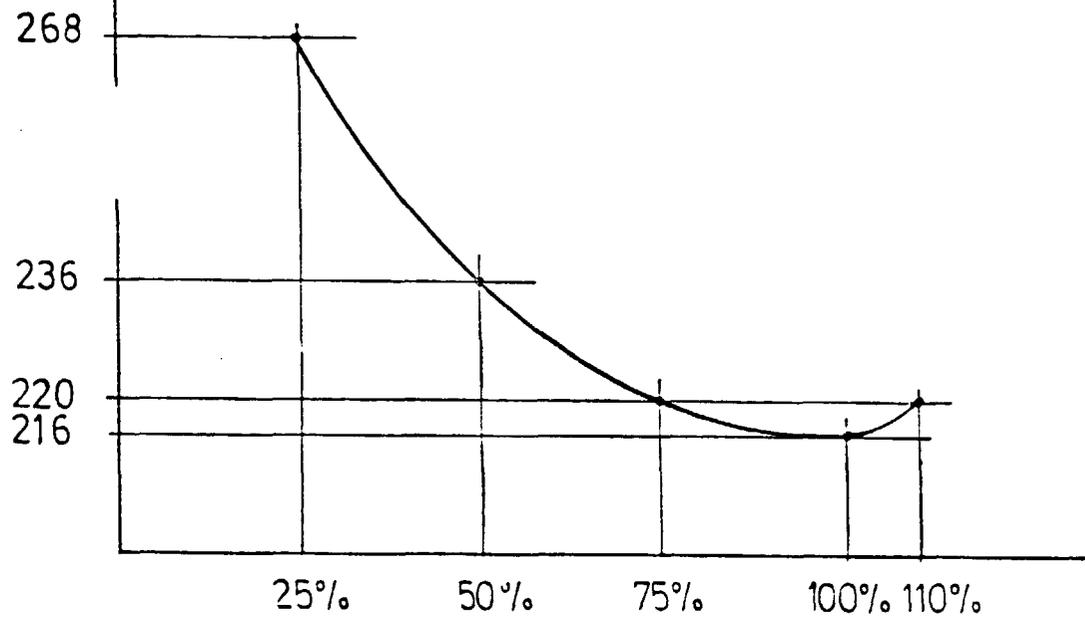
Dicho sistema aunque responde prácticamente a las exigencias de la planta, exige una atención continua por parte del operador en relación con el cuadro, bajo peligro de parada de los grupos por sobrecarga.

Por lo tanto, se aconseja que en los nuevos proyectos se adopten en las centrales motores iguales que tengan igual regulador hidráulico o electrónico.

Las distintas modalidades de puesta en paralelo de dos grupos que tienen igual regulador hidráulico están enunciadas en el Anexo N°15.

Por el contrario, para las centrales existentes, es necesario evaluar, caso por caso, las ventajas técnico-económicas que se derivan de un posible cambio de los reguladores existentes con otros hidráulicos

CONSUMO COMBUSTIBLE
gr ACPM/kWh



Curva típica consumo combustible (expresado en gr ACPM
por kWh producidos)
Percentage de cargue

iguales entre ellos.

Es necesario precisar inmediatamente que en caso de grupos de potencias y marcas distintas, no se obtienen especiales ventajas con el cambio de reguladores.

4.6 Repuestos

El team o equipo tomo en consideración este problema como se describe más adelante. Pero dada la complejidad y la larga búsqueda de mercado que acarrea, el problema exige, por parte del ICEL la formación de una "task force" (posiblemente con la consultoría de otras divisiones ICEL, o de externos) con el fin de analizar a fondo los siguientes aspectos:

- a. administración del almacén
- b. producción en Colombia por lo menos de una parte de los repuestos
- c. reparación y revisión de las partes gastadas

Las consideraciones del team o equipo son las siguientes:

4.6.1 Almacenes

Este aspecto exige una atención del todo especial ya que la organización y administración de estos almacenes requiere una inversión considerable y sobretodo por el hecho de deber prestar una asistencia constante a los usuarios en cuanto a servicio eléctrico.

Actualmente los almacenes o llamémoslos también bodegas, cumplen una función solamente de estoqueado y no existe ni un criterio de distribución de

los repuestos en los distintos almacenes o bodegas, ni mucho menos una codificación que permita una rápida y unívoca identificación. Esto acarrea grandes pérdidas de tiempo por parte de los técnicos SPE para conseguir los repuestos necesarios de vez en vez.

Es de anotar que, además existen en las bodegas algunos repuestos de yacen ahí desde hace años sin haber sido utilizados nunca, lo cual significa que se gastó mucho dinero inútilmente.

Para remediar todos estos inconvenientes se aconseja:

- a. reunir todos los repuestos de los grupos en una única bodega o almacén, y para esto se recomienda el de Soacha ya que es el más cómodo de los tres situados en Bogotá. Una lista de los repuestos que se aconseja tener almacenados se proporciona en el Anexo N°16.
- b. codificar todos los repuestos. Para esta codificación, ya en camino, se sugiere como 4a y 5a cifra después el 112 (número actual de codificación ICEL para los repuestos de los grupos diesel), una serie de números para la identificación de las partes principales como se indica en el Anexo N°17.

Las cifras della 6a en adelante, por el contrario, serán sólo números progresivos.

- c. colocar la lista de repuestos ya codificada (y probablemente con toda su historia) en un elaborador. Esto permite una correcta organi-

zación, la cual afinada continuamente con la añadidura de nuevos datos, permitirá detectar el proseguimiento de los consumos en el tiempo y de hacer previsiones para el futuro. Por consiguiente, se podrán fijar, una vez conocidos los tiempos de aprovisionamiento de las piezas por separado:

- Nivel mínimo de más (o de seguridad)
- Nivel de reordenación
- Nivel máximo de más
- Lote de compra

Con esto será posible inmovilizar un capital mínimo y al mismo tiempo garantizar siempre (salvo casos excepcionales) una continua disponibilidad de los repuestos que permita rápidas reparaciones de los grupos dañados o averiados.

4.6.2 Posibilidad de producción de repuestos en Colombia

Una falta de análisis de este segundo aspecto del problema de los repuestos acarrea en la actualidad costos muy altos de aprovisionamiento, necesidad de valuta o moneda extranjera y largo tiempo de espera para la entrega de los repuestos importados.

Por consiguiente, el ICEL debería:

- a. hacer una investigación acerca de las empresas que se dedican a la mecánica, en el campo de motores, comprendido ahí mismo el naval y el de fundiciones.

- b. En base a los resultados obtenidos, redactar un informe acerca de los repuestos que se pueden hacer en Colombia;
- c. elaborar prototipos y ensayarlos tanto desde el punto de vista de características técnicas, como desde el punto de vista de duración;
- d. analizar los resultados del punto c) tanto en el aspecto técnico como en el aspecto económico, y hacer una comparación con las piezas de repuestos importadas;
- e. pasar a la producción, o a lo mejor descartarla.

4.6.3

Reparación y revisión de las partes gastadas

Es aconsejable, y siempre para tender a reducir la importación de piezas, que el ICEL-SPE efectúe una investigación muy profunda acerca de los talleres que pueden efectuar reparaciones y revisiones de las partes gastadas.

El equipo se limitó a visitar tres en Bogotá, con métodos distintos de trabajo:

- a. Oficina Taller "ANRUCOL" para operaciones de rectificación. Podría corresponder a las necesidades ya que está equipada de máquinas operadoras nuevas y personal especializado. Efectúa rectificación de árboles y manivelas hasta de un largo de 3800 mm. y superficies planas de 300 mm x 1200 mm.

Dicho taller está situado en la Kra.39 N°

16-36 Bogotá.

- b. Taller "Wersin" con reparto metal antifricción

No dispone de ningún equipo válido para dichas operaciones. Efectúa trabajos de reparación para cojinetes pequeños (de pequeñas dimensiones), con medios artificiales.

La dirección es Calle 12 N°21-87- Bogotá.

- c. Taller "DIESEL MOTORS" (AV.68 n°3-52) Efectúa trabajos de manutención de bombas combustibles e inyectores.

Taller organizado en un local de pequeñas dimensiones. Como se ha dicho, efectúa trabajos de manutención de bombas combustibles e inyectores para motores de tracción. No dispone de elementos importantes al respecto.

Después cuando se efectuó la visita a Cartagena, se tuvo la noticia que la Electrificadora de Bolívar tiene su propia oficina taller donde reconstruyen con técnicas apropiadas los cojinetes para motores con velocidad hasta de 900 revoluciones/minuto. El ICEL podría ponerse en contacto para una posible colaboración en este campo.

4.7

Análisis de la situación de las centrales múltiple

Estas centrales destinadas a ciudades pequeñas. a la luz de las visitas efectuadas en Leticia, Mocoa, Yopal y Tumaco, necesitan para garantizar la continuidad de erogación de energía eléctrica a la población aún en los años futuros, de:

a. Una planificación a medio y largo plazo.

Antes que nada es necesario evaluar las posibilidades de unión a la red nacional de las varias zonas de sustitución de la energía térmica Diesel con energías alternativas. Hay que considerar el trend de los consumos energéticos en los próximos años para evaluar la posibilidad de sustituir completamente los grupos existentes con grupos nuevos según varios steps.

Los grupos existentes, una vez revisados, deben destinarse a otras plantas menores.

Seguir, como se esta haciendo actualmente, a agregar nuevos grupos a lo mejor de tipo y marca diferente respecto a los existentes, a medida que la necesidad aumenta, no hace más que complicar posteriormente los problemas de organización y manutención sin aumentar mínimamente la seguridad global de las centrales.

b. Una manutención preventiva tal como se aconseja por los constructores de las varias piezas, o también como se aconseja en el manual preparado por el equipo y adjunto como Anexo 18; y todo esto para evitar paradas no programadas de la central.

Por consiguiente, es necesario que dichas centrales tengan personal destinado solamente a la manutención, adiestrando para este fin mediante:

1. participación a los cursos de adiestramien-

to que se efectúan por cuenta de la casa vendedora de un grupo nuevo

2. la participación a los cursos que el ICEL puede organizar con sus ingenieros y técnicos directamente en el lugar de instalación del grupo. Un programa de máxima está indicado en el Anexo 19.
3. training on the job durante las operaciones de manutención correctiva efectuada por los técnicos ICEL.
4. un almacén o bodega de repuestos que contenga el material de consumo y algunas piezas necesarias para la manutención preventiva y la intervención rápida.

También son necesarios algunos instrumentos de medida y toma de datos para controlar periódicamente el buen funcionamiento y desgaste de los grupos.

Dichos repuestos e instrumentos están enumerados en el Anexo N°20.

5. un pequeño taller de manutención ubicado en las cercanías de los grupos (aún en la misma sala motores) que contenga un banco equipado con todos los utensilios necesarios para desmontar y volver a armar todas las partes del grupo. Por general, estos instrumentos los proporciona la misma casa que construye el grupo.

4.8 Análisis de la situación de las centrales con un solo motor

Estas centrales están destinadas a producción energía eléctrica para aldeas de algunos o algún centenar de habitantes, y para uso casi exclusivamente doméstico y de iluminación pública, y no en continuación; por lo general funcionan de 6 a 8 horas en el día, por la noche.

De las visitas efectuadas a Florente y Aguazul consideramos conveniente para garantizar un ejercicio o actividad satisfactoria de esta central que:

- a. se efectúe una manutención preventiva según el manual preparado por el equipo. (Anexo N°18)

Dicha manutención, que exige un equipo sencillo que debe estar presente en la central, puede ser efectuada por el mismo personal de conducción, desde que este adiestrado como se explica en el numeral 4.3, en las horas en las cuales el grupo está fuera de servicio.

- b. se controle, por parte de ICEL, que esta manutención se efectúe propiamente.

El control debe ser efectuado por un técnico inspector ICEL, cuyas funciones fueron definidas antes, sin un programa pre-establecido pero con escogencias según las leyes del caso o dicitadas de acuerdo con consideraciones técnicas contingentes;

- c. se tengan bajo control en las oficinas de Bogotá dichas instalaciones mediante la institución de un informe mensual que el operador o el jefe de la central está llamado a llenar (y a enviar

a ICEL) en base a los datos recogidos según el formulario propuesto por el equipo (Anexo 21)

Dicho control puede servir a ICEL para decidir posibles inspecciones en derogación de cuanto ha sido aconsejado en el punto b.;

- d. se instituya una oficina taller centralizada de revisión

Dicho taller organizado y equipado tal como se enuncia en el Anexo 22, debe cumplir las siguientes funciones bajo la dirección de un técnico ICEL:

1. efectuar las revisiones generales de los grupos que al mismo pueden transportarse fácilmente.

Dicha revisión general, que se debe efectuar indicativamente cada 6000 horas de funcionamiento, consiste en una serie de operaciones (Ver Anexo 13) que difícilmente, por motivo de equipos y utensilios necesarios puede efectuarse sólo en el lugar.

Se puede predisponer un programa de revisión de todos los grupos en manera que el taller esté continuamente alimentado y al mismo tiempo se pare lo menos posible el grupo que está en revisión.

Como ya se ha insinuado en el punto 4.1.2 se pueden tener grupos de más que sirven de apoyo al sistema, evitando de esta manera la parada de las centrales. Dichos grupos de más pueden comprarse montados en remolques.

El mayor gasto por el transporte del grupo al taller esta compensado por el no pago de transferencia o traslado de los técnicos, lo cual puede resultar muy largo a causa de la falta de equipos apropiados para la ejecución del trabajo y por el menor tiempo global de parada de la máquina como también de una mayor vida útil de la misma debida a una revisión efectuada en manera más cuidadosa;

2. efectuar controles de calidad sea en piezas confiadas a talleres externos para reparaciones, rectificación o reconstrucción y acerca de repuestos nuevos que llegan a ICEL.

Se aconseja ubicar dicha central en Soacha por las siguientes razones:

- disponibilidad de un galpón nuevo del cual ya una parte puede ser adaptado para oficina (Ver Layout Anexo N°23). Se entiende que la finalidad de la oficina es el servir de taller para revisión de grupos.
- disponibilidad de espacio abierto controlado para el estoqueado de los grupos como también para su movimentación;
- posibilidad, tal como se ha aconsejado en el punto 4.6.1. de concentrar en este almacén o bodega todos los repuestos de los grupos diesel;
- fácil unión con Bogotá y el resto del país ya que el sitio esta ubicado en una importante arteria pavimentada.

La inversión prevista para la instalación de dicho

de dicho taller está avaluada en fecha de hoy, en
US\$201.250 Dólares. tal como se calcula en el A-
nexo N°24.

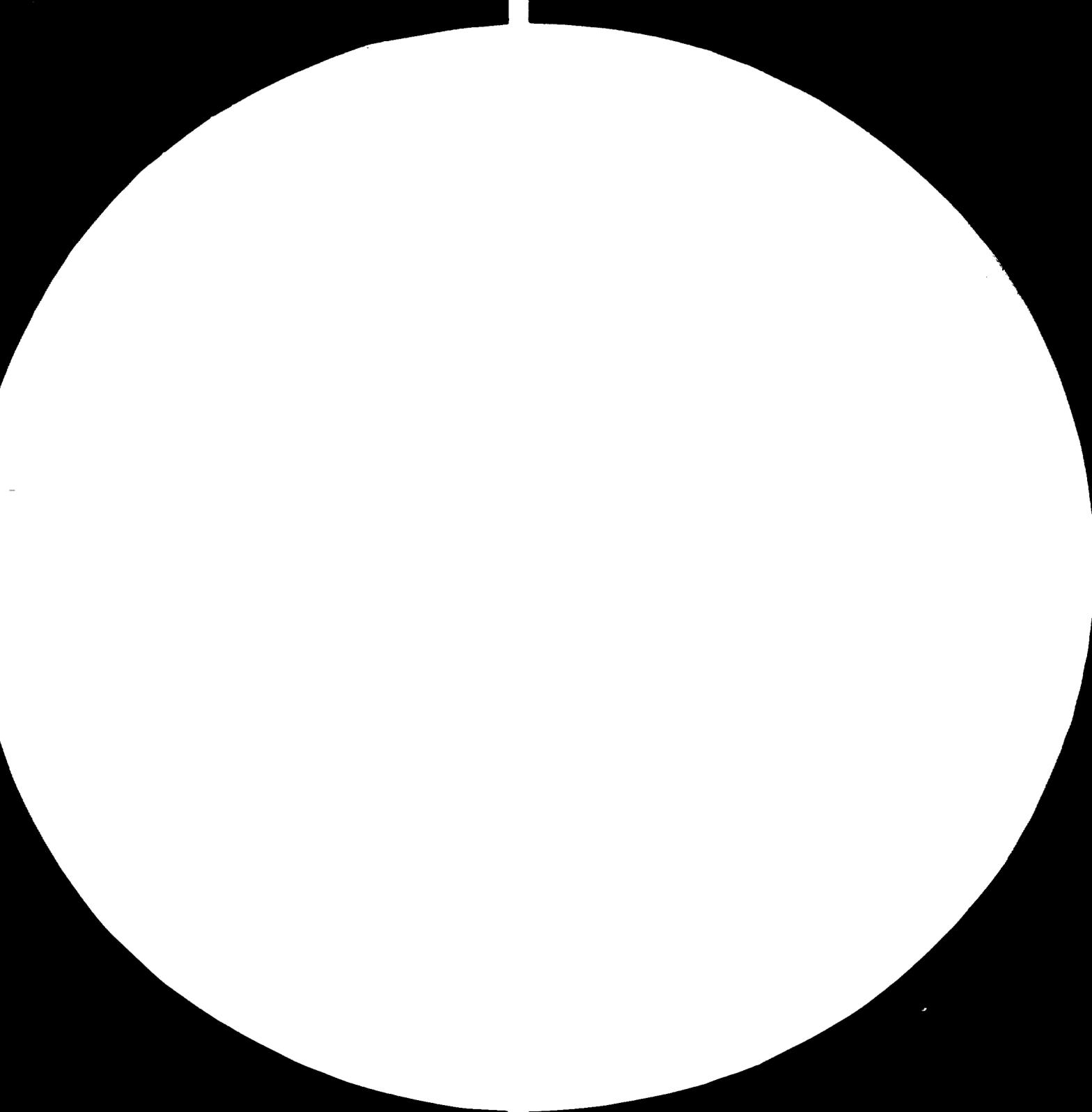
5. CONCLUSIONES

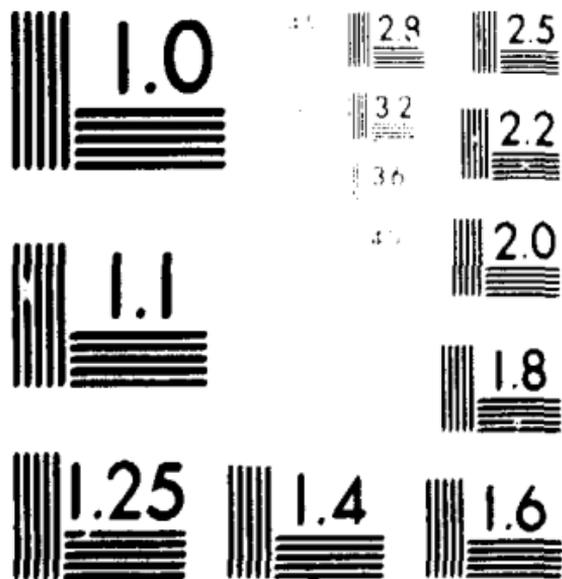
Los límites de tiempo y las dificultades de transporte han obligado más de una vez al equipo a pasar inadvertidos algunos problemas o aspectos marginales y a renunciar a la visita a algunas instalaciones que podrían hacer más completo el informe.

Como conclusión, se aconseja al ICEL de:

- a) proyectar con mayor cuidado y con criterios modernos las centrales antes de hacer licitaciones;
- b) completar las licitaciones con cláusulas más precisas que se refieran a multas o penalidades, pruebas en taller y unificación de los modelos;
- c) favorecer el aumento de preparación técnica tanto del propio personal, como del personal dependiente de las entidades locales;
- d) cuidar mayormente del montaje y rodaje de nuevos grupos como también de la colocación en paralelo de más grupos;
- e) formar una "task force" para un estudio más profundo del problema repuestos (adquisición, estocaje, producción);
- f) efectuar una planificación a largo y medio plazo para las centrales de mayor potencia.
- g) preparar programas de manutención preventiva y aplicarlos escrupulosamente;
- h) formar en Soacha un taller de revisión periódica de los motores con almacén centralizado de repuestos.

Sólo procurando trabajar muy seriamente en esta línea se podrá garantizar la continuidad del servicio eléctrico en los lugares en los cuales se sirve de cen-





MICROCOPY RESOLUTION TEST CHART

NATIONAL BUREAU OF STANDARDS-1963-A

trales con motores Diesel y todo esto en beneficio
de la población y del desarrollo económico del País.

R

O.N.U.D.I.

**ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS
PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL**

10453
(2 of 2)

**MANTENIMIENTO Y OPERACION DE PLANTAS DIESEL
PARA LA GENERACION ELECTRICA EN COLOMBIA**

ONUDI Contrato N° 80/127 Proyecto N° SI/COL/80/801

VOLUMEN II

ANEXOS

Milán. 23 de Enero de 1981

borghi e baldo ingg.
s.p.a.

CONSULTING ENGINEERS
8, Corso Italia
20122 MILAN - Italy
Telephone: 8579
Telex: 320033 BB MIL I

VOLUMEN II - ANEXOS

1. ELABORACION DE LOS DATOS DE PRODUCCION ELECTRICA CON MOTORES DIESEL EN COLOMBIA CORRESPONDIENTES A 1978
2. VISITA A LA CENTRAL DE LETICIA
3. VISITA A LA CENTRAL ELECTRICA DE MOCOA
4. VISITA A LA CENTRAL DE TUMACO (NARINO)
5. VISITA A LA CENTRAL DE LLORENTE
6. VISITA A LA CENTRAL ELECTRICA DE YOPAL
7. VISITA A LA CENTRAL ELECTRICA DE AGUAZUL
8. INFORME TECNICO DE LOS GRUPOS DE GENERACION ELECTRICA SULZER-OERLIKON DE 2380 kW DE PROPIEDAD DE LA ELECTRIFICADORA DE BOLIVAR
9. CARACTERISTICA FISICO-QUIMICAS DE UNA AGUA DESTINADA PARA USO ENFRIAMIENTO
10. DATOS GARANTIZADOS
11. PRUEBA AL BANCO PARA MOTORES DIESEL GENERADORES
12. PROGRAMA EN LINEA DE MAXIMA DE UN CURSO PARA INGENIEROS SPE
13. REVISION GENERAL DE UN MOTOR DIESEL DE MEDIA POTENCIA Y DE CONSTRUCCION NORMAL
14. PROGRAMA DEL CURSO PARA OPERADORES DE CENTRAL
15. ACOPLAMIENTO EN PARALELO DE LOS ALTERNADORES
16. PIEZAS DE REPUESTO QUE HAY QUE TENER A DISPOSICION EN EL ALMACEN GENERAL PARA CADA TIPO DE MOTOR EN ACTIVIDAD EN LAS CENTRALES ELECTRICAS
17. CODIFICA DE LOS REPUESTOS
18. PLANES DE MANTENIMIENTO PARA MOTORES DIESEL Y GENERADORES (HASTA 1000 kW DE POTENCIA) Y PARA LOS TRANSFORMADORES
19. PROGRAMA DE MAXIMA DE UN CURSO DE ADIESTRAMIENTO PARA PERSONAL DE MANUTENCION DE UNA CENTRAL MULTIPLE
20. PIEZAS DE REPUESTO QUE ES NECESARIO TENER A DISPOSICION EN CADA UNA DE LAS CENTRALES

borghi e baldo ingg.

S. p. J.

21. CUADRO DE TOMA DE DATOS
22. LISTA DE LAS MAQUINAS PREVISTAS PARA EL TALLER DE SOACHA
23. AREA DEL ALMACEN O BODEGA DE SOACHA DESTINADA A TALLER
24. ANALISIS DE COSTO RELACIONADO CON EL TALLER DE REVISION EN SOACHA
25. ORGANIGRAMA DE LOS ALMACENES ICEL

ANEXO 1

ELABORACION DE LOS DATOS DE PRODUCCION ELECTRICA CON MOTORES DIESEL EN COLOMBIA CORRESPONDIENTES A 1978

Según los cuadros adjuntos, sacados del "Informe ICEL 1978/79", se sacan los siguientes datos para 1978:

- Energía eléctrica producida con motores Diesel: 228.500 MWh
- Potencia instalada en centrales con motores Diesel: 182,6 MW

De estos datos se deduce que las horas funcionadas, suponiendo las centrales a cargo nominales, es:

$$\frac{228.500 \text{ MWh}}{182,6 \text{ MW}} = 1.250 \text{ horas}$$

Una central térmica con motores Diesel, bien llevada, teniendo en cuenta las paradas por manutención y revisiones, debe funcionar 6.000 horas por año, que corregidas con un coeficiente de carga medio en Colombia igual al 0,7, coeficiente sacado de los datos suministrados por el diagrama de carga típico adjunto, llegan a ser 4.200 h/año a cargo pleno.

Lo cual significa que el coeficiente de uso definido como relación entre horas funcionadas en un año y las horas anuales previstas para un funcionamiento de estos grupos vale:

$$\xi = \frac{1.250 \text{ h}}{4.200 \text{ h}} = 0,297 \text{ de las horas previstas para un funcionamiento óptimo}$$

Efectuando el mismo análisis para el caso de los "territorios nacionales" visitados por el equipo, se obtiene que:

CASANARE

- energía generada = 1.800 MWh
- potencia instalada = 1,279 MW
- horas funcionadas = $\frac{1.800 \text{ MWh}}{1,279 \text{ MW}} = 1.408 \text{ h}$

$$\xi = \frac{1.408}{4.200} = 0,335$$

PUTUMAYO

- energía generada = 9.800 MWh
- potencia instalada = 4.609 MW
- horas funcionadas = $\frac{9.800 \text{ MWh}}{4,609 \text{ MW}} = 2.126$

$$\xi = \frac{2.126}{4.200} = 0,506$$

NARINO

- energía generada = 15.682 MWh
- potencia instalada = 10.237 MW
- horas funcionadas = $\frac{15.682 \text{ MWh}}{10.237 \text{ MW}} = 1.532 \text{ h}$

$$\xi = \frac{1.532}{4.200} = 0,364$$

AMAZONAS

- energía generada = 4.950 MWh
- potencia instalada = 1.622 MW
- horas funcionadas = $\frac{4.950 \text{ MWh}}{1.622 \text{ MW}} = 3.052 \text{ h}$

$$\xi = \frac{3.052}{4.200} = 0,726$$

GENERACION BRUTA - (MWH)

| DEPARTAMENTOS | 1977 | | | | | | 1978 | | | | | | | | | |
|---|------------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|----------|------------|---------|---------|---------|----------|----------|-------|---|
| | HIDRAULICA | DIESEL | VAPOR | | | TURBOGAS | TOTAL | % | HIDRAULICA | DIESEL | VAPOR | | | TURBOGAS | TOTAL | % |
| | | | FUELOIL | GAS | CARBON | | | | | | FUELOIL | GAS | CARBON | | | |
| • ANTIOQUIA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ELECTRIFICADORA DE ANTIOQUIA | 122620 | 116870 | - | - | - | 239490 | 017 | 115810 | 142950 | - | - | - | - | 258760 | 016 | |
| - Empresa Electrica de Puerto Berrio | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - Empresa Electrica de Guamo | 63333 | - | - | - | - | 63333 | 024 | 61203 | - | - | - | - | - | 61203 | 024 | |
| - Empresa Electrica de Tenorio | 75753 | - | - | - | - | 75753 | 026 | 74153 | - | - | - | - | - | 74153 | 025 | |
| EMPRESAS PUBLICAS DE MEDELLIN "E.P.M." | 3375400 | - | - | - | - | 3375400 | 2162 | 3184700 | - | - | - | - | - | 3184700 | 2160 | |
| OTROS | 432000 | 44000 | - | - | - | 476000 | 025 | 432000 | 43000 | - | - | - | - | 475000 | 026 | |
| • ATLANTICO | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ELECTRIFICADORA DEL ATLANTICO | - | - | 100790 | 803720 | - | 249070 | 372440 | 159 | - | - | 48370 | 238950 | 377360 | 626110 | 131 | |
| COMPAÑIA ELECTRICA DE LA COSTA ATLANTICA "COPELCA" | - | - | 760300 | - | - | 278350 | 1064500 | 744 | - | - | - | - | 3128400 | 1018070 | 874 | |
| • BOYACA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ELECTRIFICADORA DE BOYACA | - | 44660 | 188430 | - | - | 306090 | 243920 | 171 | - | 83240 | 172000 | - | 3780 | 188510 | 115 | |
| - Empresa Electrica de Muzo | - | 12990 | - | - | - | 12990 | 12990 | 001 | - | - | - | - | - | 12990 | 001 | |
| - Termoelectrica Regional de Sumapaz | - | 55000 | - | - | - | 55000 | 55000 | 004 | - | 57000 | - | - | - | 112000 | 002 | |
| • BOYACA - Centro Experimental de Boyaca (CEB) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ELECTRIFICADORA DE BOYACA | 1007500 | - | - | - | 371800 | 1379300 | 261 | 3284200 | - | - | - | 329320 | 370420 | 461280 | 247 | |
| OTROS | 15000 | 2700 | - | - | - | 17700 | 202 | 2034 | 180 | - | 329320 | - | 370420 | 461280 | 247 | |
| • CALDAS | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS | 585350 | - | - | - | - | 585350 | 429 | 633380 | - | - | - | - | 633380 | 432 | | |
| • CAUCA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CENTRALES ELECTRICAS DEL CAUCA | 1039670 | 3110 | - | - | - | 1042780 | 073 | 1020370 | 1860 | - | - | - | 1022230 | 063 | | |
| • CESAR | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ELECTRIFICADORA DEL CESAR | - | 44360 | - | - | - | 44360 | 031 | 291810 | - | - | - | - | 291810 | 018 | | |
| OTROS | - | 6500 | - | - | - | 6500 | 001 | 270 | - | - | - | - | 270 | 001 | | |
| • COCUIBA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ELECTRIFICADORA DE COCUIBA | - | 13000 | - | - | - | 13000 | 128 | 8110 | - | - | - | - | 172800 | 181210 | 111 | |
| OTROS | - | - | - | - | - | - | - | 120 | - | - | - | - | - | 120 | 001 | |
| • CUNDINAMARCA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EMPRESA DE ENERGIA ELECTRICA DE BOGOTA "E.E.B." | 7842470 | - | - | - | 7373770 | 8216240 | 2304 | 7201710 | - | - | 696780 | - | 7898490 | 2317890 | 1742 | |
| ELECTRIFICADORA DE CUNDINAMARCA | 477942 | - | - | - | - | 477942 | 033 | 543774 | - | - | - | - | 543774 | 543774 | 024 | |
| • CHOCO | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ELECTRIFICADORA DEL CHOCO | - | 5000 | 8900 | - | - | 13900 | 001 | 5300 | 1000 | - | - | - | - | 6300 | 004 | |
| • QUINDIA TERMIBALLENAS (COMERCIAL) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ELECTRIFICADORA DE LA GUJUNA | - | 18070 | - | - | - | 18070 | 013 | 236124 | - | - | - | - | 25630 | 27610 | 007 | |
| OTROS | - | 116700 | - | - | - | 118370 | 108 | 1230 | - | - | - | - | - | 1230 | 001 | |
| • HUILA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ELECTRIFICADORA DEL HUILA | 33686 | 32521 | - | - | - | 66207 | 028 | 29760 | 1870 | - | - | - | 30630 | 310 | | |
| • MAGDALENA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ELECTRIFICADORA DEL MAGDALENA | 22534 | 131810 | - | - | - | 154344 | 011 | 1840 | 125480 | - | - | - | 148520 | 028 | | |
| OTROS | - | 53000 | - | - | - | 53000 | 027 | - | 10330 | - | - | - | 10330 | 005 | | |
| • META | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OTROS | - | 45000 | - | - | - | 45000 | 003 | 302050 | - | - | - | - | 302050 | 021 | | |
| • NARIÑO | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CENTRALES ELECTRICAS DE NARIÑO | 126041 | 17400 | - | - | - | 143441 | 033 | 118020 | 127820 | - | - | - | 120540 | 078 | | |
| OTROS | - | 15000 | - | - | - | 15000 | 011 | 15000 | 3400 | - | - | - | 18400 | 022 | | |
| • NORTE DE SANTANDER | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER | 1688 | 970 | - | - | - | 2658 | 007 | 160 | 75 | - | - | - | 235 | 004 | | |
| OTROS | 1122 | 6500 | - | - | - | 7622 | 004 | 2150 | 710 | - | - | - | 2860 | 001 | | |
| • QUINDIO | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COMPAÑIA AUTONOMA REGIONAL DEL QUINDIO | 274609 | - | - | - | - | 274609 | 019 | 289300 | - | - | - | - | 289300 | 018 | | |
| • RISARALDA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EMPRESAS PUBLICAS DE PEREIRA | 33723 | - | - | - | - | 33723 | 024 | 35000 | - | - | - | - | 35000 | 022 | | |
| • SANTANDER | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ELECTRIFICADORA DE SANTANDER | 1144325 | 15143 | 439566 | 1318517 | - | 1107951 | 4024710 | 281 | 1125140 | 8120 | 56000 | 1123360 | 1137310 | 644250 | 286 | |
| OTROS | - | 7900 | - | - | - | 7900 | - | - | 220 | - | - | - | - | 220 | 001 | |
| • SUCRE | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ELECTRIFICADORA DE SUCRE | - | 11510 | - | - | - | 11510 | 008 | - | 6780 | - | - | - | - | 6780 | 003 | |
| OTROS | - | 7000 | - | - | - | 7000 | 008 | - | 2900 | - | - | - | - | 2900 | 003 | |
| • TOLIMA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ELECTRIFICADORA DEL TOLIMA | 215348 | - | - | - | - | 215348 | 150 | 248910 | - | - | - | - | 248910 | 153 | | |
| • VALLE | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COMPAÑIA AUTONOMA REGIONAL DEL VALLE "C.V.C." | 1781572 | 10000 | - | - | 143950 | 1929022 | 1338 | 2064735 | 1160 | - | - | 602770 | 2707505 | 1206 | | |
| OTROS | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| INTENDENCIAS | | | | | | | | | | | | | | | | |
| • ARAUCA | - | 25000 | - | - | - | 25000 | 002 | - | 2700 | - | - | - | - | 2700 | 002 | |
| • CAQUETA | - | 114200 | - | - | - | 114200 | 010 | - | 8200 | - | - | - | - | 8200 | 005 | |
| • CASANARE | - | 16000 | - | - | - | 16000 | 001 | - | 1000 | - | - | - | - | 1000 | 001 | |
| • PUTUMAYO | 28000 | 8950 | - | - | - | 36950 | 008 | 10000 | 8000 | - | - | - | 18000 | 008 | | |
| • SAN ANTONIO Y PROVIDENCIA | - | 29000 | - | - | - | 29000 | 021 | - | 26100 | - | - | - | - | 26100 | 021 | |
| ELECTRIFICADORA DE SAN ANTONIO | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| COMISARIAS | | | | | | | | | | | | | | | | |
| • AMAZONAS | - | 171 | - | - | - | 171 | 003 | - | 6300 | - | - | - | - | 6300 | 003 | |
| • GUAYANA | - | 45000 | - | - | - | 45000 | 003 | - | 6000 | - | - | - | - | 6000 | 001 | |
| • VAUPES | - | 5000 | - | - | - | 5000 | 001 | - | 900 | - | - | - | - | 900 | 001 | |
| • VICHADA | - | 18000 | - | - | - | 18000 | 001 | - | 1800 | - | - | - | - | 1800 | 001 | |
| TOTAL | 10384225 | 2557420 | 119200 | 9222370 | 2531990 | 14787500 | 10000 | 14000000 | 2200000 | 2400000 | 1000000 | 1000000 | 17600000 | 14787500 | 10000 | |
| PORCENTAJE POR TIPO DE GENERACION - % | 72.6 | 1.9 | 0.3 | 21.9 | 17.6 | 72.8 | 100.0 | 10.3 | 1.4 | 0.1 | 2.3 | 1.3 | 1.2 | 10.4 | 100.0 | |

1977 a: Oct estimados
 (1) Incluye generacion de la Junta de Termoelectricas instalada en 1977
 (2) No entra en comparacion comercial
 (3) Incluye generacion de la central de fuerza movida en la Intendencia de Cauca
 (4) Generacion registrada por la Electricidad de Cundinamarca
 (5) Generacion a cargo de A.P.M. (Turquia)
 (6) Generacion registrada en Termoelectrica, caso de las centrales de vapor - Fuel Oil
 (7) Estimacion por parte de otras personas de la zona

1978
 a: Oct estimados
 (1) Durante 1978 se genero electricidad en las usinas Fuel Oil
 (2) Incluye generacion de la Intendencia de Valle y Cauca
 (3) Generacion registrada por la Intendencia de Cundinamarca
 (4) Empresa generadora en el puerto de Termoelectrica, con capacidad de 100 MW

POTENCIA NOMINAL INSTALADA - (KW)

| DEPARTAMENTOS | 1 2 3 4 5 6 7 | | | | | | | 1 2 3 4 5 6 7 | | | | | | |
|---|---------------|---------|--------------|--------|---------|---------|--------|---------------|---------|--------------|--------|---------|---------|--------|
| | HIDRAULICA | DIESEL | VAPOUR | | | TOTAL | % | HIDRAULICA | DIESEL | VAPOUR | | | TOTAL | % |
| | | | FUELO DE GAS | CARBON | OTROS | | | | | FUELO DE GAS | CARBON | OTROS | | |
| ANTIOQUIA | | | | | | | | | | | | | | |
| ELECTRICIDAD DE ANTIOQUIA | 75310 | 46210 | - | - | - | 121520 | 0.31 | 75310 | 46210 | - | - | - | 121520 | 0.31 |
| - Empresa Electrica de Puerto Berrio | 14500 | - | - | - | - | 14500 | 0.04 | 14500 | - | - | - | - | 14500 | 0.04 |
| - Central Electrica de Oriente | 13640 | - | - | - | - | 13640 | 0.03 | 13640 | - | - | - | - | 13640 | 0.03 |
| - Empresa Electrica de Tame | 4790 | - | - | - | - | 4790 | 0.01 | 4790 | - | - | - | - | 4790 | 0.01 |
| EMPRESAS PUBLICAS DE MEDFELIN "EPM" | 73020 | - | - | - | - | 73020 | 0.19 | 73020 | - | - | - | - | 73020 | 0.19 |
| OTROS | 4570 | 1570 | - | - | - | 6140 | 0.02 | 4570 | 1570 | - | - | - | 6140 | 0.02 |
| BOYACA | | | | | | | | | | | | | | |
| ELECTRICIDAD DEL ATLANTICO | - | - | 233000 | 335000 | - | 568000 | 3.41 | - | - | 233000 | 335000 | - | 568000 | 3.41 |
| COMPAÑIA ELECTRICA DE LA COSTA ATLANTICA "COELCA" | - | - | 320000 | - | - | 320000 | 1.96 | - | - | 320000 | - | - | 320000 | 1.96 |
| OTROS | - | - | 27000 | - | - | 27000 | 0.17 | - | - | 27000 | - | - | 27000 | 0.17 |
| BOLIVAR | | | | | | | | | | | | | | |
| ELECTRICIDAD DE BOLIVAR | - | 84740 | 42120 | - | - | 126860 | 1.24 | - | 84740 | 42120 | - | - | 126860 | 1.24 |
| - Empresa Electrica de Nariño | - | 14450 | - | - | - | 14450 | 0.04 | - | 14450 | - | - | - | 14450 | 0.04 |
| - Compañias Agrarias de Comodoro | - | 3490 | - | - | - | 3490 | 0.01 | - | 3490 | - | - | - | 3490 | 0.01 |
| OTROS | - | 67390 | 42120 | - | - | 109510 | 1.19 | - | 67390 | 42120 | - | - | 109510 | 1.19 |
| BOTACA | | | | | | | | | | | | | | |
| ELECTRICIDAD DE BOTACA | 500000 | 600 | - | - | - | 500600 | 7.05 | 500000 | 600 | - | - | - | 500600 | 7.05 |
| OTROS | 5000 | 10000 | - | 993000 | - | 999000 | 2.49 | 5000 | 10000 | - | 993000 | - | 999000 | 2.49 |
| BOYACÁ | | | | | | | | | | | | | | |
| CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS | 286900 | 350 | - | - | - | 287250 | 4.67 | 286900 | 350 | - | - | - | 287250 | 4.68 |
| CAUCA | | | | | | | | | | | | | | |
| CENTRALES ELECTRICAS DEL CAUCA | 327630 | 5200 | - | - | - | 332830 | 0.84 | 327630 | 5200 | - | - | - | 332830 | 0.78 |
| OTROS | - | 1200 | - | - | - | 1200 | 0.01 | - | 1200 | - | - | - | 1200 | 0.01 |
| CEBSAR | | | | | | | | | | | | | | |
| ELECTRIFICADORA DEL CESAR | 960 | 221480 | - | - | - | 222440 | 0.56 | 960 | 221480 | - | - | - | 222440 | 0.56 |
| OTROS | - | 250 | - | - | - | 250 | 0.01 | - | 250 | - | - | - | 250 | 0.01 |
| CORDOBA | | | | | | | | | | | | | | |
| ELECTRIFICADORA DE CORDOBA | - | 83620 | - | - | - | 83620 | 0.34 | - | 83620 | - | - | - | 83620 | 0.34 |
| OTROS | - | 1200 | - | - | - | 1200 | 0.01 | - | 1200 | - | - | - | 1200 | 0.01 |
| CUNDINAMARCA | | | | | | | | | | | | | | |
| EMPRESA DE ENERGIA ELECTRICA DE BOGOTA "E.E.B." | 5543900 | - | - | - | 1505000 | 7048900 | 17.65 | 5543900 | - | - | - | 1505000 | 7048900 | 17.65 |
| ELECTRIFICADORA DE CUNDINAMARCA | 99700 | - | - | - | - | 99700 | 0.25 | 99700 | - | - | - | - | 99700 | 0.25 |
| OTROS | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| CHOCO | | | | | | | | | | | | | | |
| ELECTRIFICADORA DEL CHOCO | 1750 | 9000 | - | - | - | 9000 | 0.22 | 1750 | 9000 | - | - | - | 9000 | 0.22 |
| OTROS | - | 7850 | - | - | - | 7850 | 0.21 | - | 7850 | - | - | - | 7850 | 0.21 |
| GUAJIRA | | | | | | | | | | | | | | |
| ELECTRIFICADORA DE LA GUAJIRA | - | 90700 | - | - | - | 90700 | 0.23 | - | 90700 | - | - | - | 90700 | 0.23 |
| OTROS | - | 33700 | - | - | - | 33700 | 0.09 | - | 33700 | - | - | - | 33700 | 0.09 |
| HUILA | | | | | | | | | | | | | | |
| ELECTRIFICADORA DEL HUILA | 89150 | 66400 | - | - | - | 155550 | 0.33 | 89150 | 66400 | - | - | - | 155550 | 0.33 |
| OTROS | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| MAGDALENA | | | | | | | | | | | | | | |
| ELECTRIFICADORA DEL MAGDALENA | 10500 | 15920 | - | - | - | 16470 | 0.41 | 10500 | 15920 | - | - | - | 16470 | 0.38 |
| OTROS | - | 2900 | - | - | - | 2900 | 0.07 | - | 2900 | - | - | - | 2900 | 0.07 |
| META | | | | | | | | | | | | | | |
| ELECTRIFICADORA DE META | - | 32270 | - | - | - | 32270 | 0.24 | - | 32270 | - | - | - | 32270 | 0.24 |
| OTROS | - | 1410 | - | - | - | 1410 | 0.04 | - | 1410 | - | - | - | 1410 | 0.04 |
| NARIÑO | | | | | | | | | | | | | | |
| CENTRALES ELECTRICAS DE NARIÑO | 294230 | 63120 | - | - | - | 357350 | 0.96 | 294230 | 63120 | - | - | - | 357350 | 0.96 |
| OTROS | 6000 | 18650 | - | - | - | 24650 | 0.06 | 6000 | 18650 | - | - | - | 24650 | 0.06 |
| NORTE DE SANTANDER | | | | | | | | | | | | | | |
| CENTRALES ELECTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER | 3000 | 47000 | - | - | - | 50000 | 1.43 | 3000 | 47000 | - | - | - | 50000 | 1.24 |
| OTROS | 2400 | 17800 | - | - | - | 20200 | 0.54 | 2400 | 17800 | - | - | - | 20200 | 0.54 |
| QUINDIAO | | | | | | | | | | | | | | |
| COMPAÑIA AUTONOMA REGIONAL DEL QUINDIAO | 53500 | - | - | - | - | 53500 | 0.13 | 53500 | - | - | - | - | 53500 | 0.13 |
| OTROS | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| RISARALDA | | | | | | | | | | | | | | |
| EMPRESAS PUBLICAS DE PEREIRA | 145000 | 12500 | - | - | - | 157500 | 0.40 | 145000 | 12500 | - | - | - | 157500 | 0.37 |
| OTROS | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| SANTANDER | | | | | | | | | | | | | | |
| ELECTRIFICADORA DE SANTANDER | 242800 | 63560 | 910000 | - | - | 1216360 | 3.94 | 242800 | 63560 | 910000 | - | - | 1216360 | 3.87 |
| OTROS | 870 | 240 | - | - | - | 1110 | 0.03 | 870 | 240 | - | - | - | 1110 | 0.03 |
| SUCRE | | | | | | | | | | | | | | |
| ELECTRIFICADORA DE SUCRE | - | 10220 | - | - | - | 10220 | 0.26 | - | 10220 | - | - | - | 10220 | 0.26 |
| OTROS | - | 15290 | - | - | - | 15290 | 0.04 | - | 15290 | - | - | - | 15290 | 0.04 |
| TOLIMA | | | | | | | | | | | | | | |
| ELECTRIFICADORA DEL TOLIMA | 670350 | 700 | - | - | - | 671050 | 1.68 | 670350 | 700 | - | - | - | 671050 | 1.67 |
| OTROS | - | 3200 | - | - | - | 3200 | 0.01 | - | 3200 | - | - | - | 3200 | 0.01 |
| VALLE | | | | | | | | | | | | | | |
| COMPAÑIA AUTONOMA REGIONAL DEL VALLE "CAV" | 5404490 | 223170 | - | - | 23000 | 5650660 | 15.46 | 5404490 | 223170 | - | - | 23000 | 5650660 | 14.48 |
| OTROS | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| INTENDENCIAS | | | | | | | | | | | | | | |
| ARAUCA | - | 14270 | - | - | - | 14270 | 0.04 | - | 14270 | - | - | - | 14270 | 0.03 |
| CAQUEZA | - | 61950 | - | - | - | 61950 | 0.16 | - | 61950 | - | - | - | 61950 | 0.15 |
| CAGANARE | - | 11810 | - | - | - | 11810 | 0.03 | - | 11810 | - | - | - | 11810 | 0.03 |
| Putumayo | 7600 | 44210 | - | - | - | 51810 | 0.13 | 7600 | 44210 | - | - | - | 51810 | 0.13 |
| SAN ANDRES Y PROVIDENCIA | - | 121330 | - | - | - | 121330 | 0.30 | - | 121330 | - | - | - | 121330 | 0.29 |
| ELECTRIFICADORA DE SAN ANDRES | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| COMISARIAS | | | | | | | | | | | | | | |
| AMAZONAS | - | 18140 | - | - | - | 18140 | 0.04 | - | 18140 | - | - | - | 18140 | 0.04 |
| GUAINIA | - | 3460 | - | - | - | 3460 | 0.01 | - | 3460 | - | - | - | 3460 | 0.01 |
| VAUPES | - | 5190 | - | - | - | 5190 | 0.01 | - | 5190 | - | - | - | 5190 | 0.01 |
| VICHAGA | - | 7720 | - | - | - | 7720 | 0.02 | - | 7720 | - | - | - | 7720 | 0.02 |
| TOTAL | 2753610 | 1878770 | 4054800 | 318400 | 3025000 | 5494280 | 120.00 | 2753610 | 1878770 | 4054800 | 318400 | 3025000 | 5494280 | 120.00 |
| POCENAJE POR TIPO DE GENERACION | 6556 | 457 | 1355 | 100 | 770 | 1773 | 100.00 | 91 | 43 | 93 | 62 | 68 | 63 | 100.00 |

NOTAS 1977

(1) No se incluye potencia de Gas (3100 KW) perteneciente a "COELCA"

(2) Se incluye potencia de la Electricidad de Cundinamarca

(3) Se incluye potencia instalada de las Empresas Centrales Hidroeléctricas de Boyacá, Cauca y Santander.

(4) Se incluye potencia de las Empresas Centrales Hidroeléctricas de Boyacá, Cauca y Santander.

(5) Se incluye potencia de las Empresas Centrales Hidroeléctricas de Boyacá, Cauca y Santander.

(6) Se incluye potencia de las Empresas Centrales Hidroeléctricas de Boyacá, Cauca y Santander.

ANEXO 2

VISITA A LA CENTRAL DE LETICIA

Del 29 de Octubre al 5 de Nov., 1980

Es una localidad situada a orillas del RIO AMAZONAS. No dispone de industrias, pero actualmente están programando la construcción de celdas frigoríficas o neveras para la conservación del pescado. Existe solamente una actividad de embotellamiento de aguas gaseosas, la cual dispone de un grupo de generadores de 220 KW de propiedad suya.

En un período de tiempo de 5 años la población creció de 5000 a 20000 habitantes.

La central eléctrica construida desde hace aproximadamente 15 años, dispone de 9 grupos de generadores de vario tipo. Con el progresivo deseo, o más bien necesidad de aumentar la potencia, por exigencia de mayores pedidos de corriente, se agregaron grupos generadores de distintas clases y de características técnicas también diversas. Actualmente la distribución de la energía eléctrica se efectúa a la ciudad con tres líneas distintas, ya que los grupos de generadores no pueden funcionar en paralelo por la diferencia de características técnicas de que dispone cada grupo.

La necesidad actual para los servicios de toda la ciudad es aproximadamente alrededor de 3000 KW, llegando en las horas de congestión hasta 4000 KW. Necesidad esta, calculada en teoría, teniendo en cuenta lo que es capaz de producir la central sumado a los 90 grupos aproximadamente de generadores privados de pequeñas

potencias distribuídas en las varias casas u hoteles. La central dispone de una potencia máxima total de 3000 KW, subdividida en tres líneas, que nunca estan en perfecto servicio, ya que los generadores por varios motivos técnicos están fuera de uso, y la zona queda privada de corriente eléctrica por períodos aún de varios días. Actualmente la carga media producida es aproximadamente alrededor de 1050 KW/hora. Estos datos han sido tomados del registro de la central, para los meses de agosto/septiembre 1980.

SITUACION DE LOS GRUPOS DE GENERACION

A. 2 motores Sulzer 1 grupo en servicio 2 grupos dañados

Motor grupo N°1

Sulzer, modelo 3VD2511, N°9272 (SLM), construido en 1964.

Potencia 290 HP- Velocidad 600 rpm, 3 cilindros - recorrido 300 mm. diám. Cil. 250 mm.

Generador acoplado Grupo N°1

Derlikon Engineering Co. (Zurich) mod.083 b 12, N° 971829 M011, 2400V, 59A, 245 kVA, 196 kW, Cos.0.8

Grupo N°2 (del mismo modelo y tipo, se encuentra desmontado en piezas desde hace 10 años)

NOTA:

El motor en servicio gira ininterrumpidamente como auxiliar de la central, y en caso de emergencia se conecta a través de un interruptor manual a la línea que está en servicio para la ciudad.

Las condiciones de dicho motor son de completo abandono. No se efectúa nunca una manutención, está completamente desprovisto de equipos de control (termómetros, manómetros, etc).

Según el chequeo realizado, de los 3 cilindros, solamente uno estaba en completo servicio. (Ver en la tabla o cuadro adjunto los diagramas sacados al respecto). Desde hace varios años no se efectúa ningún control a las piezas internas en movimiento, tales como cojinetes, etc. Es imposible desmontar los in-

yectores para efectuar posibles sustituciones, y esto ya que están en cuerpo común con la culata; y a todo esto se añade la formación de incrustaciones debida al largo período de abandono.

Este motor, con una cuidadosa manutención, todavía podría funcionar eficientemente.

El segundo motor, de iguales características se encuentra desmontado desde hace 10 años. Como consecuencia de un daño del generador, el motor se paró bruscamente, lesionando el árbol a manivela. Seguidamente se desmontó y se cambió el árbol a manivela dañado con uno nuevo, parando por consiguiente la actividad a fin de proceder al montaje. Después de diez años, las piezas esparcidas en varios lugares de la central estaban en condiciones de inservibilidad por óxido formado en la superficie, y además, dado el tiempo transcurrido, muchas piezas llegaron a faltar.

| | | | |
|----|-----------------|-----------|-----------|
| B. | 2 Grupos MAN | Grupo N°3 | Grupo N°4 |
|----|-----------------|-----------|-----------|

Motores

2 motores MAN, modelo G6V23.5/33 - en servicio desde 1971

Potencia HP= 720- Velocidad=600 revoluciones/m- a 4 tiempos-

6 cilindros. Alimentado con turbina de gas de descargue.

Generador acoplado

Modelo SDG- B0 135- 12

V.= 2400 - A= 150 - Kva=625 - KW=500 - Cos.0.8

Los dos motores están en plena actividad desde hace 10 años. Después de cinco años, y precisamente en 1975, fueron sometidos a revisión, se cambiaron las camisas cilindro, los pistones de banco y cula-ta de biela, inyectores, etc.

El grupo N°4, está inservible ya que el circuito de aceite no tiene la presión prescrita, inconveniente debido a juegos fuertes existentes en los cojinetes y al desgaste de ejercicio. Este motor está en suspenso y ha sido sometido a revisión general.

El Grupo N°3, está en servicio continuo, pero sufre paros muy frecuentes debido a los continuos daños en los distintos mecanismos, los cuales vienen reparados en casos de extrema urgencia. Exteriormente el motor se presenta en circunstancias de abandono, con gruesas capas de aceite incrustadas debidas a pérdida de aceite y de nafta nunca removidas. El colector gas de descargue está privado por completo de aislamiento, la rama de salida de gas de descargue del cilindro N°2 es incandescente por el motivo de que la válvula de descargue quedó accidentalmente abierta.

A todos los dos motores faltan todos los instrumentos de control; aún las centralitas pirométricas para la temperatura de gas de descargo están inservibles.

El cargo de los motores, por las precarias condicio-

nes en que se encuentran, está reducido al 50% de lo que dice en la placa, o sea de un máximo de 250 KW.

En el cuadro adjunto se dan los datos de prestación y una serie de diagramas sacados a los cilindros por aparte.

- C. 3 generadores Grupo N°5 Grupo N°6 Grupo N°7
Motor modelo CATERPILLAR de 12 cilindros. "V" sobrealimentado - 1800 revoluciones/minuto- en servicio desde 1979.
Generador KATO
Modelo 500 - A477361111
Tipo 18920 - N° Serie 76916-1
V = 4160 - A= 87 - Kva=625 - KW = 500
Part number AP5-22000

Notas:

Los grupos de pequeñas dimensiones adaptados para estaciones de emergencia y autocarreados, tienen el motor acoplado al generador y todo montado sobre una sub-base única. Están acompañados de bombas para el servicio de líquidos, de un dinamo para la carga de las baterías de arranque y de todo un equipo de control. El agua de enfriamiento del motor se refrigera a través de un enfriador independiente.

- D. 2 Generadores DETROIT G.M - Grupo N°8 Grupo N°9
Motor tipo ALLISON de 12 cilindros. "V"=1800 revoluciones por minuto- No sobrealimentado- en servicio desde 1979.

Modelo F- 7125 -7000

Serie N° E79 -76- Motor N° 12VA 61231

Generador acoplado

N° 77612 - 9

V= 220 - A = 970 - Kva=349 - KW = 280

Nota:

Los grupos de iguales características como los de la posición C., se diferencian sólomente en el hecho de que el agua se enfría a través de un radiador con abanico movido desde el mismo motor.

El grupo N°9 está inservible por daño en la bomba de agua.

SERVICIOS AUXILIARES DE LA CENTRAL

El agua de enfriamiento para los refrigeradores de los motores se enfría por medio de dos sistemas. El primero, que sirve a los Grupos N°1-3-4- se efectúa haciendo circular el agua en tuberías dotadas de toberas y luego derramada en un recipiente de cemento, y a su vez aspirada por el recipiente o depósito, y vuelta a poner en circulación. El segundo sistema sirve para los Grupos N°5-6- 7-, el agua se envía a una torre de enfriamiento común y corriente, de pequeñas dimensiones y dotada de un ventilador. El agua usada en el momento (ver análisis adjunto) no es apta porque es demasiado ácida.

La central está dotada de un equipo común (llaves

fijas- martillos, alguna lima. etc. Están guardados en el taller-almacén:

- 1 calibre a aletas con micrómetro a reloj
- 1 calibre a aletas con micrómetro
- 1 calibre para diámetros externos
- 1 calibre para profundidad.

Los calibres antes nombrados están nuevos y no han sido utilizados nunca.

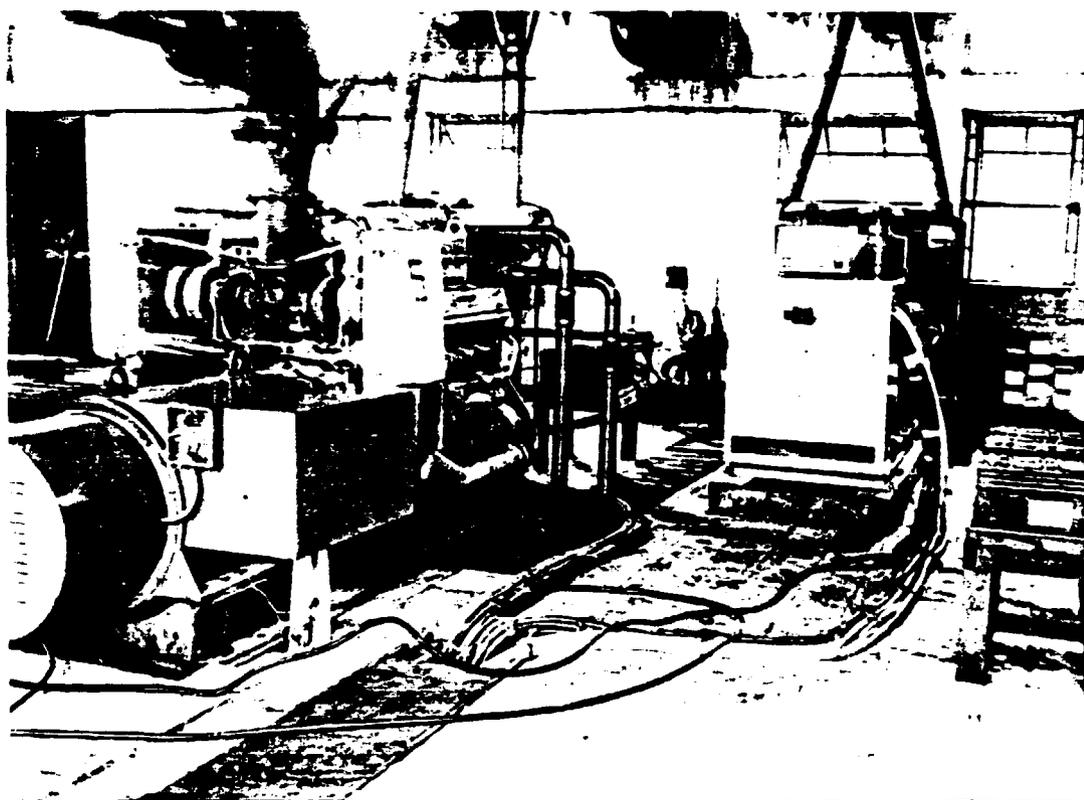
La central está desprovista de medios de levantamiento, de equipos para reparaciones o control de motores.

Todos los colectores de gas de descargo carecen de paredes aislantes, creando de esta manera zonas de aire caliente.

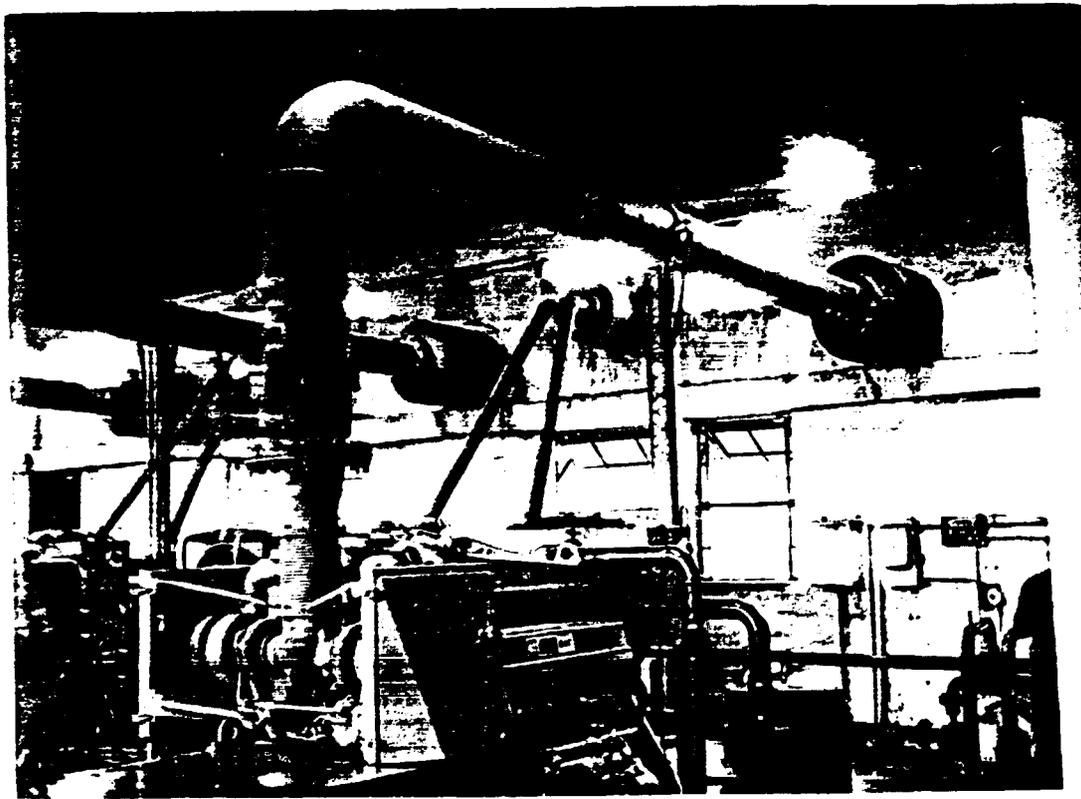
Los cables eléctricos de unión entre generadores, transformadores o cuadro eléctrico (tablero eléctrico) son de modelo común y corriente sin armazón en hierro, casi todos están afuera de las cabinas y se encuentran a lo largo directamente sobre el piso, creando nudos peligrosos y atranques.

BODEGA O ALMACEN GENERAL

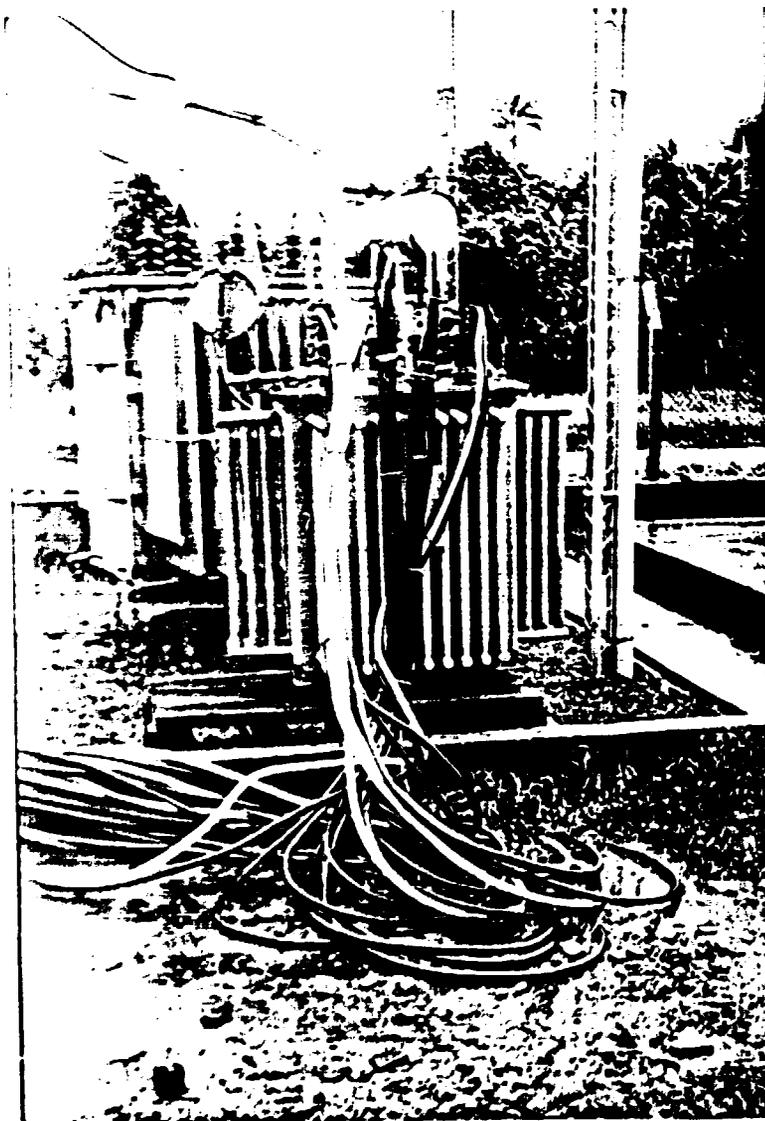
Sin orden ninguno ni clasificación; están dispuestos en anaqueles o directamente en el suelo una cantidad de materiales de toda clase, aun piezas y detalles de repuesto para los motores. Todo está confiado a la buena memoria del almacenista.



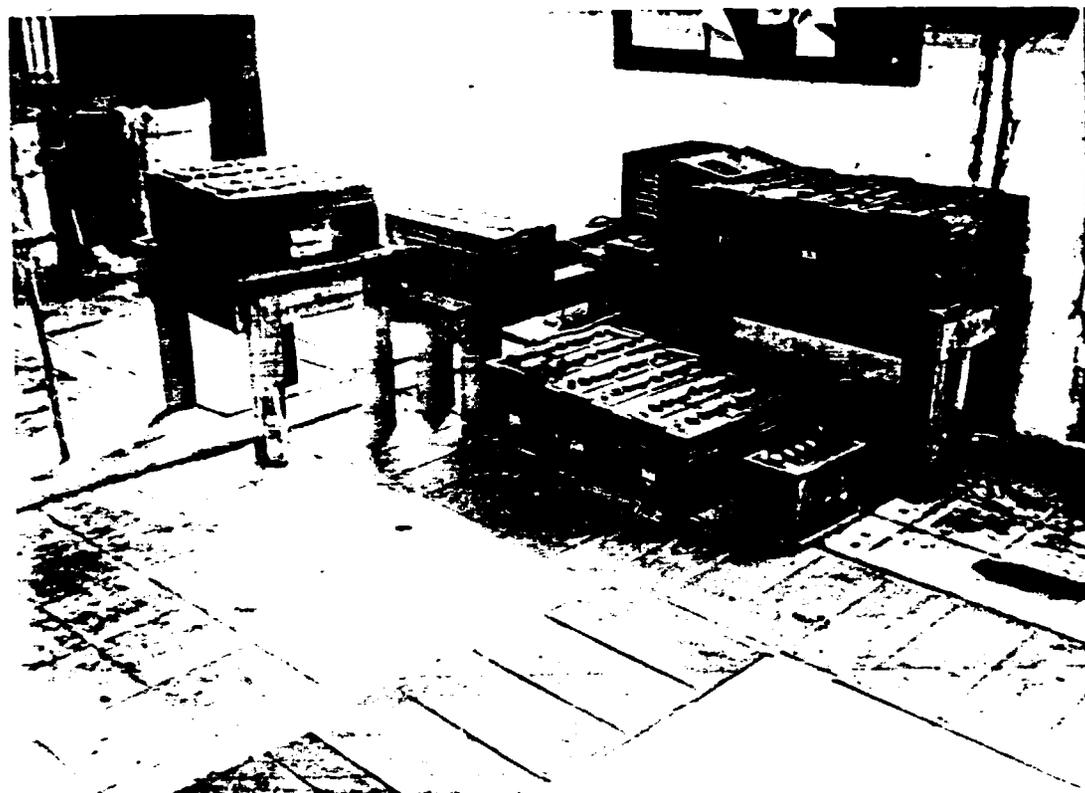
CENTRAL DE LETICIA: La Central està congestionada, y por consiguiente es dificil la manutencion.



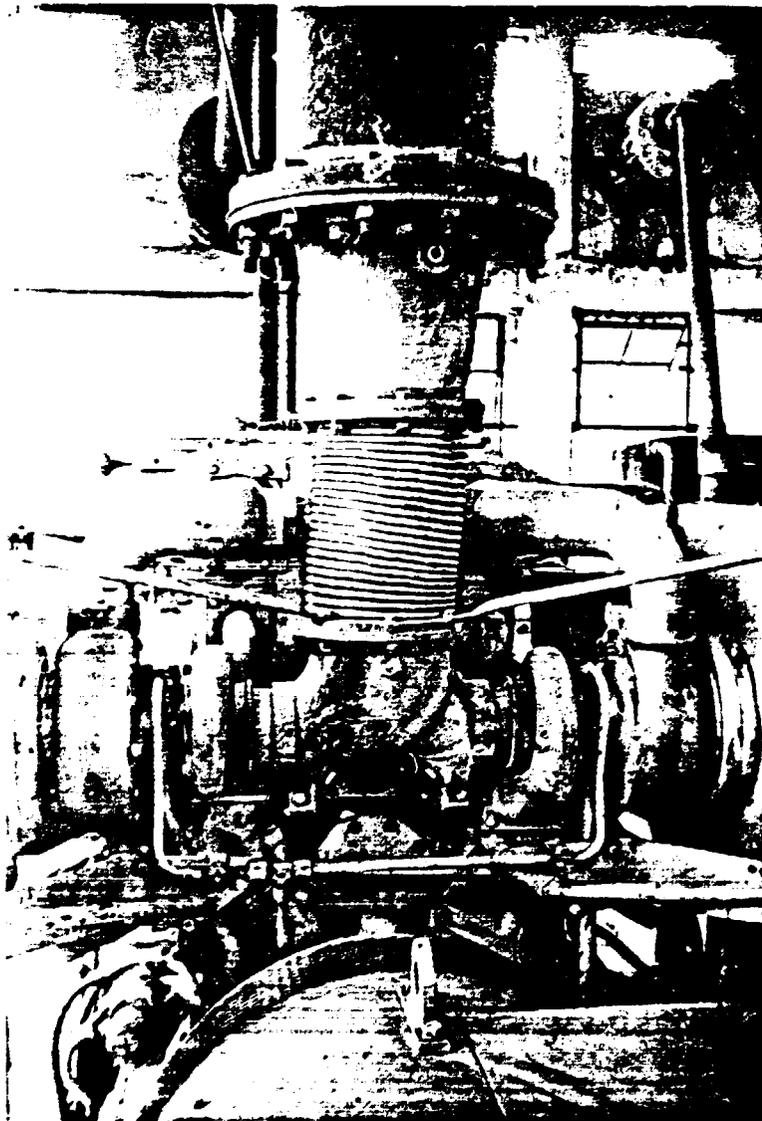
CENTRAL DE LETICIA: El incorrecto entretendido de los tubos de descargue y de los silenciadores puede daños y ruidos.



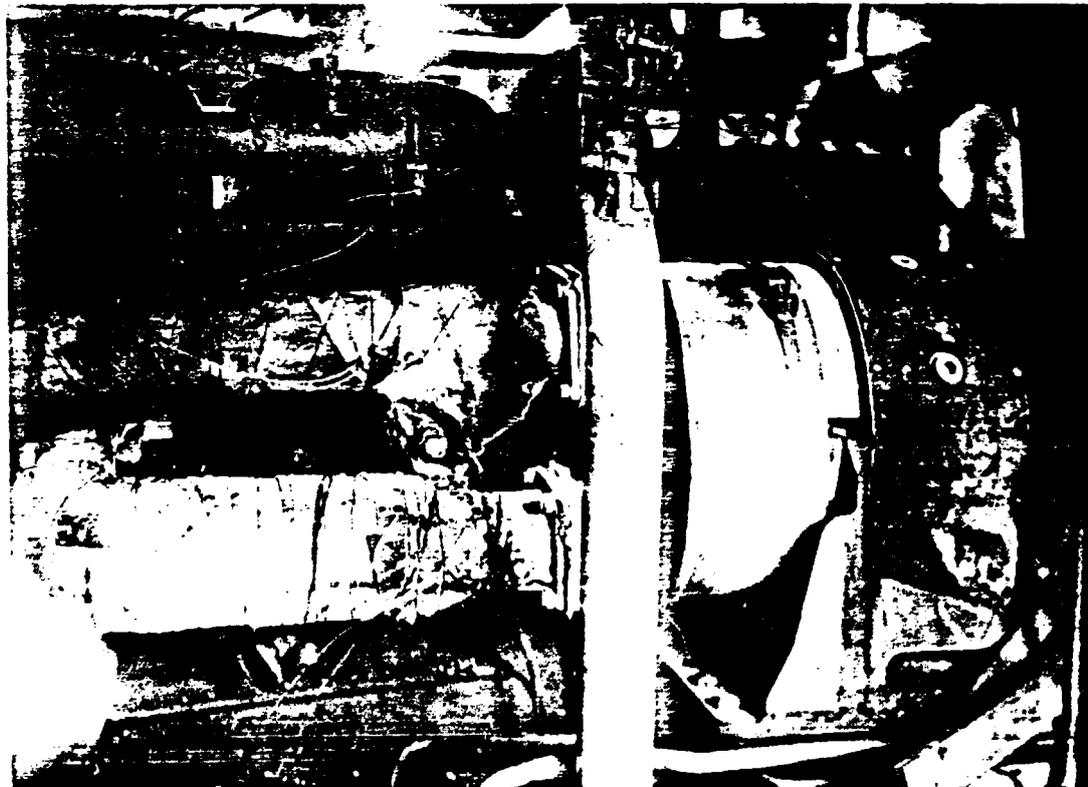
CENTRAL DE LETICIA: Es conveniente apoyar los cables teniendo en cuenta la presencia de aceites, combustibles y ratos en la Central y en las inmediatas cercanías.



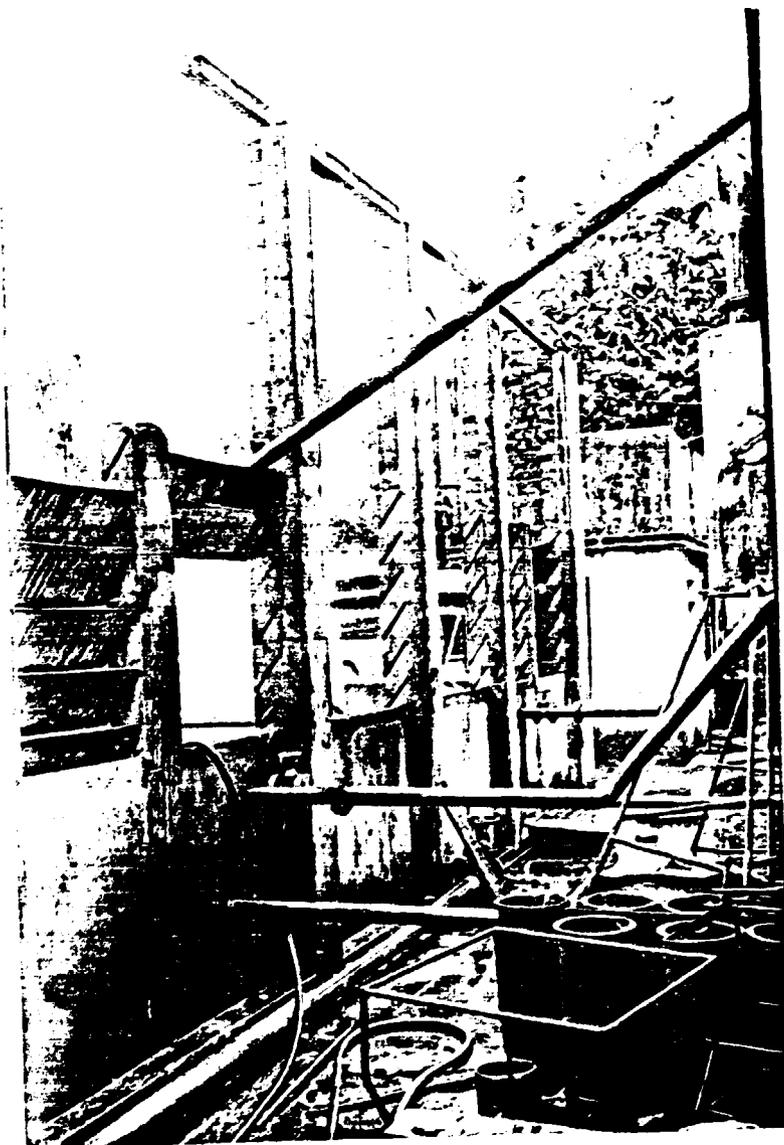
CENTRAL DE LETICIA: Estoqueado de baterías.
Las baterías apoyadas en el piso
se dañan rápidamente.



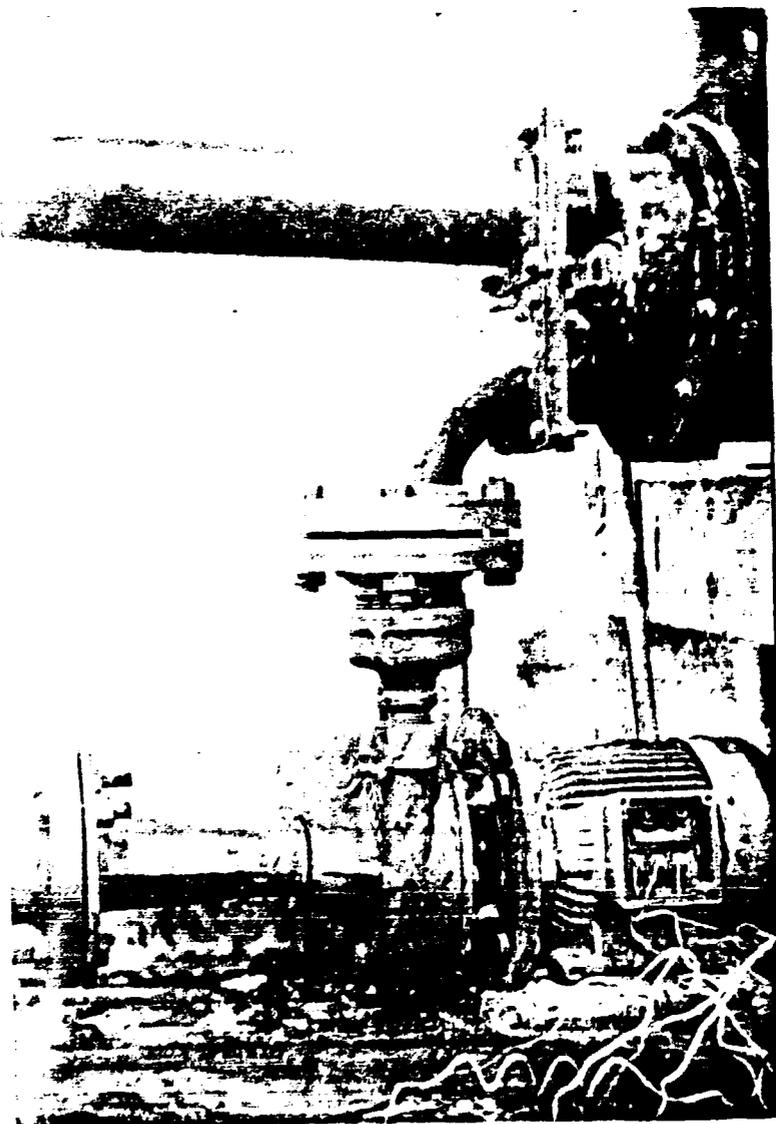
CENTRAL DE LETICIA:Montaje no correcto de un junto elástico en el conducto gas de descargue.



CENTRAL DE LETICIA: El material (cartón de amianto) para el aislamiento de tubos de descargue no es el recomendado (cuerda de amianto).



CENTRAL DE LETICIA: Un detalle del sistema de enfriamiento de motores.



CENTRAL DE LETICIA: Empalmes de esta clase para ciertos tipos de motores son peligrosos y pueden comprometer el funcionamiento de la Central.



CENTRAL DE LETICIA: CUADRO CON PROTECCION.

Es de lamentar la importancia fundamental
del respeto por las normas de seguridad.

UNIVERSIDAD NACIONAL
INSTITUTO DE ENSAYOS E INVESTIGACION
LABORATORIO DE INGENIERIA AMBIENTAL

Edificio Ensayo de Materiales - Ciudad Universitaria - Tels: 269-9111 - 269-1700 Ext. 338

SEÑOR

I G E I

O.T.#.1378

Ca. No.

REFERENCIA No. ISI-164-80

TELEFONO No.

ANALISIS No. 8073

ANALISIS SOLICITADO

FISICO QUIMICO

TOTAL

PARCIAL

OBJETO: _____

MUESTRA PROCEDENTE DE LETICIA DEPARTAMENTO AMAZONAS

LUGAR AGUEDUCTO

NOMBRE Y CLASE DE LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO _____

MUESTRA {
CRUDA
TRATADA
RESIDUAL

APARIENCIA FISICA DEL
AGUA EN EL MOMENTO DE
SU RECOLECCION

{
CRISTALINA
TURBIA
COLOREADA

ABASTECIMIENTOS SUBTERRANEOS

ABASTECIMIENTOS SUPERFICIALES

NIVEL DE BOMBEO {
MAXIMO
NORMAL
MINIMO

EPOCA DE AGUAS {
INVIERNO
NORMAL
VERANO

EDAD DEL POZO _____ MESES _____ AÑOS _____ PROFUNDIDAD DEL POZO _____ METROS

FORMACION ACUIFERA _____

(Capa de Arena, Piedra, Caliza, Cascamo, Arcilla, etc.)

PUNTO DE CAPTACION: SALIDA DE LA PLANTA

ANALISIS SOLICITADO POR Ing. VICTOR BARRERO RAMIREZ

TOMADA EL 3 DE VI 1980

RECIBIDA EL 21 DE VI 1980

RESULTADOS

| | | | |
|--|--------------------------|--|--|
| Turbidez -mg/l. SiO ₂ | | Cloruros -mg/l. Cl ⁻ | |
| Color verdadero | | Sulfatos -mg/l. SO ₄ ⁼ | |
| Olor | | Sulfitos -mg/l. SO ₃ ⁼ | |
| Sabor | | Sulfuros -mg/l. S ⁼ | |
| Temperatura °C | | Acido Sulfhidrico -mg/l. H ₂ S | |
| pH | 5.4 | Fosfatos -mg/l. PO ₄ ⁼ | |
| ALCALINIDAD | mg/l. CaCO ₃ | Total | Ortofosfatos -mg/l. PO ₄ ⁼ |
| | | Hidróxidos | Fluoruros -mg/l. F ⁻ |
| | | Carbonatos | Selenio -mg/l. Se ^{IV} |
| | | Bicarbonatos | Cloro Residual -mg/l. Cl ₂ |
| ACIDEZ | mg/l. CaCO ₃ | Total | Boro -mg/l. B |
| | | Mineral | Litio -mg/l. Li ⁺ |
| | | Sales Hidrolizadas | Oxígeno Disueltos -mg/l. O.D. |
| CO ₂ Libre -mg/l. CO ₂ | | | D.Q.O. -mg/l. D.Q.O. |
| | | Total | CARBONO ORGANICO TOTAL -mg/l. CO ₂ |
| DUREZA | mg/Lt. CaCO ₃ | | D.B.O. -mg/l. 5 días 20°C |
| | | No Carbonacea | A.B.S. -mg/l. |
| | | Carbonacea | Grasas -mg/l. |
| Calcio -mg/l. CaCO ₃ | 10 | Fenoles -mg/l. | |
| Magnesio -mg/l. CaCO ₃ | 6 | Contaminantes Orgánicos -ECC -mg/l. | |
| Hierro -mg/l. Fe ⁺⁺⁺ | 0.1 | Residuo Total -mg/l. | |
| Manganeso -mg/l. Mn ^{VII} | | Residuo Total Fijo -mg/l. | |
| Amonio -mg/l. N | | Residuo Total Volátil -mg/l. | |
| Nitritos -mg/l. N | | Residuo no Filtrable Total -mg/l. | |
| Nitratos -mg/l. N | | Residuo no Filtrable Fijo -mg/l. | |
| Nitrógenos Orgánicos -mg/l. N | | Residuo no Filtrable Volátil -mg/l. | |
| Sodio -mg/l. Na ⁺ | | Residuo Filtrable Total -mg/l. | |
| Potasio -mg/l. K ⁺ | | Residuo Filtrable Fijo -mg/l. | |
| Aluminio -mg/l. Al ⁺⁺⁺ | | Residuo Filtrable Volátil -mg/l. | |
| Sílice -mg/l. SiO ₂ | 18 | Sólidos Asentables | Hora mls/L |
| Conductancia Especifica -Micromhos/cm. 25°C | | Indice de Langeher | |
| R.A.S. | | pH de Estabilización | |
| Porcentaje Na Sobre Cationes | | Alcalinidad de Estabilización -mg/l. CaCO ₃ | |

OBSERVACIONES:

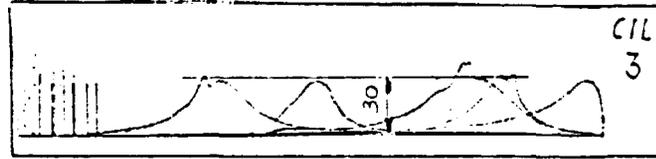
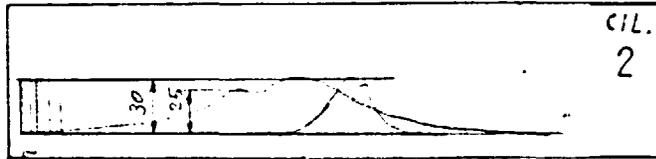
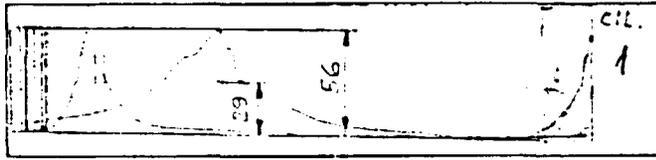
INSTITUTO DE
ENSAYOS E
INVESTIGACION

Bogotá, Noviembre 28 de 19 30

EDUARDO CRUZ TORRES
Ingeniero jefe

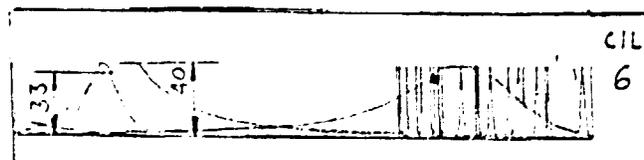
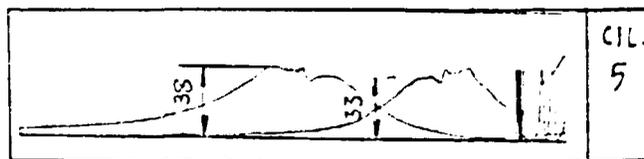
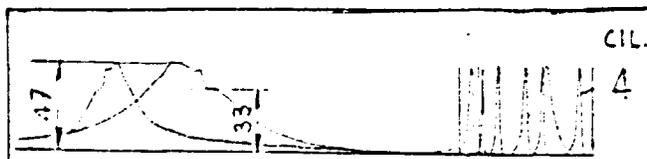
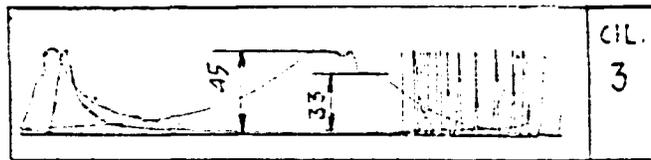
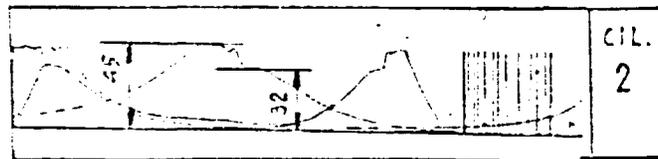
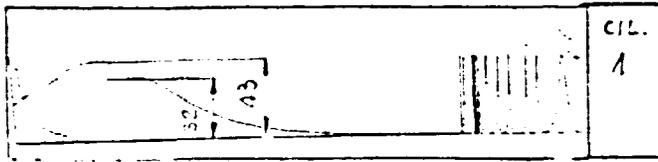
CENTRAL ELECTRICA DE LETICIA

Diagramas relacionados con el motor SULZER 3VD2511

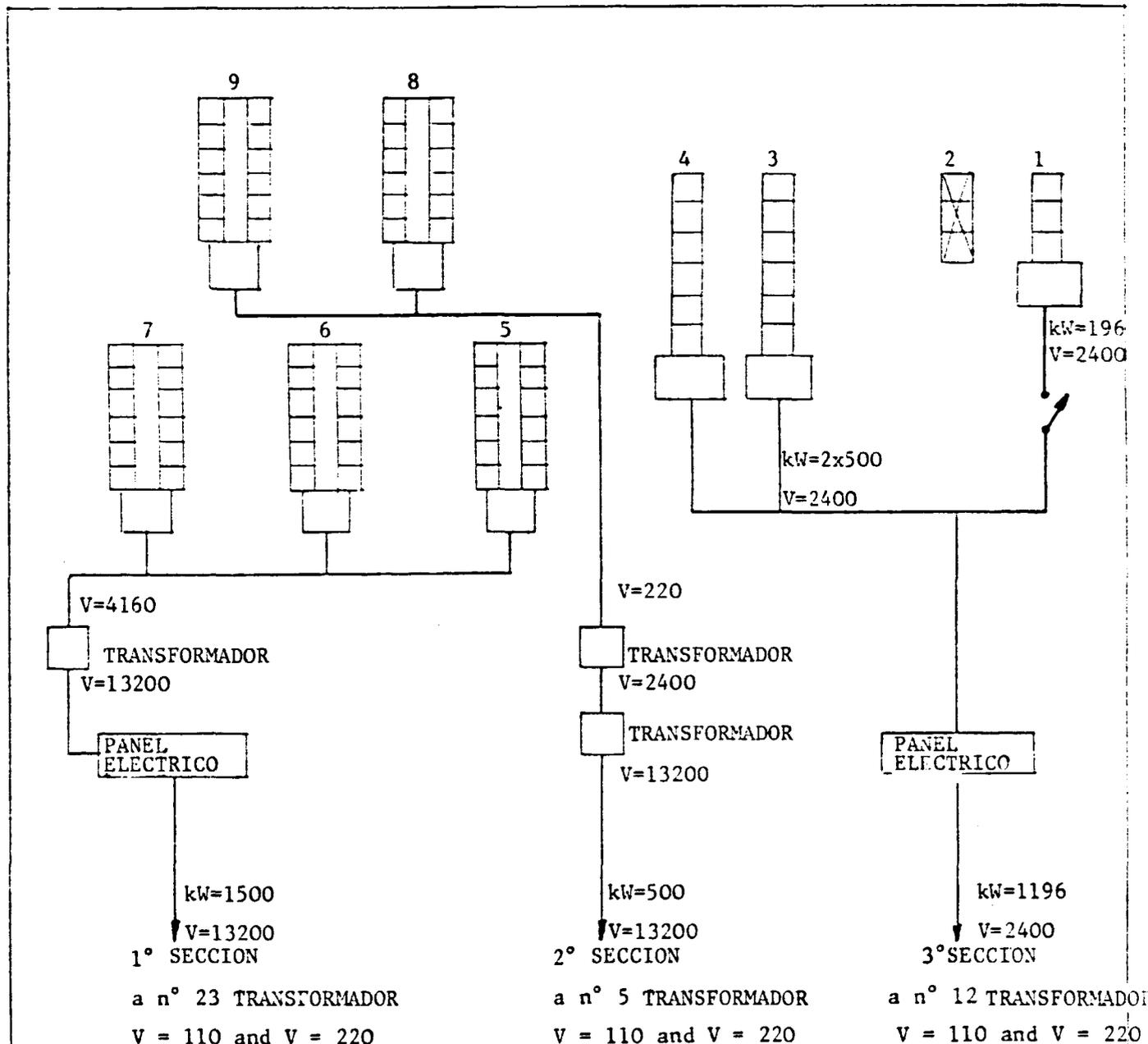


CENTRAL ELECTRICA DE LETICIA

Diagramas relacionados con los motores MAN G6 V23.5/33 ATL
RPM = 585 - V = 2320 - kW = 220



CENTRAL ELECTRICA DE LETICIA
 Disposicion grupos generadores empalmes eléctricos



CLASES DE GRUPOS - CONDICIONES

- 1 - Sulzer - 3VD2511 - CONDICIONES MECANICAS PRECARIAS - POR REVISAR
- 2 - Sulzer - 3VD2511 - DEMOLIDO
- 3 - Man - G6-V23.5/33- POR REVISAR
- 4 - Man - G6-V23.5/33- POR REVISAR
- 5 - Caterpillar - A 12cil. - EN SERVICIO
- 6 - Caterpillar - A 12cil. - EN SERVICIO
- 7 - Caterpillar - A 12cil. - PARADO
- 8 - Detroit GM - A 12cil. - EN SERVICIO
- 9 - Detroit GM - A 12cil. - EN SERVICIO

VISITA A LA CENTRAL ELECTRICA DE MOCOA

(Del 10 al 12 de Noviembre 1980)

Mocoa es la capital de Putumayo, ciudad con una población de 5000 habitantes aproximadamente, carente de actividades industriales, queda a 150 km. de la ciudad de Pasto.

La central eléctrica es de propiedad de la Intendencia, mientras que el ICEL provee solamente a la manutención y respectivas reparaciones.

SITUACION

La central eléctrica de Mocoa, en plena eficiencia debería suministrar una potencia eléctrica igual a 3494 KW, como puede observarse en el esquema adjunto. De los 7 grupos que mencionaremos a continuación, solamente están en servicio 2: el motor SKODA de 480 kW y la Hidroturbina PELTON de 220 kW. Dadas las pésimas condiciones mecánicas aún de estos 2 grupos, la carga distribuída no llega a ser ni siquiera de 500 kW en total. La energía que es insuficiente para el servicio completo de la ciudad se raciona a tiempos iguales, una a la vez, en las distintas zonas de la población.

En 1979 en vista de las precarias condiciones de la central, el ICEL tomo medidas para enviar a Mocoa una estación de emergencia autotransportada (numeral F). El traslado de la central, efectuado por calles y caminos tortuosos de montaña, duró alrededor de 2 meses empleando la colaboración de 50 personas. El

servicio de esta unidad duró solamente 192 horas. debido a que, durante un aguacero, un rayo dañó un transformador de línea inutilizando la estación misma. Este accidente podría haberse evitado si la planta hubiera estado dotada de las seguridades necesarias. Actualmente la planta está nula, en espera de algunos meses para el cambio de transformador. Dada la posición de la localidad, y la dificultad de empalmes por vías o carreteras para efectuar las dotaciones necesarias, muchas veces la central se queda sin combustible, y no teniendo reservas a disposición, debe suspender el servicio de energía eléctrica. En estos intervalos, el personal responsable de la central no ha efectuado las necesarias manutenciones a los grupos que la requieren.

ESTADO DE LOS GRUPOS EXISTENTES

A. Grupo N°1

Motor

SKODA- Modelo 6-275-A25, de 6 cilindros N°07710027-
ano de construcción 1968
720 HP- 600 revoluciones por minuto
Peso del motor 9200 kg.

Generador

Acoplado al generador BEZ-Bratislava
Modelo FK 466/16-12 N° BRA 206259
V = 2400-A=145- Kva=608 - KW = 480- Cos. 0.8

NOTAS

Actualmente es el único grupo térmico en servicio. El motor gira ininterrumpidamente, desde hace 3 años trabaja 24 horas al día, y en paralelo con una turbina hídrica alimenta la ciudad de Mocoa.

La unidad se encuentra en condiciones mecánicas desesperadas, carente de todos los instrumentos de control; las superficies externas cubiertas de capas de grasa debido a la pérdida de aceite y de combustible que nunca ha sido eliminada. No fué posible tomar datos acerca de temperatura, presión, y ni siquiera una serie de diagramas, ya que el borde de las llaves de conexión con el indicador estaba dañado.

En la central no existe ninguna pieza de repuesto para este tipo de motor, y por consiguiente su aprovisionamiento es más que dificultoso.

El enfriamiento agua y aceite se efectúa mediante refrigeradores independientes. Las bombas de agua están movidas por motor eléctrico, mientras que las de aceite están movidas por el motor mismo.

B. 1 Grupo

Motor

1 motor SKODA, de 8 cilindros

Generador

Acoplado al generador MEZ FRENSTAT

V= 231- A= 450- Kva=180- KW=144 - Cos. = 0.8

NOTAS

El motor se encuentra desmontado en partes desde ha-

ce 3 años por averías desconocidas. Las piezas se encuentran regadas en toda la central. sin ninguna manutención ni conservación.

Debido al tiempo transcurrido. muchas piezas se han perdido.

Las placas de prestación se perdieron, por lo tanto no aparece ningún otro dato aparte de los ya citados.

C. 3 Grupos

Motor

3 motores MAN, modelo 61.01101.3090K
165 HP- 1800 revoluciones por minuto

Generadores

Acoplados a generadores AEG
Modelo DKBL 283/04 DE 020
V= 230- A=352 -Kva=140- KW=110- Cos= 0.8

NOTAS

Los tres motores han sido desbaratados en sus partes. 2 por ruptura del árbol manivela, y 1 que está en revisión general.

Para los primeros dos motores se han pedido árboles nuevos, mientras que el tercero se encuentra en etapa de remontaje, habiendo llegado ya el árbol rectificado.

D. 1 Grupo

Motor

1 motor GMC-
Potencia= 330 HP

Generador

Acoplado a generador KATO
V= 480- A=330-Kva=274 - KW=220- Cos. 0.8

NOTAS

El grupo se encuentra inservible. Está depositado al externo de la central eléctrica.

E. 1 Turbina PELTON Grupo Hidroeléctrico
V= 525 - A=300 - Kva = 272- KW=220- Cos. = 0.8

NOTAS

El grupo está en servicio continuo en paralelo con el motor SKODA (numeral A). La alimentación hídrica se efectúa por caída de un curso de agua en posición superior a la central, a través de una tubería de hierro. La planta o instalación, en toda su sencillez mecánica, tendría necesidad de algunas intervenciones como reparaciones. En cuanto a pérdidas de agua por el conducto principal, sería necesario efectuar una revisión de la válvula de control de agua a la turbina, etc.

F. 1 Estación móvil, autotransportada ELECTRO MOTIVE
DIVISION La Grande Illinois-USA-
Modelo A-20-C1- Serv.Nº71-B1-1126A

Motor GM

Modelo 16-645-E4- Serie 71-B1-1065

Potencia:

V=2400/4160-A= 782/452 - Kva= 3250 - KW 2600

borghi e baldo ingg.

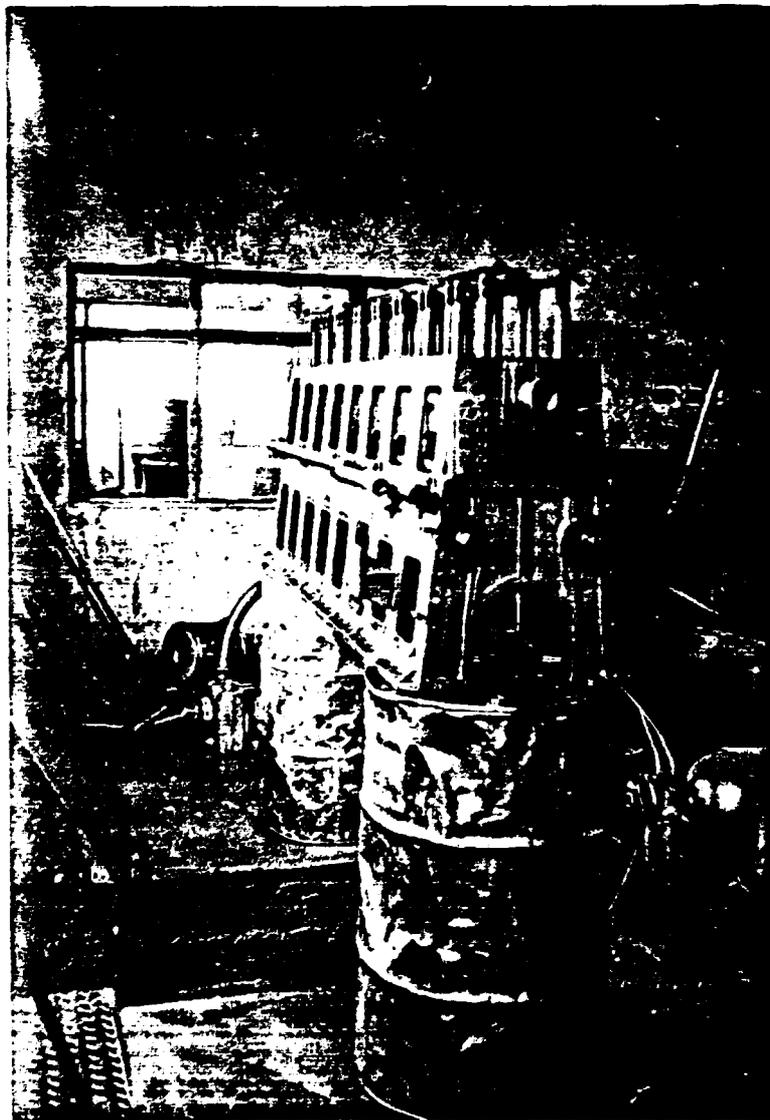
2004

6.

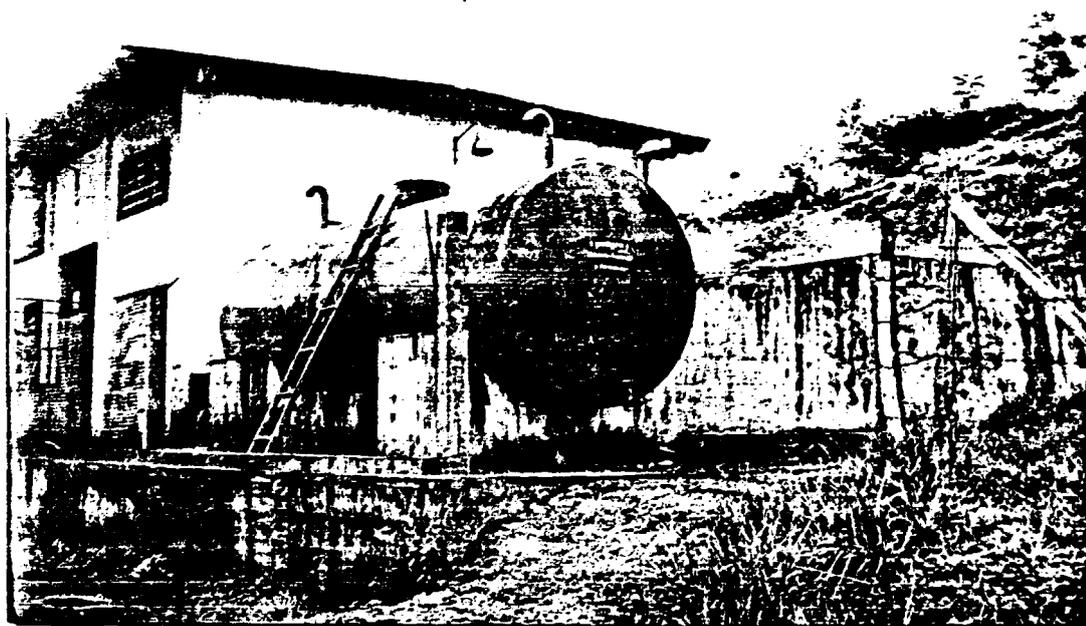
900 revoluciones por minuto

NOTAS

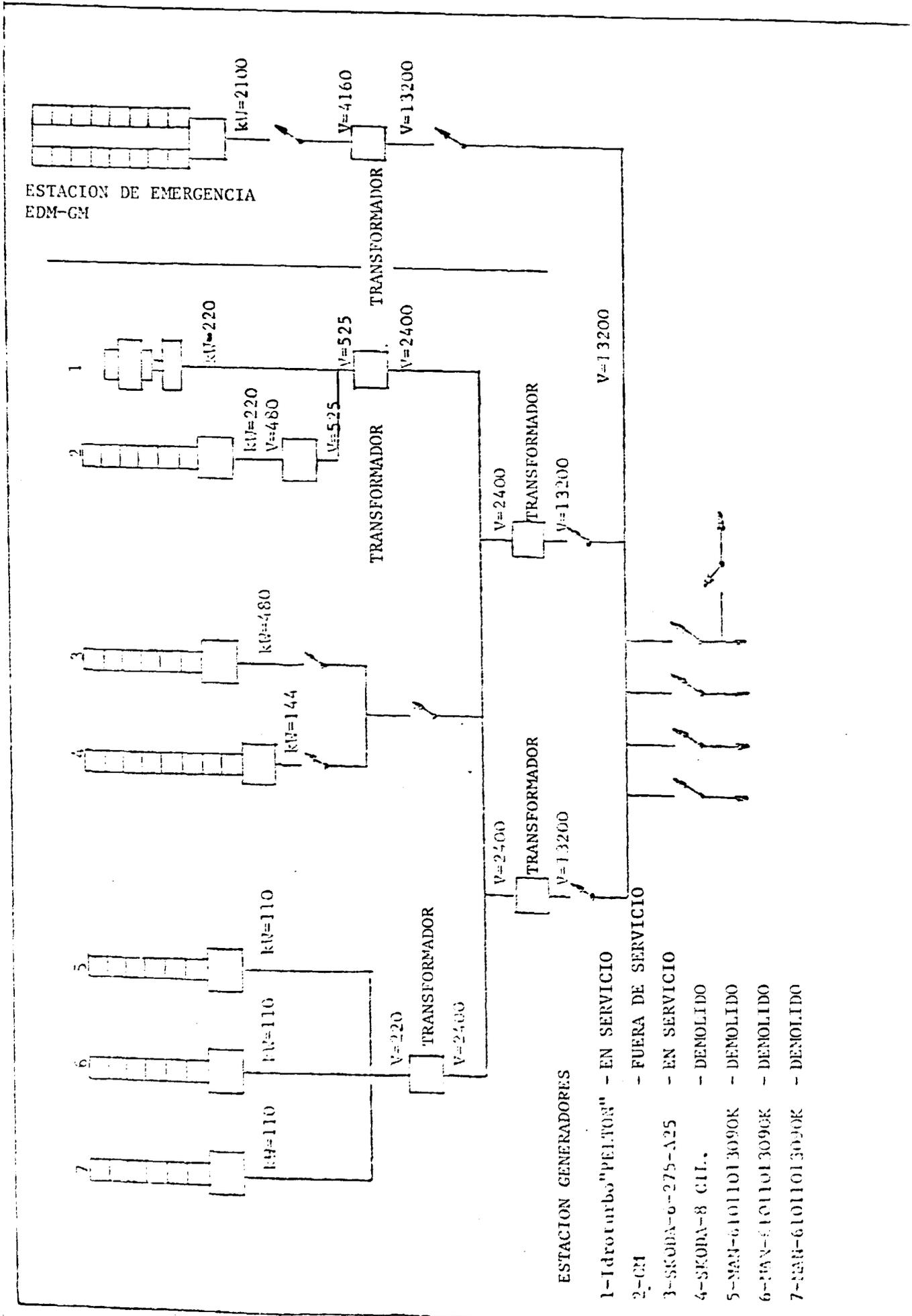
La estación en servicio de emergencia se encuentra actualmente fuera de servicio, por un daño en un transformador en la línea de distribución.



CENTRAL DE MOCOA: El personal de manutencion no dispone de equipos adecuatos



CENTRAL DE MOCOA : Tanzue de ACPM. No sè, prevee el
recupiente de contencion



ESTACION GENERADORES

- 1-Idrocarburo "PELTON" - EN SERVICIO
- 2-GM - FUERA DE SERVICIO
- 3-SKODA-6-275-A25 - EN SERVICIO
- 4-SKODA-8 CIL. - DEMOLIDO
- 5-SAR-6101101309OK - DEMOLIDO
- 6-SAR-6101101309OK - DEMOLIDO
- 7-SAR-6101101309OK - DEMOLIDO

VISITA A LA CENTRAL DE TUMACO (NARIÑO)

(del 14 al 16 de Noviembre 1980)

Ciudad del departamento de Nariño, colocada a orillas del Océano Pacífico, al sur de Colombia. Aproximadamente tiene 100.000 habitantes. Dispone de una central eléctrica eficientísima y de reciente construcción. Edificada y proyectada directamente por MAN, a "llave en mano", en el año de 1976. La edificación de esta central, que por motivos de montaje por parte de MAN duró cinco años. posee la siguiente situación de grupos.

SITUACION DE LOS GRUPOS EXISTENTESMotores

2 motores MAN, modelo 7L40/54A. 4 tiempos, sobrealimentados

Potencia 4375 HP - 450 revoluciones por minuto

Construcción N°603243- 603244

Generador

V= 4160 -A= 560-KW= 3220

NOTAS

La central está completamente terminada en todos y cada uno de sus detalles. Dispone de una sala auxiliar donde están organizadas todas las bombas, refrigerantes aceite. El motor podría funcionar también quemando combustible pesado, ya que posee toda la instalación necesaria para las distintas operaciones de depuración y calentamiento. La refrigeración del agua

se realiza por medio de refrigeradores con abanicos en la parte externa de la central.

Durante el día, la exigencia de corriente se compensa con un solo grupo, mientras que en las horas de la noche se ponen en servicio los 2 grupos. La carga de producción de la central es suficientemente amplia para la exigencia de consumo ya que la central está predispuesta para dotar también una refinería que todavía no está construida.

Equipos- Almacén

La central está dotada de todos los equipos para un buen funcionamiento, un buen servicio de manutención y de reparación.

En el almacén todo está conservado con precaución, las partes de repuestos son de número y tipo suficiente para proceder en caso de inmediatas intervenciones o daños.



En los cuadros adjuntos se muestran todos los datos de funcionamiento que se pudieron obtener, con la serie de los diagramas de presión de los cilindros.

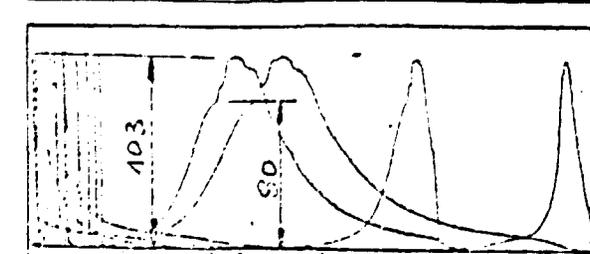
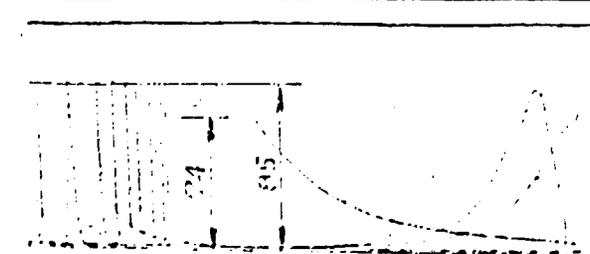
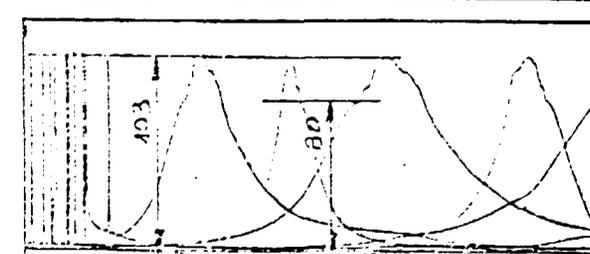
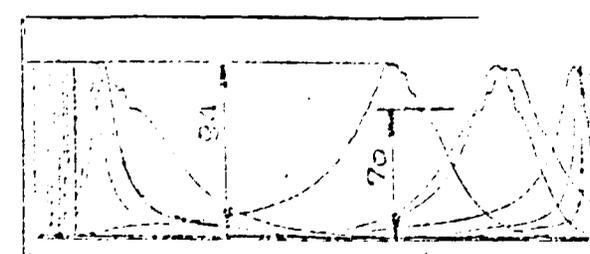
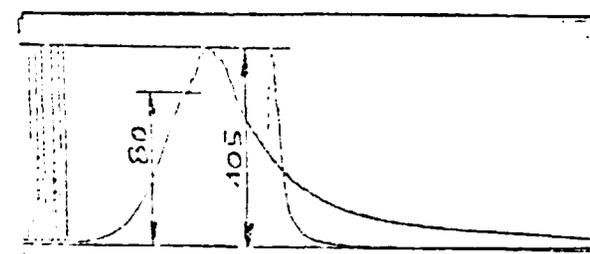
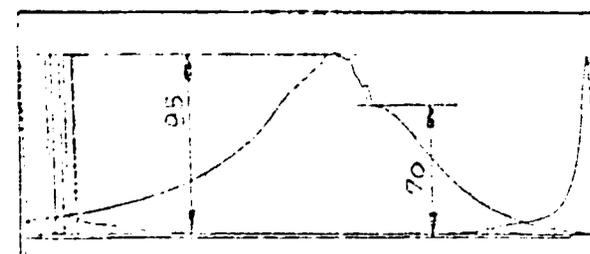
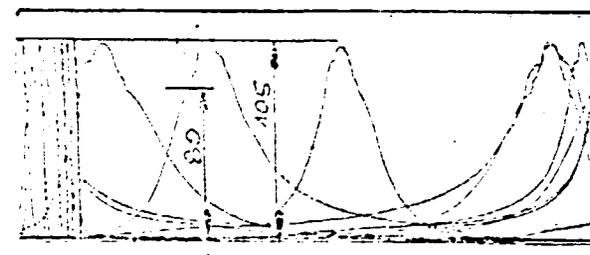
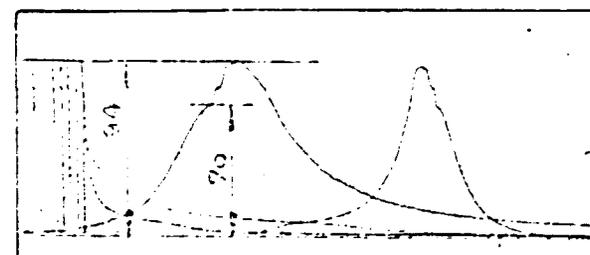
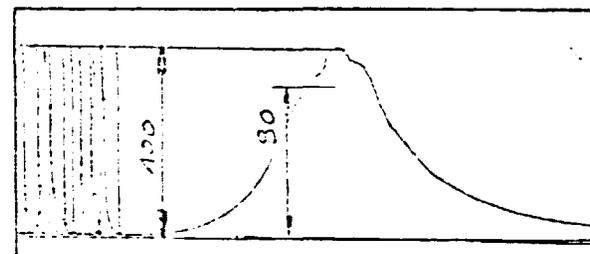
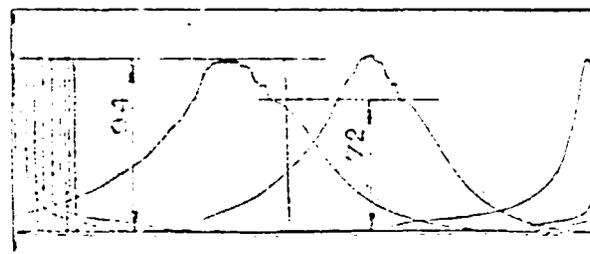
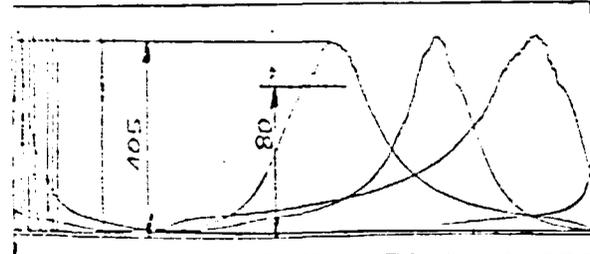
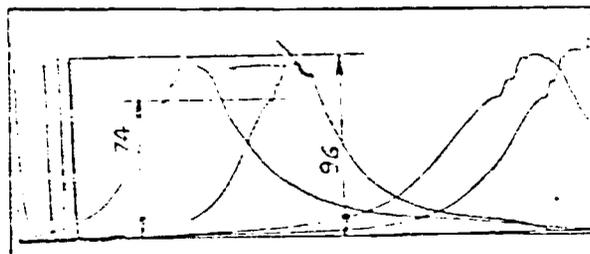
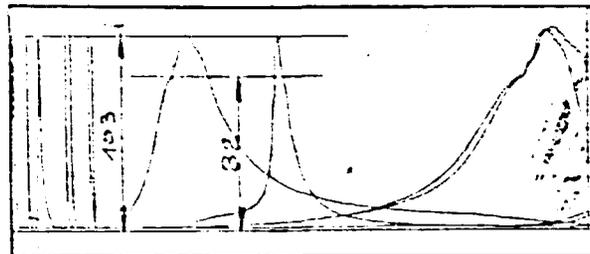
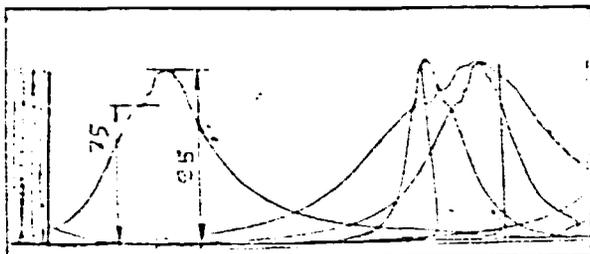
DATOS DE FUNCIONAMIENTO

| N° del Motor | 603243 | 603244 |
|--|---------------------|-----------------------|
| Fecha/Hora de tomada | 15 Nov. 80 Horas 11 | 16 Nov. 80 Hora 10.25 |
| Potencia en KW | 2050 | 2420 |
| Pos. leva combustible | 7.6 | 7.8 |
| Pos. indicador de carga | 7.6 | 7.8 |
| Turbo soplante Revol./min. | 13500 | 14500 |
| <u>Presiones en Kg./cm²</u> | | |
| Aire lavado | 1.25 | 1.47 |
| Agua refrig. aire | 2.5 | 2.5 |
| Agua enfriamiento inyect. | 3.0 | 3.1 |
| Agua enfriamiento motor | 2.5 | 2.6 |
| Aceite lubrif. coj. banco | 1.5 | 1.6 |
| Aceite lubrif. motor | 4.0 | 3.9 |
| Aceite lubrif. turbosoplant. | 1.2 | 1.6 |
| <u>Temperatura °C</u> | | |
| Aire lavado | 55 | 56 |
| Agua enfriam. entrada | 55 | 57 |
| Agua enfriam. salida | 70 | 70 |
| Aceite entrada | 35 | 34 |
| Aceite salida | 50 | 52 |
| Gas de descargo motor | 350 | 390 |
| Cil. N° 1 | 400 | 420 |
| " 2 | --- | 400 |
| " 3 | 420 | 425 |
| " 4 | 400 | 360 |
| " 5 | 400 | 400 |
| " 6 | --- | 412 |
| " 7 | 460 | 470 |
| <u>Entrada turbosoplante</u> | | |
| Pos. 1 | 460 | 470 |
| " 2 | 470 | 480 |
| " 3 | --- | 500 |
| " 4 | 500 | 480 |
| Salida del turbosoplante | 385 | 380 |

s.p.a

MOTOR n° 603243

MOTOR n° 603244



Kraftstoff-Untersuchung

13605

GB Auftrags-Nr. 10 724

QWC-Nr.

Schwerölprobe HCCPETROL No. 3 mit 15 % Dieselöl, vorgesehen für Anlage
Tumaco/Bogota zu TL 40/54 4, 603 243 /244.

Lieferant: TUMACO-Bogota

Angezeigt mit: Monat: Aug, Jahr: 06, 08, 80

Eingang: 20.08.80

Plastikflasche

Menge: 1

Untersuchung genehmigt: *[Signature]*

| | angegeben in | Prüf- Schritt DIN Nr. | Ermittelte Kenndaten | | | |
|---|--------------------|-----------------------------|--|----------------------------|--|---|
| Farbe | | | <i>schwarz</i> Farbwert. | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dichte bei 15° C | g/ml | 51757 | <i>0,950</i> | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Wassergehalt | Gew.-% | 51532 | <i>0-max. 0,1</i> | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Viskosität | mm ² /s | 51550 | bei <i>50</i> °C <i>207</i> mm ² /s (cSt) | | | E |
| | (cSt) bzw. E | | bei °C = | mm ² /s (cSt) = | | E |
| | | | bei °C = | mm ² /s (cSt) = | | E |
| Flammpunkt im offenen Tiegel (Marcusson) | °C | 51584 | | | | |
| Flammpunkt im offenen Tiegel (Cleveland) | °C | 51376 E | | | | |
| Flammpunkt im geschl. Tiegel (Abel-Pensxy) | °C | 51755 | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Koksrückstand nach Conradson | Gew.-% | 51531 | <i>10,0</i> | | | |
| Unverbreinliches (Asche) | Gew.-% | 51575 | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Tropfenprobe | | | | | | |
| In Benzin Unlösliches | Gew.-% | 51592 | | | | |
| Anilinpunkt | °C | 51775 | | | | |
| Schwefel | Gew.-% | 51768 | | | | |
| Errenwert (H ₂) | J/g (Kcal/kg) | 51300 | | | | |
| Heizwert (H ₁) | J/g (Kcal/kg) | 51300 | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Hot Filtration Test (HFT) | Gew.-% | | <i>0,050</i> | | | |
| Siedeverlauf | | 51751 | | | | |
| Beginn bei | °C | 51751 | | | | |
| es destillieren bis | | | | | | |
| Siedekennziffer n. Wa. Catwalk | °C | | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Vanadiumgehalt | mg/kg | 51790 | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Natriumgehalt | mg/kg | 51797 | <i>1200</i> | <i>10</i> | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> V ₂ O ₅ -Gehalt der Asche | Gew.-% | | | | | |
| Na ₂ SO ₄ -Gehalt der Asche | Gew.-% | | | | | |
| Na ₂ O-Gehalt der Asche | Gew.-% | | | | | |
| Spektrographische Analyse des | | | | | | |
| Unverbreinlichen (Asche) | | | | | | |
| | | | vorwiegend: | | | |
| | | | untergeordnet: | | | |

Bemerkungen:

Durchschlag über GB an:

Abt. G.W. Werk Augsburg, den
Dr. 9016 2000 091 2

Unterschrift

[Signatures]

borghi e baldo ingg.
S.O.S.

Werk Augsburg, _____

Kraftstoff-Untersuchung

13604

OB Auftrags-Nr. 10 723

QWC-Nr.

Schwerölprobe ECOPETROL No.2 mit 10 % Dieselöl, vorgesehen für Anlage
Tumaco/Bogota 2x 7L 40/54 A, 603 243 /244.

Lieferant: ICEL-Bogota

Angezeigt mit Vers.-Nz. vom 05.03.80

Eingang 20.08.80

Plastikflasche

Menge: 1

Untersuchung genehmigt:

| | angegeben in | Prüf- schritt DIN Nr | Ermittelte Kenndaten |
|---|------------------------------------|----------------------------|--|
| Farbe | | | <i>rotbraun</i> Farbwert: |
| Dichte bei 15° C | g/ml | 51757 | <i>0,956</i> |
| Wassergehalt | Gew.-% | 51592 | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Viskosität | mm ² /s (cSt) bzw. E | 51550 | bei <i>50</i> °C <i>207</i> mm ² /s (cSt) E |
| | | | bei °C = mm ² /s (cSt) = E |
| | | | bei °C = mm ² /s (cSt) = E |
| Flammpunkt im offenen Tiegel (Marcusson) | °C | 51584 | |
| Flammpunkt im offenen Tiegel (Cleveland) | °C | 51376 E | |
| Flammpunkt im geschl. Tiegel (Aber-Pensky) | °C | 51755 | |
| Koksrückstand nach Conradson | Gew.-% | 51551 | |
| Unverbranntes (Asche) | Gew.-% | 51575 | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Tropfenprobe | | | |
| In Benzin Unlösliches | Gew.-% | 51592 | |
| Anilinpunkt | °C | 51775 | |
| Schwefel | Gew.-% | 51758 | |
| Brennwert (H.) | J/g (Kcal/kg) | 51900 | |
| Heizwert (H.) | J/g (Kcal/kg) | 51900 | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Hot Filtration Test (HFT) | Gew.-% | | <i>0,050</i> |
| Siedeverlauf | | 51751 | |
| Beginn bei | °C | 51751 | |
| es destillieren bis | | | |
| Siedekennziffer n. Wa. Ostwald | °C | | |
| Vanadiumgehalt | mg/kg | 51790 | |
| Natriumgehalt | mg/kg | 51797 | |
| V ₂ O ₅ -Genalt dar Asche | Gew.-% | | |
| Na ₂ CO ₃ -Genalt dar Asche | Gew.-% | | |
| Na ₂ O-Genalt der Asche | Gew.-% | | |
| Spektrographische Analyse des Unverbranntes (Asche) | | | |

13604



Bemerkungen:

Durchschlag über OB an:

Abt. C.V. Werk Augsburg, den

20. Sept. 80

Unterschrift:

[Signature]

Dr. ...

Kraftstoff-Untersuchung

13603

GB Auftrags-Nr. 10 722

GWC-Nr.

Schwerölprobe ECCPETROL No.1 mit 5 % Dieselloel, vorgesehen für Anlage

Tunaco/Bogota 2x 7L 40/54 A. 603 343 /244.

Lieferant: ICEL-Bogota

Angezeigt mit: Vers. Anz. vom 06.08.80

Eingang: 20.08.80

Flastikflasche

Menge: 1 l

Untersuchung genehmigt: *[Signature]*

| | angegeben in | Prüfver- schritt DIN Nr. | Ermittelte Kenndaten | | |
|--|------------------------------------|--------------------------------|---------------------------|----------------------------|------------------------------|
| Farbe | | | Farowert. | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dichte bei 15° C | g/ml | 51757 | 0,962 | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Wassergehalt | Gew.-% | 51582 | 0-max. 0,1 | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Viskosität | mm ² /s (cSt) bzw. E | 51550 | bei 50 °C | 514 | mm ² /s (cSt) = E |
| | | | bei °C = | mm ² /s (cSt) = | E |
| | | | bei °C = | mm ² /s (cSt) = | E |
| <input checked="" type="checkbox"/> Flammpunkt im offenen Tiegel (Marcusson) | °C | 51554 | | | |
| | °C | 51376 E | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Flammpunkt im geschl. Tiegel (Pensky) | °C | 51755 | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Koksrückstand nach Conradson | Gew.-% | 51551 | 0,001 | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Unverbrenliches (Asche) | Gew.-% | 51575 | 7,3 | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Tropfenprobe | | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> In Benzin Unlösliches | Gew.-% | 51592 | | | |
| Anilinpunkt | °C | 51775 | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Schwefel | Gew.-% | 51763 | 1,14 DIN 51425 I 2 | | |
| Brennwert (H.) | J/g (Kcal/kg) | 51900 | | | |
| Heizwert (H.) | J/g (Kcal/kg) | 51900 | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Hot Filtration Test (HFT) | Gew.-% | | 0,086 | | |
| Siedeverlauf | | 51751 | | | |
| Beginn bei | °C | 51761 | | | |
| es destillieren bis | | | | | |
| Siedekennziffer n. Wa. Ostwald | °C | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Vanadiumgehalt | mg/kg | 51730 | 230 | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Natriumgehalt | mg/kg | 51797 | 1210 | | |
| V ₂ O ₅ -Gehalt der Asche | Gew.-% | | 64 | | |
| Na ₂ SO ₄ -Gehalt der Asche | Gew.-% | | 18 | | |
| Na ₂ O-Gehalt der Asche | Gew.-% | | 1 | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Spektrographische Analyse Gas | | | vorwiegend: V, Na, Ni, Fe | | |
| Unverbrenliches (Asche) | | | untergeordnet: Ca, Si, Cu | | |

Bemerkungen:

Durchschlag über GB an:

Abt. CA, Werk Augsburg, den

[Signature] 20. 8. 80

Unterschrift:

[Signature]

VISITA A LA CENTRAL DE LLORENTE

(Noviembre 14 de 1980)

Localidad de Nariño, situada en la carretera que va de Pasto a Tumaco.

ESTADO DEL GRUPO EXISTENTE

Motor

Un motor DETROIT, acoplado a un generador DELCO

Grupo modelo E64403-N° 25 E 71

V= 220

A= 394

Kva= 150

KW = 120

NOTAS

El grupo está organizado en una cabaña de madera, al servicio de una pequeña población de gente de color. En 5712 horas de servicio se produjeron 126400 KW iguales a una media de 22 KW/hora.

En la fecha antes indicada, el grupo estaba en paro por agotamiento de la batería de arranque.

Condiciones:

Equipamiento de emergencia, con cables de unión volantes- limpieza que deja mucho que desear- El radiador para la refrigeración del agua estaba atascado de insectos.

Cuando el grupo funciona, su actividad se limita a 4 horas al día.

ANEXO 6

VISITA A LA CENTRAL ELECTRICA DE YOPAL

(Noviembre 28 de 1980)

Yopal es el centro principal de Casanare. Ciudad con 4000 de habitantes aproximadamente, fundada hace 10 años para incrementar y poblar la rica zona de pastos y agricultura.

Actualmente no posee actividades industriales ni comerciales.

ESTADO DE LOS GRUPOS EXISTENTES

A. 1 grupo

Motor

MAN Maybech Mercedes Benz- Motoren und turbinen-union.

Modelo mtu MA 6R362AA30PC N° 306410

Año de construcción 1971

Potencia HP = 240 - revoluciones por minuto=1200

Generador

Acoplado a generador AEG

Modelo S/R/80DE/ÉD - N°413424

V= 230-A=A=456 -Kva =182 -KW=145-Cos.=0.8

NOTAS

Motor con aspiración directa, enfriamiento mediante radiador a ventilador-bombas para líquidos incorporadas al motor.

Debido a la escasa manutención se encuentra en condiciones mecánicas precarias, carente de todos los

instrumentos de control.

B. Una central autotransportada

Motor

Tipo MAN- A N°6 cilindros- sobrealimentado

Modelo MA6R362S830 - N°30616

Año de construcción 1971-

Potencia 450 HP - revoluciones por minuto=1200

Generador

Acoplada al generador AEG Modelo SJRJ100 e/6D

N°806687, 230 V, 816A, 325 Kva.- 260 kW, Cos. 0.8

NOTA

Central funcionando pero necesitada de una revisión general.

Funciona en paralelo con el grupo descrito en el numeral A, con control manual.

C. 1 grupo completo IDE Motr sobrealimentado DETROIT

Datos de la placa:

Serie D 2371-1-0801160

Connected AS

V=220-Kva=720 - KW=600- Cos.=0.8 - 1800 Revoluciones/l'

NOTA

El grupo se añade en servicio a los actuales, para potenciar la red de distribución.

Dado a las características técnicas, diferentes a las de los otros grupos, no puede ser alineado en paralelo.

SITUACION GENERAL

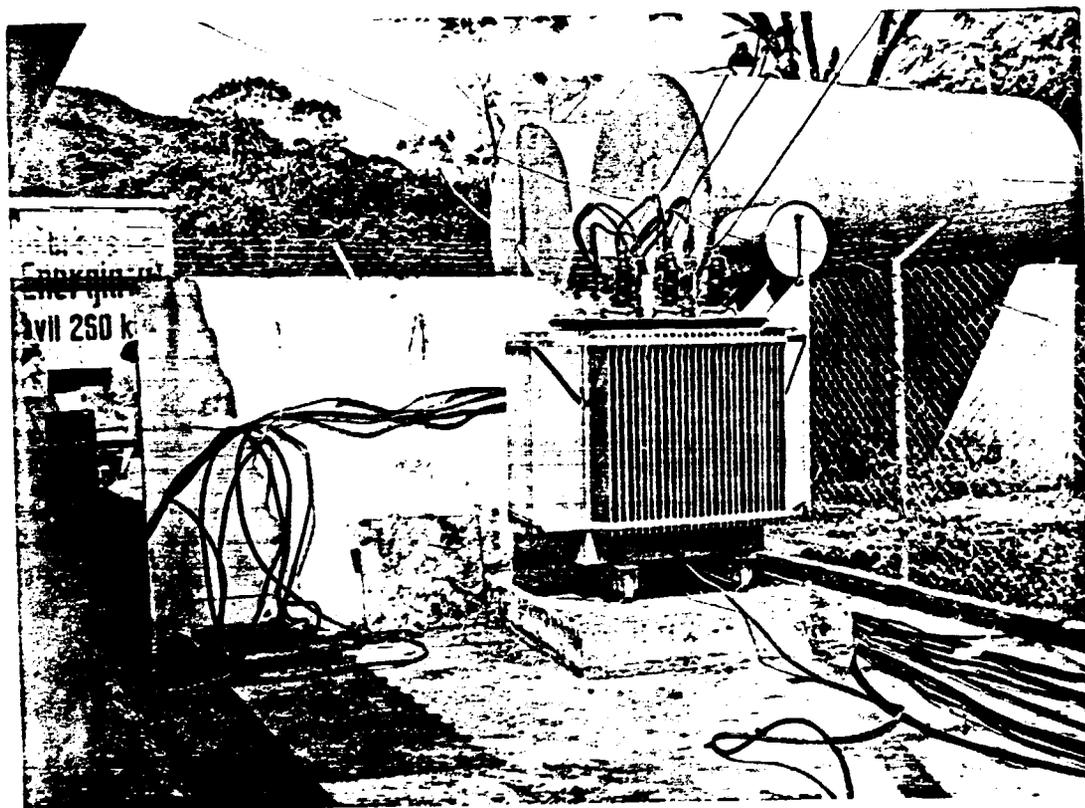
Los dos grupos existentes, dadas las pésimas condicio-

nes mecánicas, producen una potencia mucho más inferior a la citada en la placa del suministro.

Por la insuficiente erogación de corriente eléctrica, que satisface solamente la planta de iluminación privada de la población, el ICEL, proveera a potenciar la planta, con la añadidura de un nuevo grupo (numeral C.), que está ya en camino de organización.

También en este central como en las demás, la conducción y manutención de los grupos, viene efectuada por personal de escasa preparación, y por lo mismo es muy precaria.

La central carece de cualquier clase de equipos para reparaciones, dispone únicamente de cualquier bomba común. El almacén está vacío, y no existen repuestos a disposición para ninguna clase de motor.



CENTRAL DE YOPAL: Los cables deben descargarse en manera correcta con el fin de evitar un rapido desgaste.

VISITA A LA CENTRAL ELECTRICA DE AGUAZUL

(Noviembre 29 de 1980)

Pecueño centro habitado por algún millar de personas. No posee ninguna actividad comercial ni industrial. La central eléctrica en dotación es un grupo de pequeña capacidad, sirve exclusivamente para la iluminación civil nocturna.

SITUACION DEL GRUPO EXISTENTE

A. 1 grupo marca DETROIT, potencia de 120 KW

NOTA

NO ha sido posible tomar otros datos, ya que el local estaba cerrado por daño de la central desde hacia varios días, y el personal encargado no se pudo encontrar.



Ministerio de Minas y Energía
Instituto Colombiano de Energía Eléctrica

INFORME TECNICO DE LOS DOS GRUPOS DE GENERACION
ELECTRICA SULZER OERLIKON DE 2380 KW DE PROPIE-
DAD DE LA ELECTRIFICADORA DE BOLIVAR.


Borghini e Caldo Ingg.
S.p.A.
consulenza e progettazione industriale
20122 Milano - corso Matteotti 15
telefono 3370

P. BRESIEGER Y C. BOATI

Bogotá, Noviembre 26 de 1980

Proyecto ONUDI SI/COL/80/801

1. OBJETIVO :

Por solicitud de ICEL dentro del proyecto GNUDI SI/COL/80/801, en fecha 24 y 25 de noviembre/80, se efectuó una visita a la planta de Manga (Cartagena) para la inspección de dos grupos Diesel de generación eléctrica Sulzer - Oerlikon instalados en esa localidad.

Se entrevistó al Ing. RAFAEL DEL CAMPO - JEFE DIVISION DE MANTENIMIENTO - ELECTRIFICA - DORA DE BOLIVAR.

Se anexan seis (6) fotocopias de los dibujos de los motores tal como se encuentran en el Manual de Mantenimiento de la fábrica. Los números de descripción de las partes corresponden a estos dibujos.

2. DESCRIPCION DEL EQUIPO. ESTADO ACTUAL.
CONTROLES Y OPERACIONES DE MANTENIMIENTO
PARA LA NUEVA PUESTA EN SERVICIO.

- a. Dos (2) motores Sulzer : a dos tiempos, modelo 10TPF 48, No. 13925 y 13701, con aspiración natural.
- Disposición del motor : En línea
 - RPM : 257
 - Potencia Máxima : 3600 H. P.
 - Potencia Continua : 3200 H. P.
 - Número de cilindros : 10 con diámetro de 480 mm.
 - Año de fabricación est: 1950
 - Año de diseño del modelo : 1938
 - Año de discontinuación de la producción motores : 1955
 - Motores estacionarios, no reversibles, con regulador de velocidad mecánico.

- Dispositivo de arranque : con aire compri-
mido sólo en 5 ci-
lindros.
- Dos bombas de aceite incorporadas.

b. Dos (2) generadores con acople directo (rígido) al mo-
tor mediante bridas.

- Marca : OERLIKON-20RICH
- Modelo : SGD 550 - 88
- Trifásico con corriente alterna
- Número : C6N 902466 M01 -
88 1449-M01
- Conexión : E stella
- V : 4160
- A : 430
- KVA : 3.100
- Cos ϕ : 0.75

- KW : 2325
- Hz : 60
- Excitatriz independiente
- Tipo E4-44 No. 902466 M02.1
- V : 220
- A : 120
- KW : 26,4

Cada motor tiene como auxiliares :

- Un (1) Intercambiador de aceite - agua dura
- Un (1) Intercambiador agua de enfriamiento
agua dura.
- Dos (2) Bombas de agua con motores eléctricos independientes.
- Una (1) Bomba de aceite con motor eléctrico independiente.

- Dos (2) Filtros de aceite
- Un (1) Filtro para ACPM
- Un (1) Tanque para aire comprimido con una capacidad de 800 lt a 40 Kg/cm².
Probados por la Lloyd Register en 1952.
- Un (1) Compresor de aire para el arranque accionado por el motor mismo.
- Tres (3) Alarmas eléctricas para controlar temperatura y presión del agua y el aceite.

d. Estado de los Motores :

El motor No. 13925 está desarmado en un 80%. Este motor se dañó en el año 1973, debido a una falla en la circulación del aceite que pegó el casquete de biela al

cigüeñal, provocando la torsión de éste y parando el motor inmediatamente.

En el almacén se encuentra una parte del cigüeñal completamente nueva para cinco (5) cilindros que no fué cambiada.

Todas las partes desarmadas están en el almacén en completo desorden y sin protección de grasa. Después de hecha la inspección hay los siguientes faltantes :

- 10 pistones parte inferior, indicando con el No. 15.
- Una biela No. 16
- Una bomba de combustible, No. 23
- Accesorios como válvulas de admisión No. 121,

válvulas de regulación de agua de enfriamiento de las camisas No. 182; tuberías varias, tornillos, empaquetaduras.

El Motor No. 13701 está armado y puede funcionar. Se sacó de servicio en Mayo de 1980, fecha desde la cual no se arranca ni se le hace mantenimiento.

Partes que necesitan revisión o sustitución :

- Cigüeñales (3 partes : 2 partes para 5 cilindros cada una y una parte para las dos bombas de aire). Debido a las muchas horas de servicio (60.000 u 80.000 horas) se necesita rectificar el cigüeñal del motor 13701 en su longitud total. Para el motor dañado (13925) las otras dos partes del cigüeñal que no se piensa sustituir, se debe controlar con ultrasonido para observar fisuras y/o

tensiones internas. Igualmente se debe controlar alineamiento. La parte del cigueñal nueva debe ser rectificada al mismo diámetro de las partes viejas. Se deben sustituir todos los tornillos de acople de las 3 partes de cigueñal.

- Casquetes de bancada de biela. Se necesita rehacer todos los casquetes y luego ajustarlos a la nueva medida del cigueñal.

Todos los tornillos correspondientes a los cojines de bancada y de biela deben ser reemplazados con tornillos de diámetro superior alesando el agujero pasante para evitar el juego.

Se necesita rectificar todos los pasadores de pistón No. 153.

- Camisas, cilindros y pistones. Chequear el diámetro interior de las camisas y si es superior al permitido sustituirlas.

Indicativamente se necesita cambiar todas las camisas, debido a los 25 años de servicio. Chequear las medidas o juego del alojamiento de los anillos y el diámetro exterior de la cabeza del pistón. Si estas medidas están fuera de los límites se deben sustituir todos los anillos. Chequear los diámetros de la parte inferior de los pistones si las hay. Si están fuera de los límites se deben sustituir.

- Cabezas de cilindro, inyectoros, válvulas de arranque, válvulas de seguridad, válvulas de escape y válvulas de regulación del agua de enfriamiento, llaves de prueba de presión.

Chequear con prueba hidráulica la hermeticidad de la cámara de enfriamiento de la cabeza de cilindro. Si hay fugas se debe sustituir la cabeza dañada.

Rectificar las superficies de contacto de todas las válvulas, de los inyectores y ^{la} superficie de contacto entre culatas y camisas.

Desincrustar todos los conductos del agua y la parte superior de las cámaras de combustión.

Calibración de los inyectores con sustitución de las toberas y de otros accesorios desgastados.

Limpiar y desincrustar todas las demás partes.

Sustituir todos los espárragos de fijación entre

culatas y bloque debido a la fatiga del material.

- Bombas de combustible.

Desarmar y limpiar completamente todas las partes. Esmerilar todas las superficies de contacto. Debido al desgaste por un largo uso, se deben cambiar los embolos, No. 236, las válvulas de succión No. 2325, las válvulas de salida No. 2326 y otras partes que aparezcan desgastadas.

- Levas y rodillos de las bombas de combustible.

Chequear el perfil de todas las levas y rodillos. Si están desgastadas cambiarlas totalmente.

- Regulador, Este regulador de tipo mecánico no se adapta a la generación eléctrica en paralelo por que no es muy sensible a los cambios bruscos o pequeños de carga.

Se puede sustituir con un tipo hidráulico, pero se requiere modificar todos los mecanismos de levas de comando de las bombas de combustible para cada cilindro.

- Cárter y Bloque. Después de desarmar todas las partes, el cárter y el bloque se debe limpiar, desincrustar y eliminar todos los depósitos de aceite, de combustible, de polvo y toda la pintura. Posteriormente se debe pintar con una pintura resistente al ataque del aceite y del combustible.
- Todas las demás partes como engranajes de distribución, ejes de comando, lubricadores Bosch, las bombas incorporadas de aceite, equipo de arranque, llaves en general, múltiples de escape, múltiple de admisión y otras, se deben revisar para su cambio si es necesario.

e. Estado de los Generadores .

Los generadores están en condiciones de operación.

Igualmente se necesita una revisión general, una limpieza en general, hacer un control de alineamiento y balanceo, hacer control del estado del aislamiento de las escobillas, de los conductores y de la excitatriz.

Se deben sustituir los anillos colectores y las partes mecánicas que se encuentren desgastadas.

f. Tableros de Control.

Se necesita limpiar y pintar toda la carpintería metálica. Chequear el buen funcionamiento y la calibración de todos los instrumentos y también de las protecciones eléctricas.

Se necesita sustituir algunos instrumentos dañados y los instrumentos viejos que no son muy precisos. Se requiere adaptar todo el sistema eléctrico a las normas de calidad y seguridad vigentes.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES :

Como resultado de la inspección a los dos grupos no se recomienda la compra por parte de ICEL de los grupos en estudio por las siguientes razones :

- a. Debido al año de fabricación, los motores después de su revisión y reparación tendrían una vida útil no superior a 8 - 10 años.
- b. Las dimensiones generales y la grande relación peso potencia instalada implica un alto costo de transporte

y de obras civiles especialmente si se van a des
tinar para Leticia.

- c. Eventualmente, si se necesita, no se puede ampliar la capacidad de generación en el futuro con otro motor similar, por que este modelo no se produce actualmente por estar descontinuado desde el año 1955.
- d. Se necesita una revisión general y la presencia de un técnico - Sulzer para el nuevo arranque (siempre y cuando la Sulzer se interese en enviar un técnico para este modelo).
- e. Es difícil conseguir todos los repuestos necesarios, especialmente los originales. El costo de los repuestos necesarios no se puede estimar correctamente pues se requiere una inspección

minuciosa y con el equipo de medición apropiado para determinar exactamente el estado de cada parte. Igualmente se requiere que hayan ofertas de Sulzer o de otro fabricante. Indicativamente el gasto no será inferior a \$ 8.000.000 cada motor.

- f. Estos motores no pueden trabajar en paralelo debido al regulador que es de tipo mecánico. Si se sustituyen estos reguladores por tipo hidráulico el costo es indicativamente no menos de \$1.000.000 cada máquina.
- g. Se necesita una revisión general de todo el equipo auxiliar (refrigeración, escape, tubería, bombas torres de enfriamiento, instrumentación, etc.) del cual hay que comprar una gran parte, después de un nuevo diseño para el sitio destinado.

- h. Se necesita una revisión general del generador y los tableros de control, con sustitución de muchas partes eléctricas y mecánicas.

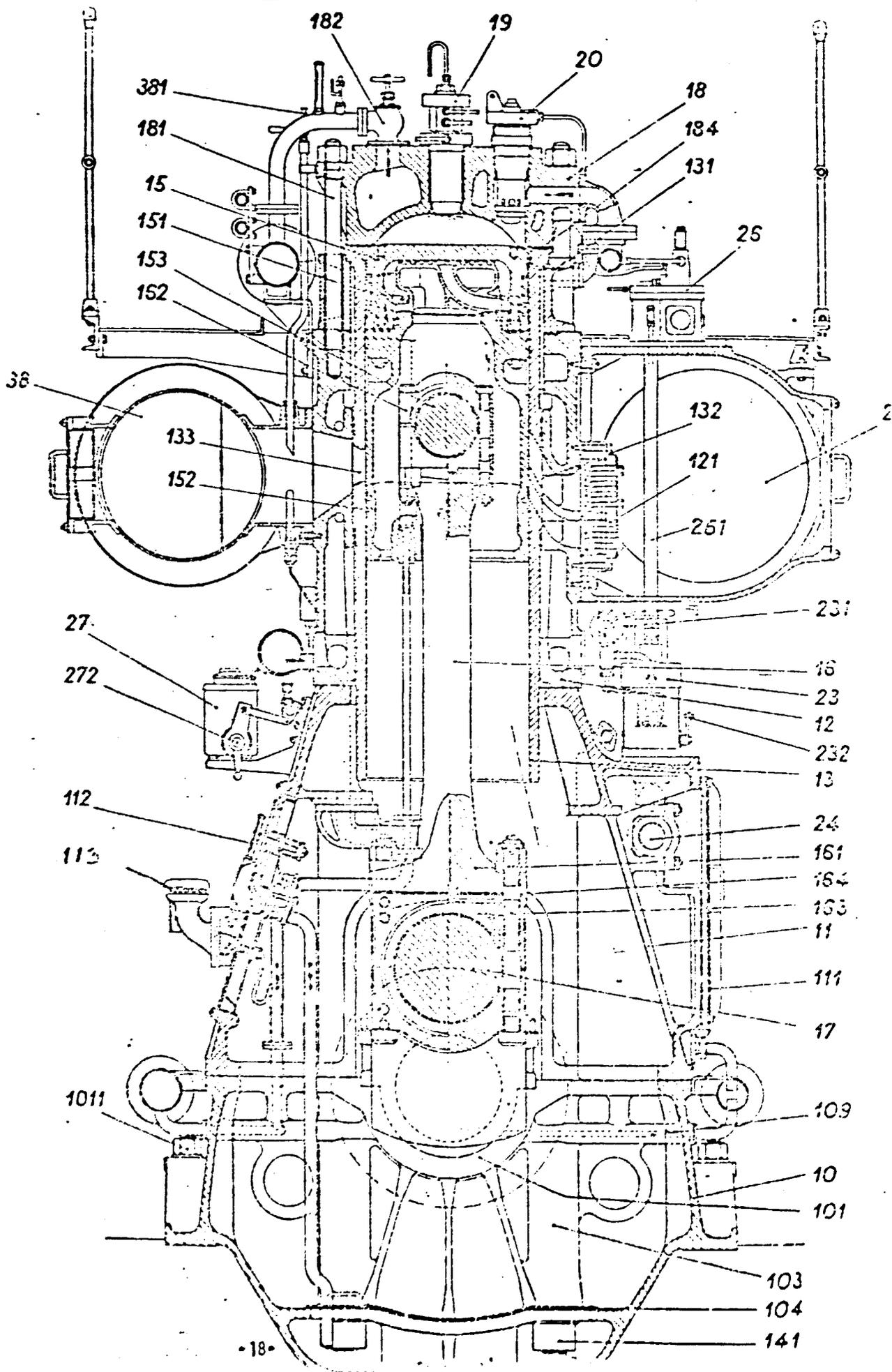
- i. Estos motores consumen combustible en una cantidad evaluada en 248 gramos de ACPM por KW-HR producido. Este valor es superior a un 10% del consumo de un motor de diseño más reciente. Se hace la observación de que estos motores no pueden trabajar con Bunker.

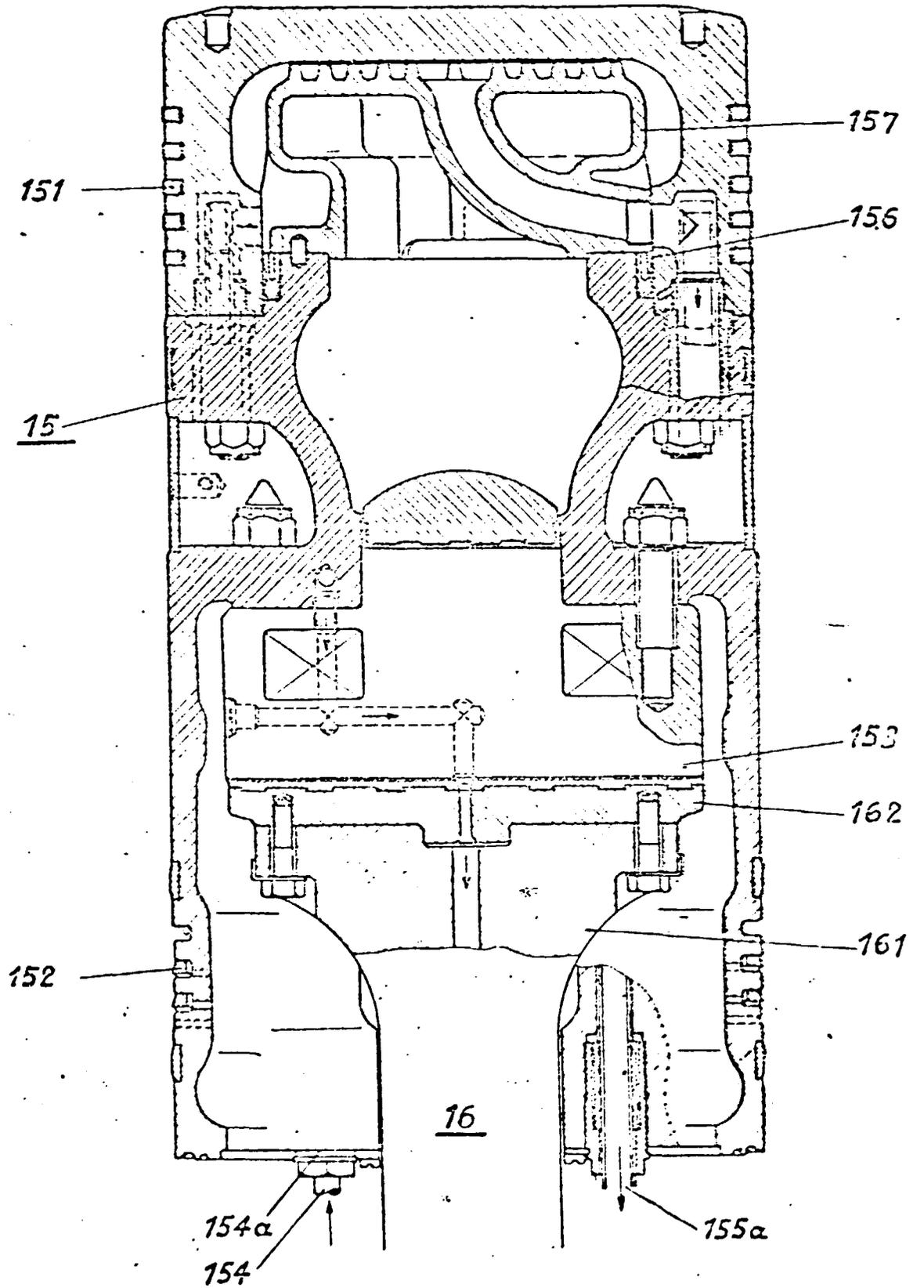

borgini e baldoni ingg.

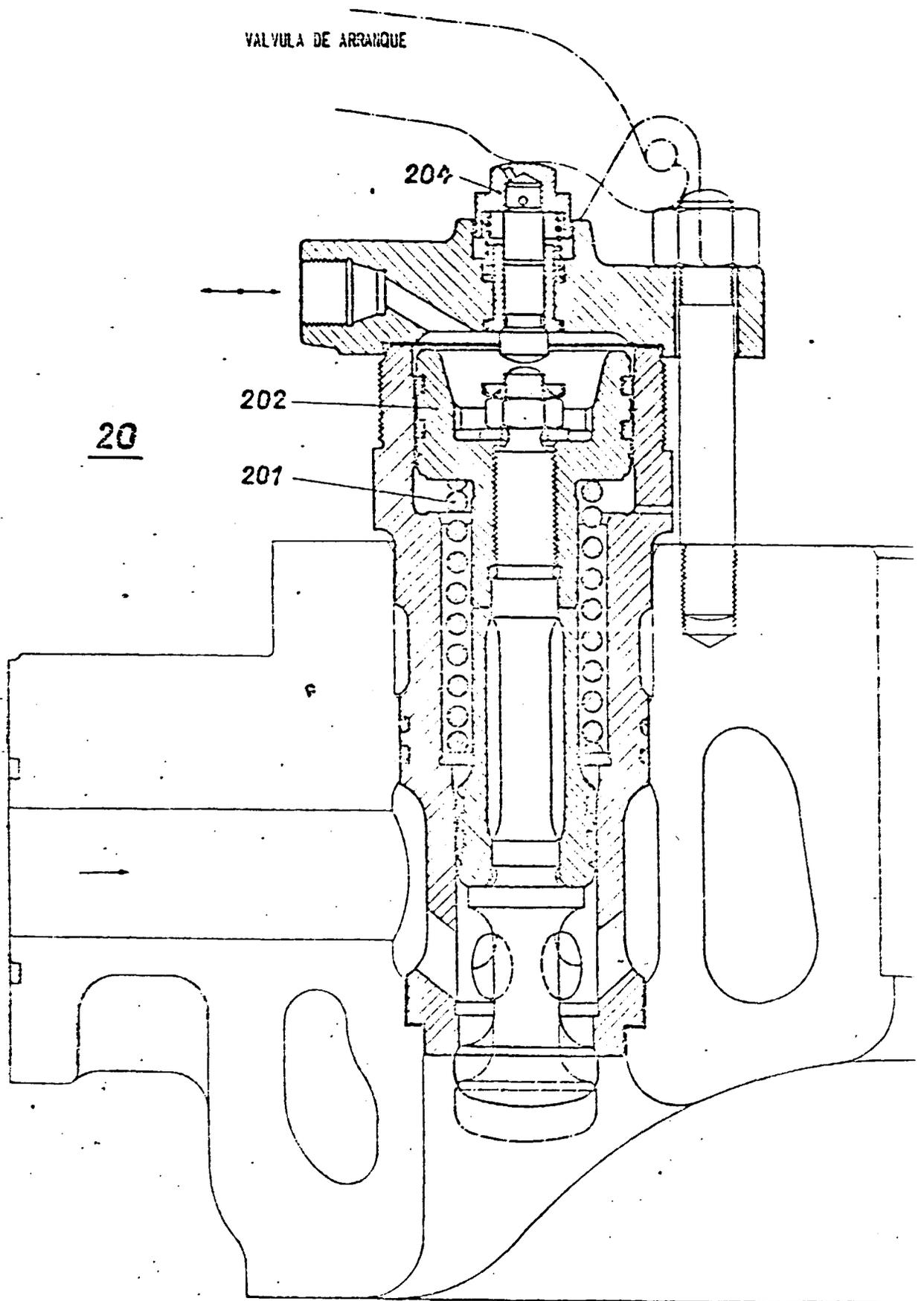
s.p.a.
consulenza e progettazione industriale
20122 Milano - corso Italia 15
telefono 02/75

/sdp.

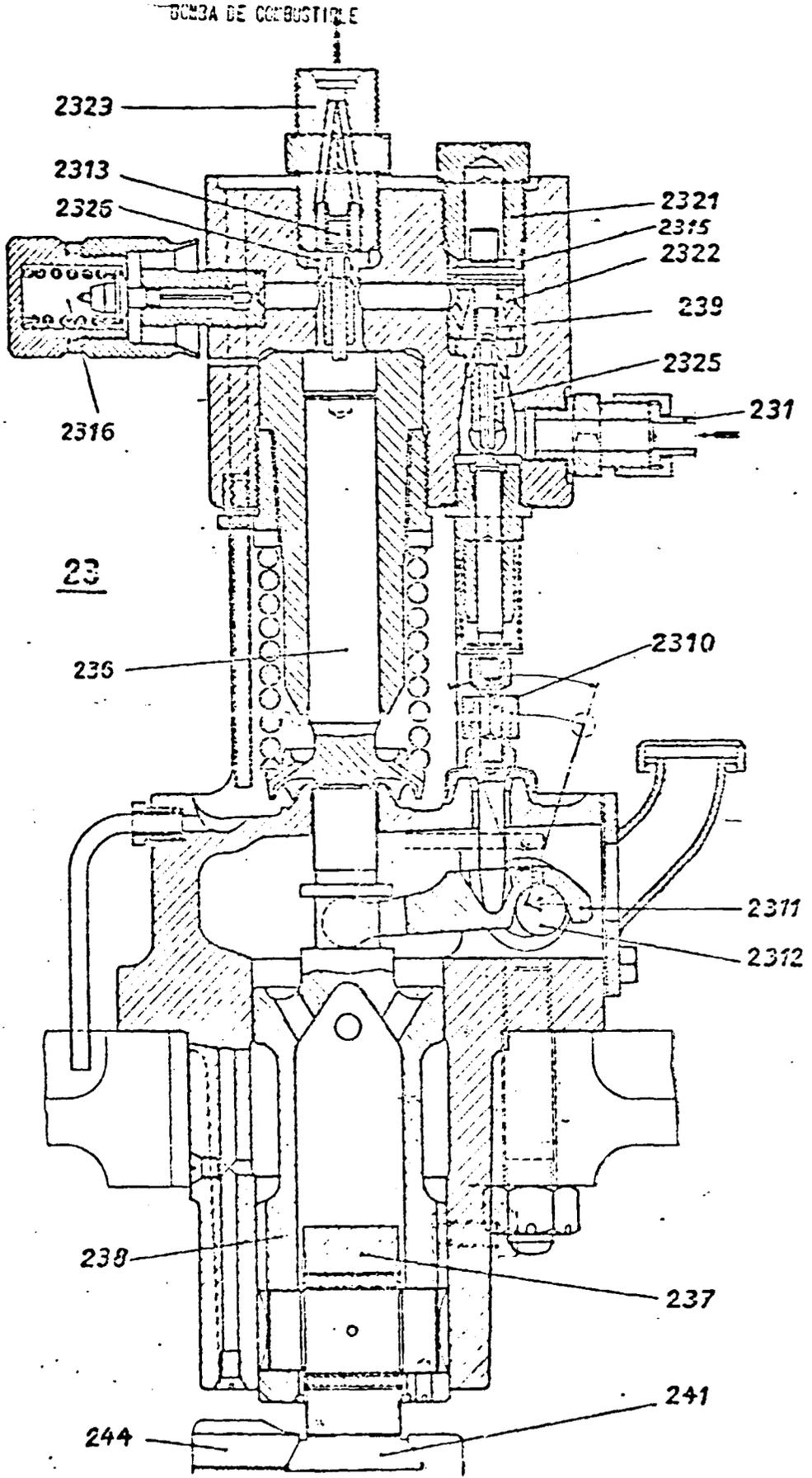
SECCION TRANSVERSAL DEL MOTOR





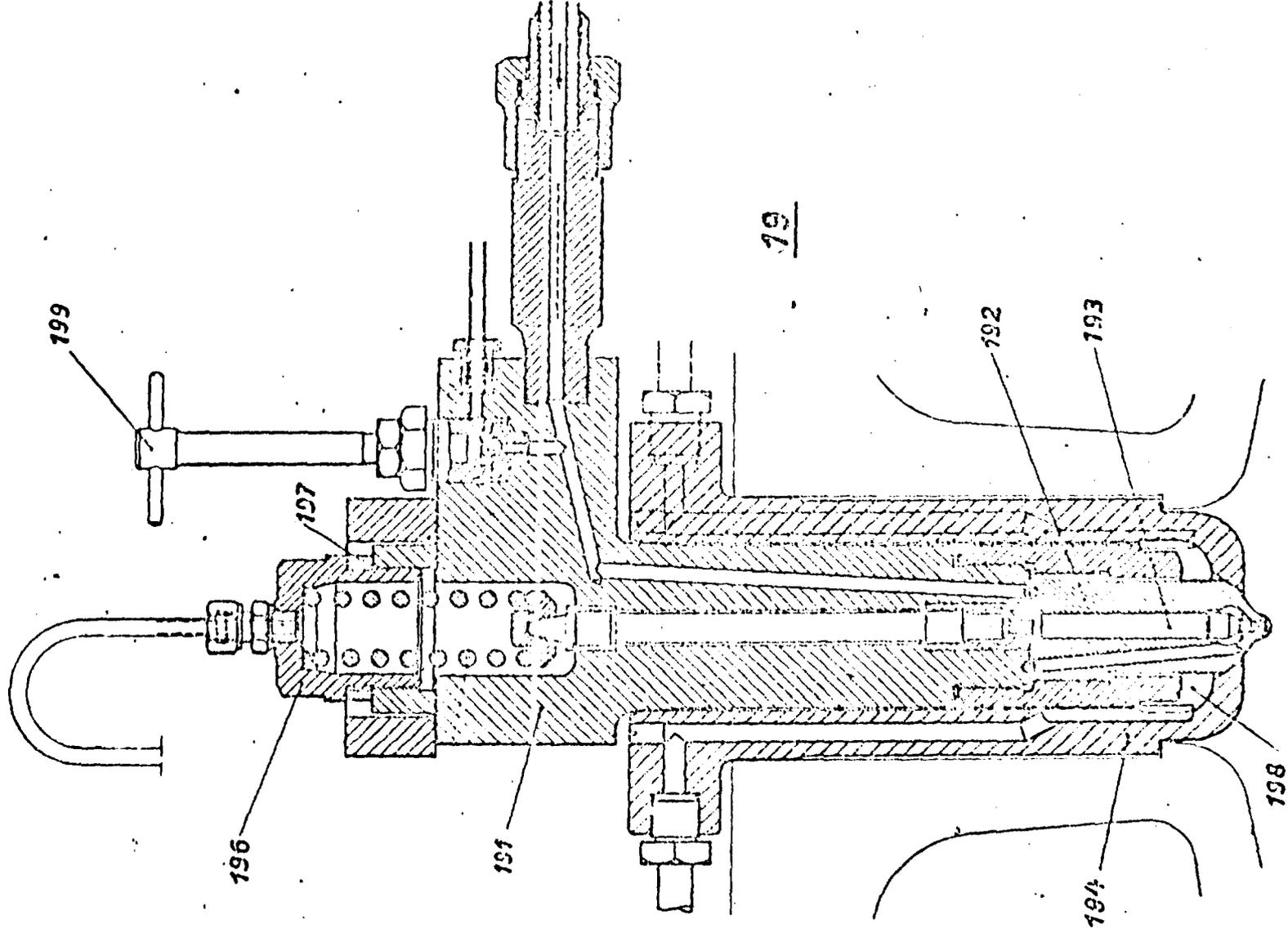


931966

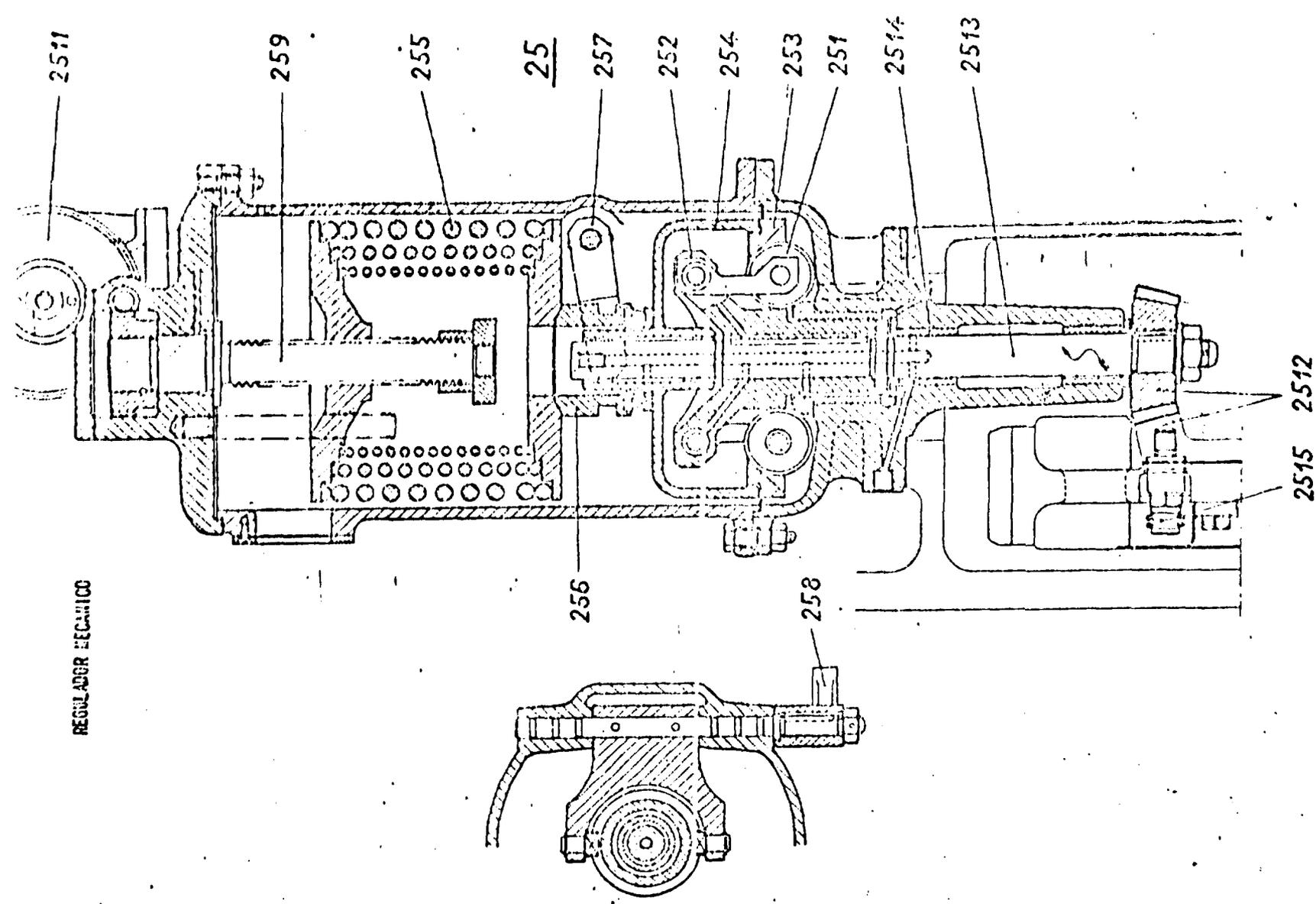


Nr. 21

INJECTOR



REGULADOR MECANICO



991970

Nr. 23

CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS DE UN AGUA DESTINADA
PARA USO ENFRIAMIENTO

| | |
|--|--------------|
| - pH | 7 |
| - materias sólidas con dimensiones lineales superiores a 1 cm. | no presentes |
| - materias sedimentables | no presentes |
| - BOD 5 | no presente |
| - COD | no presente |
| - dureza (Ca CO ₃) | 100-200 mg/l |
| - cloruros y fluoruros | no altos |
| - grasas y aceites vegetales y minerales | no presentes |
| - coliformes y bacterias en general | no presentes |

DATOS GARANTIZADOS

| Porcentaje de carga (%) | 25 | 50 | 75 | 100 | 110 |
|-------------------------|----|----|----|-----|-----|
|-------------------------|----|----|----|-----|-----|

Pruebas en el lugar

- a- Potencia dada a los bornes del alternador
- b- Potencia total de todos los auxiliares dependientes del Diesel
- c- Potencia global de todos los auxiliares del Diesel, alternadores e intercambiadores (excluidos los dependientes)
- d- Rendimiento neto alternador a Cosfi 0,8 (%)
- e- Consumo global específico de la planta (gr/kWh)
- f- Consumo de aceite de lubricación (gr/ kWh)

NOTAS: Todos los valores deben entenderse como referidos a las condiciones locales de prueba

DATOS INFORMATIVOS DEL GRUPO

PESO

- Motor
- Generador
- Total

DIMENSIONES

- Motor
- Generador
- Total

TIPO DE ENFRIAMIENTO

TIPO DE REGULADOR

TIPO DE FILTROS AIRE

TIPO DE ALIMENTACION AIRE

PRUEBA AL BANCO PARA MOTORES DIESEL GENERA-
DORES

Los motores Diesel destinados como propulsores de generadores, se prueban en el banco, ya acoplados al generador de corriente.

Si el compromiso de dotación está compuesto por mas grupos, las casas constructoras prefieren efectuar las pruebas de ensayo acoplado en paralelo 2 grupos a la vez.

La disipación de la corriente producida se efectúa a través de una serie de resistencias en seco.

Las pruebas se dividen en dos grupos: preliminares y oficiales. Durante las pruebas preliminares, el constructor efectúa un programa de rodaje y de alistamiento del motor, llevando la carga hasta la máxima potencia y de sobrecarga. Las pruebas de banco tienen una duración de 25 horas aproximadamente. Al final se prepara el motor para las segundas pruebas, o sea las oficiales, en presencia de los Registros de Clasificación y de los delegados del Armador.

El programa de dichas pruebas se define por contrato de dotación, dando cumplimiento al mismo tiempo a lo que se prescribe en el reglamento de los Registros. El programa para un motor de generador es de 8 horas aproximadamente, que pueden subdividirse así:

1 hora a 25% de carga máxima
1 hora a 50% de carga máxima
1 hora a 75% de carga máxima

3 horas a 100% de carga máxima
1 hora a 110% de carga máxima

Como pruebas finales, se llevan a cabo las maniobras con intervención del regulador normal y de seguridad. Para el regulador normal, se pone el motor a una potencia del 100%. luego se quita la carga, y el regulador interviene guiando el motor a vacío, estabilizándolo, con un porcentaje de revoluciones de más, no superior al 6% de las normales de actividad. Para el regulador de seguridad, se le aumentan las revoluciones al motor hasta un 10% fuera del normal; llegado a este punto el regulador de seguridad interviene parando el motor.

ANEXO 12

PROGRAMA EN LINEA DE MAXIMA DE UN CURSO PARA INGENIE-
ROS SPE

A) Estudios de factibilidad

Análisis de la necesidad de energía en el lugar

Análisis de las fuentes disponibles en el lugar

Esbozo acerca de los distintos tipos de producción de energía analizando sus ventajas y desventajas

Procurar un enfoque de estudio costo-beneficio

B) Proycción de las plantas con motores Diesel

Escogencia del tipo de motor y de generador

Clases de enfriamiento tratamiento de agua

Tratamiento de alimentación de los motores

Ventilación e insonorización de los ambientes

Normas contra incendio y de seguridad

Proycción del piping, tubos de descargue recorrido cables, accesorios varios, fundaciones

C) Operación de centrales con Motores Diesel

Generalidades de arranque y marcha

Instrumentación y graduación

Puesta de dos grupos en paralelo

Toma y elaboración de datos

D) Organización de la manutención

Almacenes de repuestos y su administración

Manutención preventiva: sus ventajas y su programación

Técnicas y modalidades de toma de datos

E) Parte práctica

E1) Podría efectuarse un proyecto real ICEL del cual cada ingeniero participante desarrolle una parte.

Con dicho programa se podría proceder a la preparación de los tender documents o licitaciones, siempre dentro del cuadro del curso.

E2) Ejercicios y actividades prácticas en relación con las operaciones de la central

ANEXO 13

REVISION GENERAL DE UN MOTOR DIESEL DE MEDIA POTENCIA
Y DE CONSTRUCCION NORMAL

PIEZAS DESMONTADAS

OPERACIONES

1. Culata cilindro

- Desmontar las válvulas de aspiración, descargue, y de seguridad
- Inyector de arranque
- Limpieza del cielo de la cámara de combustión, de los pasos del agua de enfriamiento, control tenuta a medio prueba hidrostática, esmerilado de las sedes de apoyo de las válvulas.

a. Inyectores

- Desmontaje en sus partes, limpieza, cambio de los detalles o piezas fuera de tolerancia-adaptación según el manual del constructor.

b. Válvulas aspiración y descargue- balancín- vástago movimiento

- Desmontaje- limpieza- desincrustación, esmerilado tenuta válvulas con sede.
Control general de las piezas de movimiento con cambio de las partes fuera del nivel de tolerancia

c. Válvulas de arranque y de seguridad

- Desmontaje- limpieza- desincrustación- control piezas- montaje con cambio de piezas fuera de uso.
- Montaje de las piezas en la culata cilindro

2. Embolo motor acompañado de biela
- Desmontaje en sus partes- limpieza y desincrustación de la calota superior y de las fajas elásticas. canales
 - Detectar desgaste canales fajas elásticas, controles diámetro externo eje de pistón (cruqueta)- juego con buje /eje de pistón- Control balanceo cojinete cabeza de biela.
 - A. Si las fajas elásticas de los pistones en el momento del control apareciesen de una altura superior al original, proveer al montaje de fajas elásticas de altura superior a la original.
 - B. Si durante la tomada de los diámetros de los ejes de pistones/ buje, el juego no entrase dentro de los límites prescritos, proveer a la rectificación o cambio de las partes gastadas
 - C. Remontaje de todas las partes con cambio de aquellas que no sirvan
3. Camisa cilindro
- Limpieza y desincrustación de la parte interna, toma medida diámetros con micrómetro- Si el consumo aparece fuera de los límites permitidos por el manual, proceder al cambio de la ca-

misa.

Todas las camisas deben ser desmontadas de sus sedes limpiadas y desincrustadas exteriormente e interiormente, vueltas a montar con gaskets nuevos.

4. Bombas combustible

Desmontaje en sus partes. limpieza. control de las piezas, limado tenida válvulas- Cambio piezas fuera de los límites de adaptación, especialmente de las bombeantes.

Remontaje.

5. Cojinetes de bancada

Desmontaje de las coberturas- previo control de juegos- Si el metal anti-embrague aparece en pésimas condiciones- Cambiar el oscilador-

6. Eje a manivela

Controlar los diámetros de los pernos de manivelas con micrómetro; para diámetros externos, si los pernos están dentro de las normas del manual del constructor, volver a montar el todo con cojinetes en perfectas condiciones del metal anti-embrague.

Si de los datos tomados en cuanto a tolerancia, apareciesen ovalizaciones de los pernos fuera de los límites, hay que desmontar el eje a manivela y proveer a la rectificación de los pernos hasta obtener un diámetro de me-

borghi e baldo ingg.

- dida inferior al original y correspondiente al de los cojinetes de nueva dotación de la casa constructora aptos a 1º. o 2a o 3a rectificación.
7. Bombas agua-aceite Desmontar todas las bombas que están conectadas al motor. en todas sus piezas- limpieza. control y remontaje con cambio de las partes desgastadas como ejes. bujes etc.
8. Ruedas dentadas Control de los engranajes. desgaste de los dientes, juego entre ellos- bujes- ejes- cambio de todas las partes que no sirven
9. Turbo-soplante En la revisión de la turbosoplante atenerse a las normas de control prescritas por el manual del constructor.
10. Regulador Según la clase. efectuar una manutención tal como esta prescrita por la casa constructora del regulador.
11. Todas las partes removidas A todas las partes removidas efectuar una normal manutención y limpieza con cambio de las partes fuera de uso
- A MOTOR TERMINADO Remontadas todas las partes, controlar y tomar todos los datos de flexión del eje a manivela. llevando

do a la corrección de espesores
los datos, en modo que estén lo más
cercanamente posibles al óptimo.

PROGRAMA DEL CURSO PARA OPERADORES DE CENTRAL

1° Semicurso

Parte teórica

- Funcionamiento de un motor Diesel
- Funcionamiento de un generador
- Funcionamiento de los auxiliares
- Explicación del manual de manutención preventiva
- Ilustración de las operaciones de arranque y actividad de una planta
- Pruebas por efectuar antes de la puesta en marcha
- Factor de potencia y correcciones
- Paradas frecuentes de un motor Diesel y sus causas
- Sistema de inyección
- Características técnicas de transformadores, interruptores y fusibles
- Regulador de velocidad
- Operación en paralelo de dos grupos
- Lectura instrumentos
- Anotación registros de central

Parte practica

- Ejecución de las distintas operaciones de manutención sobre un grupo disponible (previstas por el manual)
- Postura en marcha de una planta
- Cambio y taratura de inyectoros
- Práctica de uso de equipos e instrumentos
- Prácticas de anotación registros de central

2º Semicurso

Chequeo de los registros de central

- Búsqueda de anomalías en los datos para detectar funcionamientos anómalos
- Problemas prácticos que se encontraron en la aplicación de las instrucciones dictadas en el primer semicurso.

ACOPLAMIENTO EN PARALELO DE LOS ALTERNADORES

El presente estudio tiene como finalidad definir los criterios para el acoplamiento en paralelo de dos alternadores trifásicos y la repartición de la carga entre los mismos.

1. ACOPLAMIENTO EN PARALELO DE LOS ALTERNADORES

Por acoplamiento en paralelo de dos o más alternadores se entiende el hacerlos funcionar con la misma tensión y con la misma frecuencia. Los bornes de las respectivas máquinas están unidos a un sistema de barras desde los cuales sale la alimentación para los diferentes usuarios.

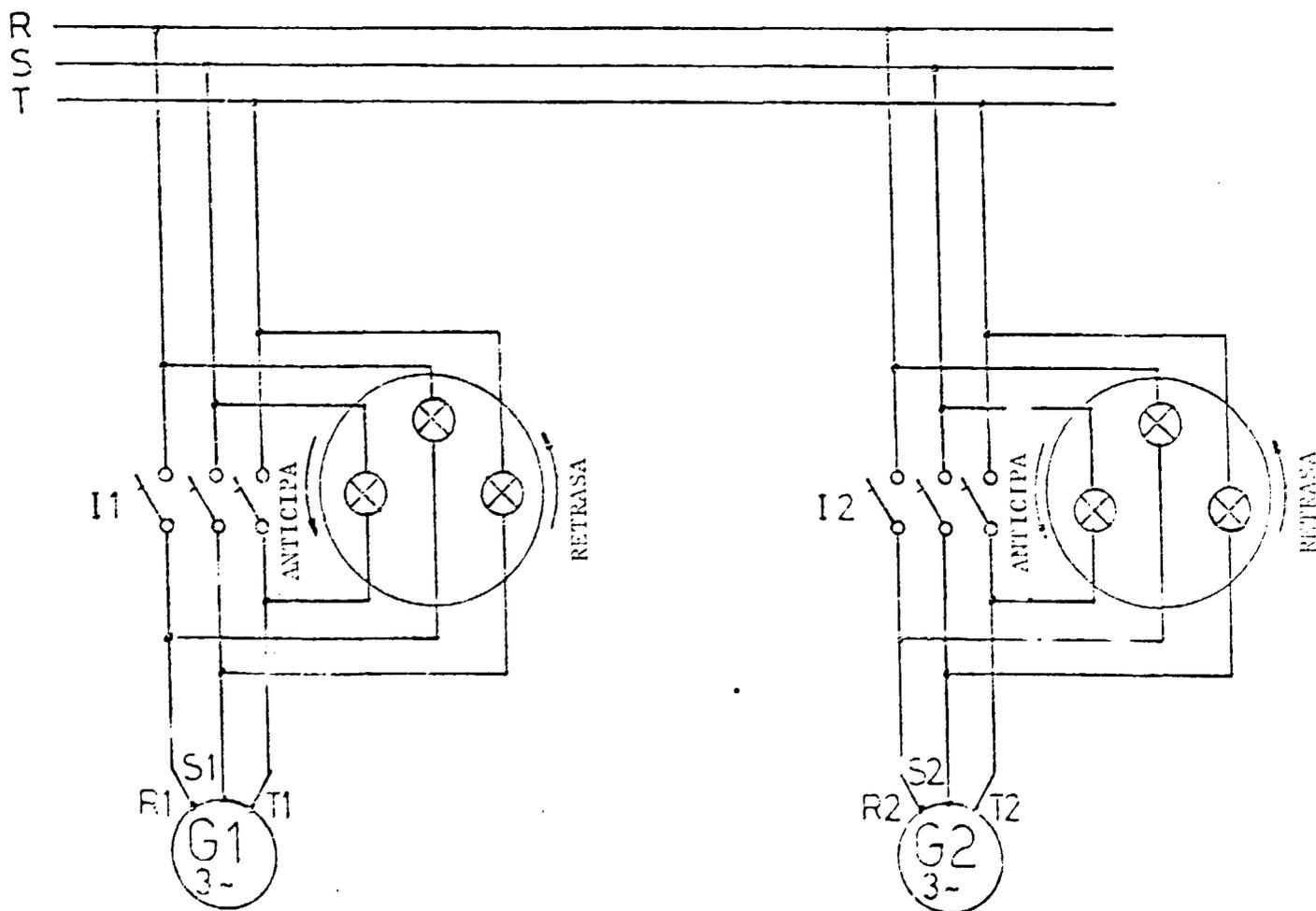


Fig. 1 Esquema de unión de los circuitos para el funcionamiento en paralelo

Supongamos que el alternador G1 está en función y que se quiera poner en paralelo el alternador G2 que está parado (I_2 abierto). Antes de cerrar el interruptor I_2 es necesario iniciar al arranque al alternador y llevarlo a producir una tensión idéntica a la existente entre los barrotos. En este momento tenemos una igualdad de tensión pero no estamos seguros de la precisión de la frecuencia y del sincronismo de las fases.

Se puede obtener la indicación directa de la graduación de efectuar en relación con la velocidad del alternador disponiendo, si no ha sido realizado en el tablero de mando del generador, de tres lámparas de sincronismo, tal como ha sido indicado en la figura 1 y 2. o sea una entre dos bornes de la misma fase a la misma altura y sobre el interruptor. las otras dos entre los bornes a la misma altura y diagonal a los interruptores de las otras dos fases, de tal manera que queda representada para cada una de las lámparas la tensión que actúa sobre ellas. Para entender mejor el funcionamiento, damos el esquema en la Fig.2

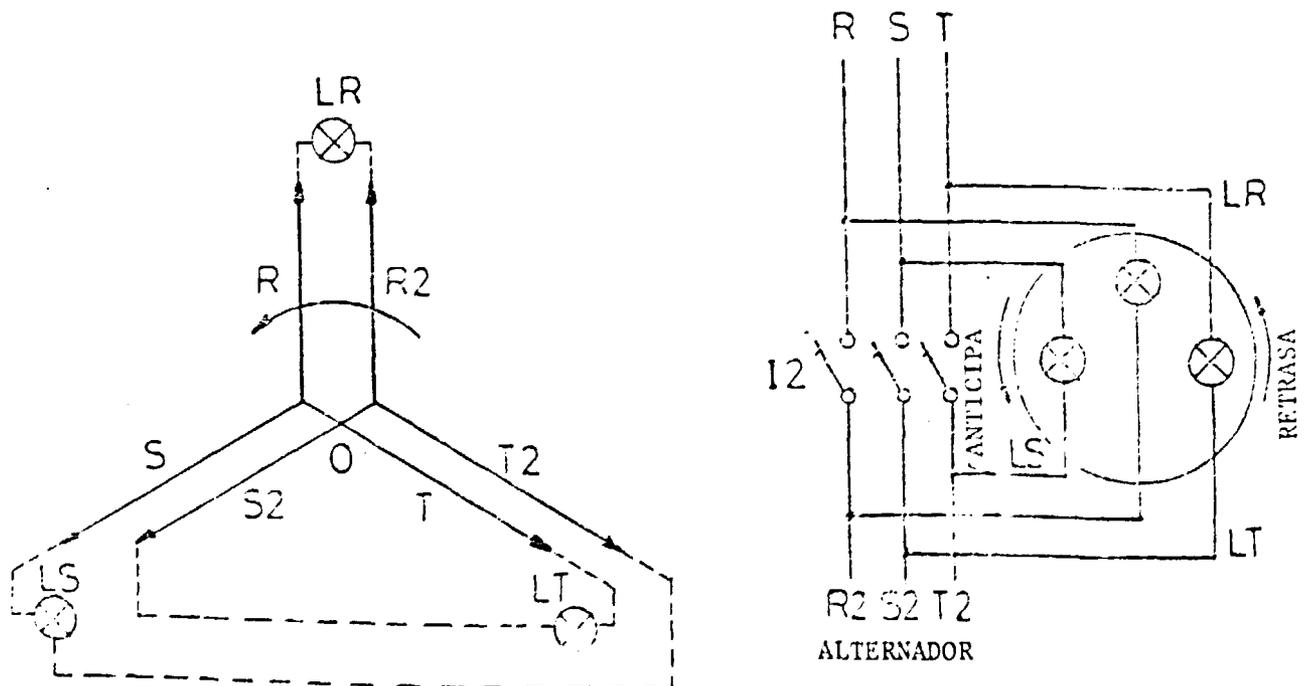


Fig. 2

En la figura anterior, los vectores RST representan las tensiones en estrella correspondientes a los barrotos (RST=R S T) y R S T las tensiones del alternador por acoplar.

Si las dos ternas de vectores ocupan la una con respecto a la otra la posición indicada en la figura 2, o sea, que están en fase entre ellas, la lámpara LR se apaga y las otras dos permanecen igualmente encendidas por efecto de las dos tensiones iguales ($T - S_2$) y ($S - T_2$). Esta es precisamente la condición de sincronismo que se debe obtener establemente para poder cerrar el interruptor de paralelo sin inconvenientes. Si por el contrario, el alternador por acoplar tiene una velocidad inferior a la del sincronismo (hiposíncrona), la terna de vectores R S T se retrasa con respecto de la terna correspondiente a las tensiones sobre los barrotos: entonces, los dos vectores R R se abren entre ellos, y la lámpara LR, que estaba apagada por un momento se enciende; al mismo tiempo los dos vectores S T se cierran y la lámpara LT que estaba parcialmente encendida se empieza a apagar: finalmente, los dos vectores T y S se abren todavía más y la lámpara LS que estaba parcialmente encendida aumenta la luminosidad hasta cuando los dos vectores antes mencionados llegan a posicionarse entre ellos. En definitiva, se obtiene el resultado de que la luz suministrada por las tres lámparas pasa de la una a la otra girando cíclicamente en el sentido de las agujas de un reloj o sea en el sentido de los retrasos de fase. El hecho contrario sucede al alternador, el cual si tiene una velocidad su-

perior a la de sincronismo (hipersíncrona). En todo caso, el número de las revoluciones efectuadas al segundo por la luz rotante, en un sentido o en el otro, indica el descarte en defecto o también en exceso de la frecuencia suministrada por el alternador con respecto a la frecuencia de los barrotos. Por consiguiente, se debe regular el alternador por acoplar en manera que sea más lenta la rotación de la luz, hasta llegar a inmovilizarla por un tiempo suficientemente largo sobre las lámparas inferiores del triángulo, mientras que está apagada la del vértice superior: entre uno y otro tiempo, se puede cerrar el interruptor que efectúa el acoplamiento en paralelo del alternador sobre los barrotos. Las tres lámparas se montan en una caja cilíndrica cerrada con vidrio esmerilado.

Si la tensión es demasiado alta para la conexión directa de las lámparas de sincronismo, estas pueden ser derivadas mediante reductores de tensión.

Efectuadas las operaciones antes descritas, se puede proceder al cierre del interruptor I_2 .

2. Repartición de la carga entre Alternadores Acoplados

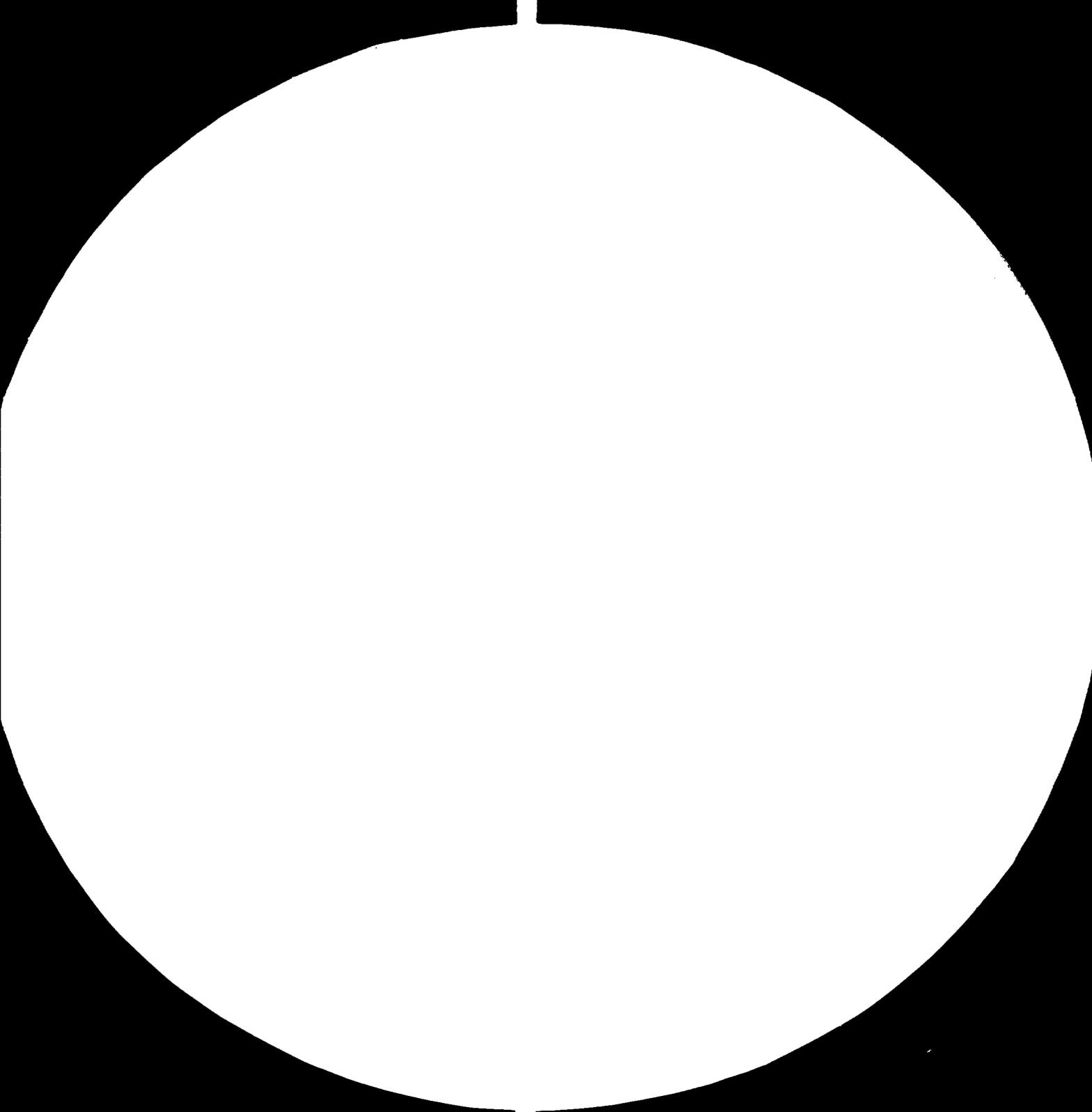
Después de la maniobra de paralelo entre los dos alternadores G_1 y G_2 , antes considerados, es necesario proceder a la repartición de la carga porque toda ella está soportada todavía por el primer alternador. Esto se debe al hecho de que el alternador G_2 genera una tensión al vacío (falta de erogación de corriente) que es exactamente igual a la tensión existente entre

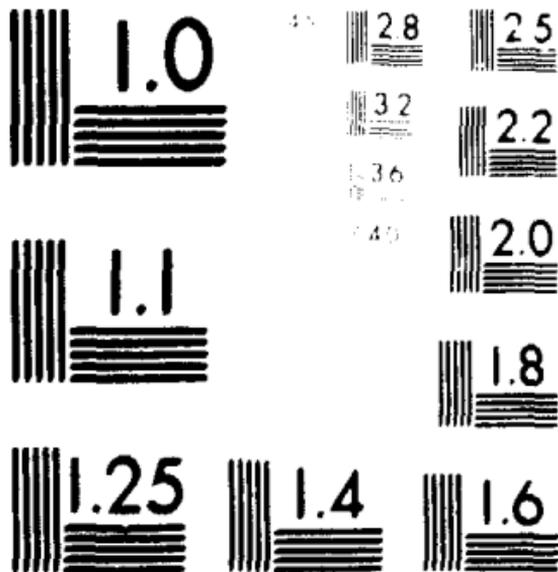
entre los barrotos, por lo cual en esta condición, el nuevo alternador non eroga ni recibe corriente ya su tensión esta al vacío, y bajo equilibrio de la tensión preexistente: en o sea que el alternador aunque esté conectado a los barrotos funciona todavía al vacío.

Llegando a este punto, es conveniente estudiar las dos diferentes formas en las cuales se presenta la carga: carga activa y carga inactiva, que actuando independientemente entre ellas, las dos deberán repartirse a los dos alternadores.

- Para distribuir la potencia real es necesario provocar un corto anticipo de la f.e.m. del nuevo alternador con respecto a la tensión de los barrotos. La operación consiste en el actuar sobre los órganos que varían la rotación (amianto) del motor que atrasca el alternador y despues de esto el proceso de aceleración momentánea cesa y emprende la rotación de equilibrio dinámico del sistema. En caso de no variación de la potencia exigida por la línea, debe corresponder a un aumento de velocidad del 2º grupo una reducción de la misma en el 1º grupo, y si los dos alternadores son iguales la potencia será distribuída exactamente sobre las dos máquinas.

- Ahora examinamos las operaciones para la repartición de la potencia reactiva en los dos alternadores, potencia que depende de la mayor o menor amplitud de la f.e.m. respecto a la tensión. Por consiguiente, la carga reactiva puede ser regula-





MICROCOPY RESOLUTION TEST CHART

NATIONAL BUREAU OF STANDARDS-1963-A

da y conducida a las dos máquinas, solo actuando sobre los dos excitadores de los cuales dependen los valores de la f.e.m. generada por una y otra máquina.

Conclusiones:

Si después de haber efectuado el paralelo del segundo grupo se quiere lograr una igual repartición tanto de la potencia real como de la potencia reactiva, es necesario efectuar ambas maniobras, o sea si los dos grupos son iguales, igualar la inmisión del fluido motor aumentándola en el segundo grupo disminuyéndola en el primero, y luego igualar también las excitaciones de los dos alternadores. La primera maniobra se efectúa en manera que la velocidad de los grupos no tenga que variar, a fin de que no varíe la frecuencia; para tal finalidad es necesario que la abertura y el cierre de las luces de inmisión de los dos grupos sean contemporáneas, con el objeto de que la inmisión total en el uno y en el otro grupo quede invariable. La segunda maniobra se efectúa de manera que permanezca invariable la tensión en los barrotos; esto se obtiene efectuando la regulación opuesta de los reóstatos de campo contemporáneamente en los dos alternadores.

Con la carga repartida igualmente en cada uno de los alternadores, se emite mitad de corriente activa y mitad de corriente reactiva en modo que las dos corrientes resulten iguales y en fase entre ellas, iguales cada una a la mitad de la entera corriente I de línea.

La indicación de igual repartición de la carga entre los dos grupos puede suministrarse directamente por los amperímetros conectados a los dos alternadores y a la línea: las corrientes indicadas por los amperímetros de máquina deben ser iguales entre ellas, y tienen que dar una suma aritmética igual a la corriente indicada por el amperímetro de línea.

En tales condiciones inclusive el factor de potencia es igual para los dos grupos y coincide con el factor de potencia de la carga en línea.

ANEXO 16

PIEZAS DE REPUESTO QUE HAY QUE TENER A DISPOSICION EN
EL ALMACEN GENERAL. PARA CADA TIPO DE MOTOR EN ACTI-
VIDAD EN LAS CENTRALES ELECTRICAS

Aparte de las piezas repuestoa ya programadas en la lista para cada central eléctrica, es necesario, para mayor seguridad, de que en el almacén general se disponga de una cierta carga de repuestos, sea de consumo normal, como de consumo en previsión futura.

El número de repuestos, de cada pieza, se fija en un $\%$, teniendo en cuenta el número de cilindros de igual tipo o clase y característica, en actividad, en todos los controles de servicio.

Piezas de consumo normal, y de largo consumo

| | |
|---|-----|
| Culata completa sin valvulas | 5% |
| Inyectores | 20% |
| Inyectores para pulverizadores | 40% |
| Válvulas seguridad para culata cilindro | 5% |
| Válvulas de arranque | 5% |
| Válvulas aspiración y descargue (largas) | 20% |
| Guías para válvulas de aspiracion y descargo | 20% |
| Balancines movimiento válvulas aspiración, descargo (ejes, bujes, etc). | 5% |
| Embolo motor | 5% |
| Fajas elásticas | 50% |
| Eje de pistón | 5% |
| Buje para eje de pistón | 5% |
| Biela motriz | 2% |
| Balances para cojinete cabeza de biela | 10% |

| | |
|--|-----|
| Camisas cilindro | 10% |
| Bombas combustible acompañadas de 1 cilindro | 5% |
| Balancines para cojinete de banco | 5% |
| Láminas para movimiento bombas combustible | 10% |
| Láminas para movimiento válvulas aspiración y descargo | 10% |
| Serie engranajes distribución para 1 motor | 2% |
| Distribuidor aire av. a los cilindros | 2% |
| Guarniciones especiales para culatas y otros servicios- Turbo-soplante | 50% |
| Serie de piezas prescritas por el constructor Generador | 5% |
| Piezas prescritas por el constructor | 5% |

- Si el número de los motores, de igual clase y característica de actividad, supera las 30 unidades, para mayor seguridad sería necesario tener a disposición 1 eje a manivela completo.

Equipo para Inspector:

- 1 indicador MAIKAH con correspondientes resortes y escalas
- 1 calibre común y corriente
- 1 espesímetro de bolsillo

CODIFICA DE LOS REPUESTOS

| | | |
|-----|----------|--|
| 112 | | <u>MOTRIZ PRINCIPAL- MOTOR A COMEUSTION INTERNA</u> |
| 112 | 0 | <u>Montaje. preparación para las pruebas, pruebas y montaje en taller</u> |
| | 01 | Montaje del motor |
| | 02/03/04 | |
| | 05 | |
| | 06 | Acoplamiento motor con máquina eléctrica o compresor |
| | 07 | Preparación para las pruebas de taller |
| | 08 | Pruebas en taller |
| | 09 | Desmontaje y revision |
| 112 | 1 | <u>Sede para el cigueñal</u> |
| | 11 | Basamento motor- Basamento- basamento bomba de aire- basamento compresor, acompañados de cobertura y cojinetes- tina aceite y cedazo para el mismo- tornillos de empalme- válvula descargo aceite de la tina- válvula graduación aceite- |
| | 12 | ----- |
| | 13 | Patines cojinete de tope y tapa |
| | 14 | Armazón o tambien montantes para motor y bomba de aire-travesaños o puentes - cajas de tenida (si están incorporadas a la armazón, ver también Sgr.21) - caja de lavado (si está incorporada a la estructura)- tornillos de empalme. |
| | 15 | columnas |
| | 16 | Guías patines para motor y para bomba de aire- guías patines con bomba aire incorporada |
| | 17 | Puertas de visita, tapas y válvulas de seguridad para caja sede cigueñal |
| | 18 | - |

- 19 -
- 112 2 Cilindro motor- Tapa cilindros (Culatas)- Co-lectores
- 21 Cilindros motor- Cánulas de lubricación o conductos de lubricación- Cajas estancas si estan incorporadas a los cilindros (ver tambien S.Gr. 14)- anillos porta-cilindro- bulones de empalme.
- 22 Camisas cilindro- anillos paraflama
- 23 Tapa cilindro (culata)- portaválvulas anillos de bloqueo
- 24 Inyectores- válvulas de arranque- válvula espía o señal de gas y para aparato indicador válvulas de seguridad- válvulas de descompresión- válvulas carga bombona
- 25 Válvulas aspiración y descargue- balancines y correspondientes movimientos
- 26 Colector de lavado con válvulas y válvulas de seguridad- colector aspiración aire T/S - colector envío bomba aire- Aislamiento anti-acústico- silenciadores aspiración
- 27 Colectores gas de descargo
- 28 Válvulas a mariposa con inversor, cadena y movimientos
- 29 -
- 112 3 Cigüeñales
- 31 Eje motor con tenazas cojinete de tope- eje bomba de aire- eje compresor- amortiguador de empuje- amortiguador de vibraciones torsionales- para-aceite- bulones de empalme

borghi e baldo ingg.

- 32 Volante- contrapesos volante- defensa volante
juntos
- 33 Bielas acompañadas de cojinetes. bulones, es-
pesores
- 34 Cabezas a cruz y deslizadores
- 35 Vástago del émbolo
- 36 Mecanismos enfriamiento émbolo
- 37 Embolos completos
- 38 -
- 39 -
- 112 4 Maniobra y distribución
- 41 Engranajes- ejes- astas y soportes para el mo-
vimiento de: inversor de la distribución, dis-
tribución, regulador, distribuidor de arranque,
inversor de la distribución (si está incorpo-
rado)
- 42 Inversor de la distribución (si no está incor-
porado)
- 43 Distribuidor aire arranque
- 44 -
- 45 Caja o soporte maniobra completos: caja o so-
porte- llaves. válvulas- levas. etc. Empalme
telegráfico (ver tambien Sgr.58)
- 46 -
- 47 Bomba combustible y regulación. Eje a excéntri-
co - pernos móviles de la válvula del motor
- 48 -
- 49 -

- 5 Reguladores- Dispositivos de seguridad-
alarmas bloqueo
- 51 Regulador continuo de velocidad y regula-
dor de seguridad
- 52 -
- 53 -
- 54 Dispositivos de seguridad: por falta de pre-
sión agua y aceite y servomotores para los
dichos
- 55 Dispositivos de alarmas: ópticos, acústicos
- 56 Dispositivos de bloqueo: combustible, aire,
aceite inversión
- 57 Servomotores en general (excluyendo los nom-
brados en el Numeral 54)
- 58 Control y seguridad sentido de rotación (si
no está incorporado a la maniobra).
- 59 -
- 112 6 Bomba aire- Equipos para sobrealimentación y
para enfriamiento del aire
- 61 Cilindros bomba aire - cilindro compresor-
partes fijas sobre las mismas- cajas de as-
piración y envío
- 63 Válvulas completas
- 64 Partes móviles para bombas de aire: bielas
con cojinetes- bulones- espesores- balanci-
nes- movimientos y brazos- émbolos- astas-
cabezas a cruz- deslizadores o patines
- 65 -
- 66 -
- 67 -

- 68 Turbo-soplantes- enfriadores aire de sobrealimentación - filtros aire- electro-soplantes de emergencia
- 69 -
- 7 Accesorios
- 70 Motor eléctrico o neumático (o de otro tipo) para arranque- batería- cables de unión
- 71 Vibrador completo de motor
- 72 Válvula principal aire de arranque
- 73 Taquímetro o cuenta revoluciones- dinamo para movimiento conta-revoluciones a distancia
- 74 Dispositivo mando toma diagramas indicador y movimientos
- 75 Bomba lubricación cilindros con mando
- 76 Cajas de agua, nafta y aceite
- 77 Bomba agua enfriamiento circulación
Bomba sentina
Bomba agua enfriamiento inyectores
Bomba aceite circulación y arranque
Bomba alimento combustible y bomba llenado-comandos para las mismas
Bomba aceite lubricación eje a excéntrico y pernos móviles de la válvula del motor
Bomba lubricación T/S si está separada
Comando bombas- caja bombas
- 78 Filtros aceite, agua nafta
Enfriadores aceite, agua, enfriamiento inyectores

- 79 Enrejillados- escalas y pasadizos fijos al motor
- 112 8 Tuberías y accesorios
- 81 Tuberías agua de enfriamiento y colectores entrada y salida- contra-arandelas
- 82 -
- 83 Tuberías aceite enfriamiento y lubricación con colectores y válvulas contra-arandelas
- 84 -
- 85 Tuberías nafta con colectores y válvulas contra-arandelas
- 86 Tuberías aire con colectores y válvulas contra-arandelas
- 87 Tuberías vapor para calentamiento combustible
- 88 Tuberías expurgue- contra-arandelas
- 89 Recipientes y soportes tuberías
- 112 9 Instrumentos de medida- Varios
- 91 Cuadro instrumentos- equipos señaladores (excluyendo control sentido de rotación (Ver numeral 58)- instrumentos de control y medida: termómetros- termómetros a distancia- pirómetros- manómetros metálicos, etc. (si están fijados al motor).
- 92 Conversión combustible - interceptación regulación y distribución metano
- 93 Invertidor, reductor, invertidor-reductor

94 Generador eléctrico con excitatriz

95 -

96 Sub-basamento marino o industrial

97 Radiador con abanico y organización

98 Compresor completo acoplado al motor

99 -



Ministerio de Minas y Energía
Instituto Colombiano de Energía Eléctrica

PLANES DE MANTENIMIENTO PARA MOTORES
DIESEL Y GENERADORES (HASTA 1000 KW DE
POTENCIA) Y PARA LOS TRANSFORMADORES .


borgini e baido ingg.
S.p.A.
Consorzio Ingegneria e Progettazione
40122 Milano - Corso Matteotti 15
telefono 02/76

Proyecto de ONUDI SI/COL/80/801

Bogotá, Noviembre 20/80

PLAN DE MANTENIMIENTO PARA MOTORES DIESEL

(Hasta 1000 KW de potencia)

Nota general

Para las primeras 50 horas de servicio de un motor nuevo o revisado, seguir las instrucciones de los fabricantes .

En cada turno

- Apuntar las horas de servicio en el diario de la planta y los KW-h producidos .
- Limpiar motores, pisos y cristal de los instrumentos .
- Anotar todas las irregularidades, daños y escapes .

Todos los días

- Chequear el nivel de aceite en el carter, en el tanque del grupo de sobrealimentación y en el regulador .

En caso dado, agregar aceite del tipo indicado por los fabricantes.

- Chequear que no haya ruido ni vibraciones, que no haya oscilaciones en el regulador, que no haya excesiva producción de humo en el escape y respiradores del carter .

En caso dado, eliminar inmediatamente ruidos o vibraciones anormales. Excesiva producción de humo puede ser causada por el anormal funcionamiento de los inyectores .

- Limpiar los filtros de aceite de las laminillas, dando unas tres vueltas al mango (siempre que no sea automático) .

A las 250 horas de servicio

- Limpiar los filtros del aceite de lubricación y los filtros de aire .

- Limpiar los filtros del combustible .
- Limpiar los filtros del grupo de sobrealimentación .
- Evaluar el normal funcionamiento de los inyectores .

Nota : Para estas evaluaciones debe hacerse un juego de diagramas de compresión, o si no hay el equipo, un control visual del escape, ambos desde las válvulas de prueba de los cilindros y desde el tubo de escape . Si el escape es en forma de llama o fuego está correcto. Si el escape es con humo negro o chispas, el inyector está descalibrado o la tobera está encarbonada .

- Controlar la eficiencia y el contenido del agua de la batería. En caso dado, recargar la batería o agregar agua destilada .
- Chequear que la cremallera y la barra de control de la bomba de inyección se puedan mover libremente .
- Chequear el normal funcionamiento del regulador.
- Chequear con el motor con carga que la temperatura del agua y del aceite estén bajo los valores permitidos y que los termostatos o válvulas (by-pass) del aceite y del agua estén funcionando regularmente .

A las 500 horas de servicio

- Todas las operaciones indicadas para las 250 horas .
- Reemplazar todos los inyectores con un juego extra. El juego reemplazado deberá ser calibrado apropiadamente .
- Chequear con un calibrador de galgas la calibración adecuada de las válvulas de admisión y/o escape según el caso. Si hay descalibración, ajustar la calibración correctamente de acuerdo a las instrucciones detalladas en el manual de mantenimiento .
- Limpiar y untar con pasta de disulfuro de molibdeno el piñón del arranque y la corona dentada .

A las 750 horas de servicio

- Todas las operaciones indicadas para las 250 horas .
- Reemplazar el aceite en el regulador y en el cárter del grupo de sobrealimentación .
- Inspección interna del cárter con un record de deflecciones del cigueñal .
- Chequear el estado del aceite. (Prueba de gota y palpar con la mano). Si hay agua o impurezas en el aceite, reemplazar el aceite.

A las 1.000 horas de servicio

- Todas las operaciones indicadas para los 250 y las 500 horas de servicio .

A las 1.250 horas de servicio

- Todas las operaciones indicadas para las 250 horas de servicio .

A las 1.500 horas de servicio

- Todas las operaciones indicadas para las 250, 500 y 750 horas.
- Reemplazar el aceite del cárter del motor .
- Chequear el grado de alcalinidad (pH) del agua de refrigeración (circuito cerrado) .

Si el grado de alcalinidad no está en el nivel permitido (pH entre 7 a 8,5) agregar aditivos apropiados .

- Medir el tiempo de rotación por inercia del rotor del grupo sobrealimentación (turbo) .

Si este tiempo es menor de 15 minutos, chequear después de desarmar, el estado del grupo .

A las 1.750 horas de servicio

- Todas las operaciones indicadas para las 250 horas de servicio .

A las 2.000 horas de servicio

- Todas las operaciones indicadas para las 250 y 500 horas de ser vicio .

A las 2.250 horas de servicio

- Todas las operaciones indicadas para 250 y 750 horas de servicio.

A las 2.500 horas de servicio

- Todas las operaciones indicadas para las 250 y 500 horas de ser vicio .

A las 2.750 horas de servicio

- Todas las operaciones indicadas para las 250 horas de servicio .

A las 3.000 horas de ser vicio

- Todas las operaciones indicadas para las 250, 500, 750 y 1.500 horas de servicio .
- Limpiar los conductos del escape y del aire del grupo de sobre - alimentación. Especialmente los tubos que conectan al turbo (en- trada y salida) .
- Controlar si todos los tornillos de anclaje están firmes .

A las 3.250 horas de servicio

- Todas las operaciones indicadas para las 250 horas de servicio .

A las 3.500 horas de servicio

- Todas las operaciones indicadas para las 250 y 500 horas de ser vicio .

A las 3.750 horas de servicio

- Todas las operaciones indicadas para las 250 y 750 horas de servicio .

A las 4.000 horas de servicio

- Todas las operaciones indicadas para las 250 y 500 horas de servicio .

A las 4.250 horas de servicio

- Todas las operaciones indicadas para las 250 horas de servicio .

A las 4.500 horas de servicio

- Todas las operaciones indicadas para las 250, 500, 750 y 1.500 horas de servicio .

A las 4.750 horas de servicio

- Todas las operaciones indicadas para las 250 horas de servicio .

A las 5.000 horas de servicio

- Todas las operaciones indicadas para las 250 y 500 horas de servicio .

A las 5.250 horas de servicio

- Todas las operaciones indicadas para las 250 y 750 horas de servicio .

A las 5.500 horas de servicio

- Todas las operaciones indicadas para las 250 y 500 horas de servicio .

A las 5.750 horas de servicio

- Todas las operaciones indicadas para las 250 horas de servicio .

Borghini o Baldo Ingt.

A las 6.000 horas de servicio

- Se llevará a cabo una revisión general con equipo apropiado, repuestos, y personal bien entrenado, de acuerdo con las instrucciones de los fabricantes .

PLAN DE MANTENIMIENTO PARA GENERADORES

(Hasta 1000 KW de potencia)

A las 750 horas de servicio

Escobillas, portaescobillas y anillos colectores .

- Limpiar el polvo del dispositivo de corto-circuito y levanta-escobillas y comprobar su funcionamiento .
- Limpiar, revisar y reengrasar los rodamientos; caso dado recambiarlos. Limpiar también los rodillos de contacto y las ruedas dentadas del engranaje, controlar que ninguna de estas piezas este oxidada y engrasar todas ligeramente con pasta apropiada.
- Comprobar el ajuste del arco de conexión y caso dado, reajustarlo con el correspondiente tornillo : el ajuste debe hacerse de forma que en ambas posiciones de enclavamiento del anillo de corto-circuito, los rodillos de contacto tengan una separación de la carrera como indica la fábrica.
- Aflojar los tornillos de fijación de los pernos portaescobillas, desmontar estos últimos, engrasarlos ligeramente y volver a montar los. Controlar el acoplamiento de sobrecarga y reajustarlos si fuese necesario. Alisar los puntos quemados de las caperuzas de plata de los bulones de contacto.

De-soldar las caperuzas dañadas y cambiarlas por otras nuevas. Recambiar también los pares de muelles de contacto que estén dañados .

- Comprobar que los muelles hacen buen contacto; caso dado, doblar los algo más .
- Comprobar el buen contacto de todas las conexiones; caso dado, reapretar los tornillos y volver a asegurarlos con platinas nuevas

A las 1.500 horas de servicio

- Todas las operaciones indicadas para las 750 horas de servicio.

A las 2.250 horas de servicio

- Todas las operaciones indicadas para las 750 horas de servicio

A las 3.000 horas de servicio .

Estatores y rotores.

- Limpiar el devanado y las ranuras de ventilación .
- Comprobar la fijación de las cuñas de cierre de las ranuras.
- Comprobar el estado del aislamiento del devanado, incluyendo el conductor anular y las conexiones eléctricas .
- Comprobar el estado de las barras, de los anillos de cortocircuito y de las conexiones anulares de las barras .
- Comprobar si hay algún desplazamiento axial de la jaula.
- Comprobar la fijación de los anillos finales y de apoyo y sus sujeciones .
- Comprobar la limpieza y la buena fijación de los conductores anulares y de derivación de los devanados estatóricos, de los conductores de los anillos rozantes, de las piezas aislantes, de los tableros de bornes, de las barras de conexión y de todos los tornillos y elementos de fijación; emplear siempre elementos de fijación nuevos .
- Comprobar que todas las conexiones eléctricas hacen aún buen contacto; reapretar los tornillos, donde sea necesario, empleando para bloquearlos, elementos de fijación nuevos.
- Controlar los bornes de puesta a tierra.

Escobillas, portaescobillas y anillos colectores

- Todas las operaciones indicadas para las 750 horas de servicio.
- Limpiar el recinto y el conjunto de los anillos colectores, el soporte de los porta-escobillas y estos mismos (sacando, para ello, las escobillas), así como las piezas conductoras de aire y las conexiones eléctricas. En caso dado, recubrir las aberturas para la entrada del aire .

Nota: Si hubiese depósitos aceitosos, buscar el motivo .

- Comprobar la altura de las escobillas y; en caso dado, cambiarlas por otras nuevas .
- Controlar también el estado intachable de las superficies de contacto. Tratándose de porta-escobillas radiales, comprobar que estas se pueden mover libremente y que sus superficies laterales no están dañadas. Si los portaescobillas son del tipo de brazo, verificar la fijación de las escobillas. Comprobar también la fijación de los cordones a las escobillas o si éstos están dañados o han cambiado de color .
- Comprobar la fijación de los cordones de las escobillas a los porta-escobillas y si estos están dañados y si sus articulaciones se mueven con facilidad.
- Revisar la superficie de contacto : debe estar bien pulida y no tener estrías, pero sí una pulida uniforme. Comprobar que no hay muestras de un sobrecalentamiento inadmisibles (Cambio de color).
- Comprobar que en las ranuras de los anillos colectores no se han formado rebabas, en caso contrario, eliminarlas.
- Comprobar golpeandolos, que los anillos colectores y los bulbos de contacto siguen bien fijos .
- Con la máquina funcionando, comprobar la marcha tranquila de la superficie de los anillos colectores, empleando para ello una es- piga aislante .

Partes mecánicas de las máquinas.

- Comprobar que las bases no se han acentado y que no están rajadas. Controlar el alineado del rotor y la tendencia del árbol a combarse; comparar estos valores con los registrados en el protocolo de las mediciones; si fuese necesario reajustar los cojinetes.
- Controlar el entrehierro y el desplazamiento axial y comparar estos valores con los indicados en el manual de la fábrica.
- Controlar la separación con respecto a las piezas en rotación; en

caso dado, reajustar la correspondiente parte del blindaje.

- Comprobar que los anclajes de las bases siguen bien apretados.
- Comprobar también el asiento fijo de todos los tornillos de fijación de las piezas de la máquina, de las espigas cónicas y de las chapas de calce; donde sea necesario, reapretar los elementos de sujeción, empleando en estos casos siempre platinas de sujeción nuevas .
- Comprobar la sujeción de las pesas de equilibrado y reapretarlas, donde sea necesario. Emplear siempre platinas de sujeción nuevas .
- Si hay acoplamiento rígido, comprobar la fijación correcta de todos los pernos de acoplamiento y elementos de sujeción; donde sea necesario, reapretarlos, empleando siempre platinas de sujeción nuevas .
- Si hay acoplamiento elástico, comprobar la separación axial (ver esquema acotado o las indicaciones del fabricante del acoplamiento) .

Comprobar que los bulones están bien apretados; en caso dado, reapretarlos.

- Comprobar, golpeándolos, si los pernos tensores y los elementos de sujeción están aún bien apretados; reapretarlos, si es posible en caso dado, emplear nuevos elementos de sujeción.
- Comprobar la presión de la juntura del paquete de chapas del estator .
- Comprobar el asiento fijo de los elementos de fijación de los polos y de los apoyos del devanado polar; en caso dado, reapretar los pernos y las chavetas. Emplear platinas de fijación nuevas.
- Comprobar que las chavetas de sujeción del cubo y de la culata y todos sus elementos de sujeción están aún bien apretados; en caso dado, reapretar las chavetas y colocar nuevos elementos de sujeción .
- Revisar la máquina y la fosa del estator para ver si hay principios de deterioros; en caso dado, determinar el lugar y tomar las medidas apropiadas.

- Limpiar y revisar los aislamientos de los cojinetes y de los empalmes de los tubos y de los termómetros; en caso dado, renovar el aislamiento .
- Fijar los plazos de inspección de acuerdo con el grado de ensuciamiento; en caso dado, comprobar la presión de las cámaras de aire de obturación.
- Controlar la lubricación de los cojinetes .
- Comprobar el funcionamiento de los instrumentos de vigilancia y de los dispositivos de contacto .

A las 3.750 horas de servicio

- Todas las operaciones indicadas para las 750 horas de servicio .

A las 4.500 horas de servicio .

- Todas las operaciones indicadas para las 750 horas de servicio .

A las 5.250 horas de servicio

- Todas las operaciones indicadas para las 750 horas de servicio .

A las 6.000 horas de servicio

- Todas las operaciones indicadas a las 3.000 horas de servicio .

Escobillas, porta-escobillas y anillos colectores

- Controlar la fijación y la disposición correcta de los porta-escobillas y de las piezas de sujeción.
- Controlar también la separación entre los porta-escobillas y la superficie de los anillos colectores .
- Controlar la presión de las escobillas y en caso dado, cambiar el porta-escobillas .

Partes mecánicas de las máquinas

- Comprobar que la junta del paquete de chapas del estator sigue bién apretada y que la pieza intermedia sigue fija y en su posición

correcta; en caso dado, corregir la posición y reapretar los tornillos de la juntura .

A las 6.750 horas de servicio

- Todas las operaciones indicadas para las 750 horas de servicio .

A las 7.500 horas de servicio

- Todas las operaciones indicadas para las 750 horas de servicio .

A las 8.250 horas de servicio

- Todas las operaciones indicadas para las 750 horas de servicio .

A las 9.000 horas de servicio

- Todas las operaciones indicadas para las 750 horas de servicio .

A las 9.750 horas de servicio

- Todas las operaciones indicadas para las 750 horas de servicio .

A las 10.500 horas de servicio

- Todas las operaciones indicadas para las 750 horas de servicio .

A las 11.250 horas de servicio

- Todas las operaciones indicadas para las 750 horas de servicio .

A las 12.000 horas de servicio

- Revisión general por técnicos calificados .

PLAN DE MANTENIMIENTO PARA TODOS LOS
TRANSFORMADORES

Cada día

- Controlar y registrar la sobret temperatura del aceite .

Cada mes

- Controlar el nivel del aceite en el indicador de nivel del recipiente de expansión .
- Regenerar o renovar el medio deshumectador de aire (Silicagel) siguiendo las instrucciones del manual de la fábrica .

Cada seis meses

- Accionar varias veces el conmutador pasando por todos los escalones a fin de limpiar los contactos .

Cada año

- Comprobar el funcionamiento de los aparatos de protección y vigilancia .
- Limpiar el transformador, especialmente los aisladores pasatapas y eliminar los puntos oxidados, de acuerdo con las condiciones locales .
- Comprobar la hermeticidad del transformador .

Cada tres años

Controlar el estado del aceite. En caso dado cambiar el aceite .

Cada cinco años

- Revisión del interruptor de escalones y del accionamiento por motor en concordancia con la descripción de los aparatos .

PROGRAMA DE MAXIMA DE UN CURSO DE ADIESTRAMIEN-
TO PARA PERSONAL DE MANUTENCION DE UNA CENTRAL
MULTIPLE

Teoría

- Breve descripción acerca del motor
- Breve descripción acerca del generador
- Breve descripción de los auxiliares
- Ventajas de una manutención preventiva
- Ilustración del manual de manutención preventiva
- Daños frecuentes de un generador diesel y causas
- Sistema de inyección: descripción y problemas más frecuentes
- Regulador: descripción, operación y problemas relacionados
- Métodos de medición del desgaste de los componentes
- Uso de los instrumentos

Práctica

- Ejecución de operaciones de manutención en un generador disponible, tal como están prescritas en el manual
- Desarme y calibradura de inyectores
- Práctica en el uso de equipos e instrumentos
- Ejercicios de toma de datos

PIEZAS DE REPUESTO QUE ES NECESARIO TENER A DISPOSICION EN CADA UNA DE LAS CENTRALES

Para cada tipo de motor, o para cada grupo de motores de igual tipo y características, 1 serie de piezas componentes 1 cilindro motor: o sea:

- 1 serie de inyectores completos para 1 motor
- 1 serie de inyectores para 1 motor
- 1 cabeza de cilindro acompañada de sus accesorios
- 1 camisa cilindro completa
- 1 serie de balaceadores para cojinetes cabeza de biela
1 cilindro
- 1 serie de balaceadores para cojinete de banco
- 1 bomba combustible para 1 cilindro
- 1 serie de guarniciones especiales para camisas-culatas-etc.

- Instrumentos para control y medicion de desgaste

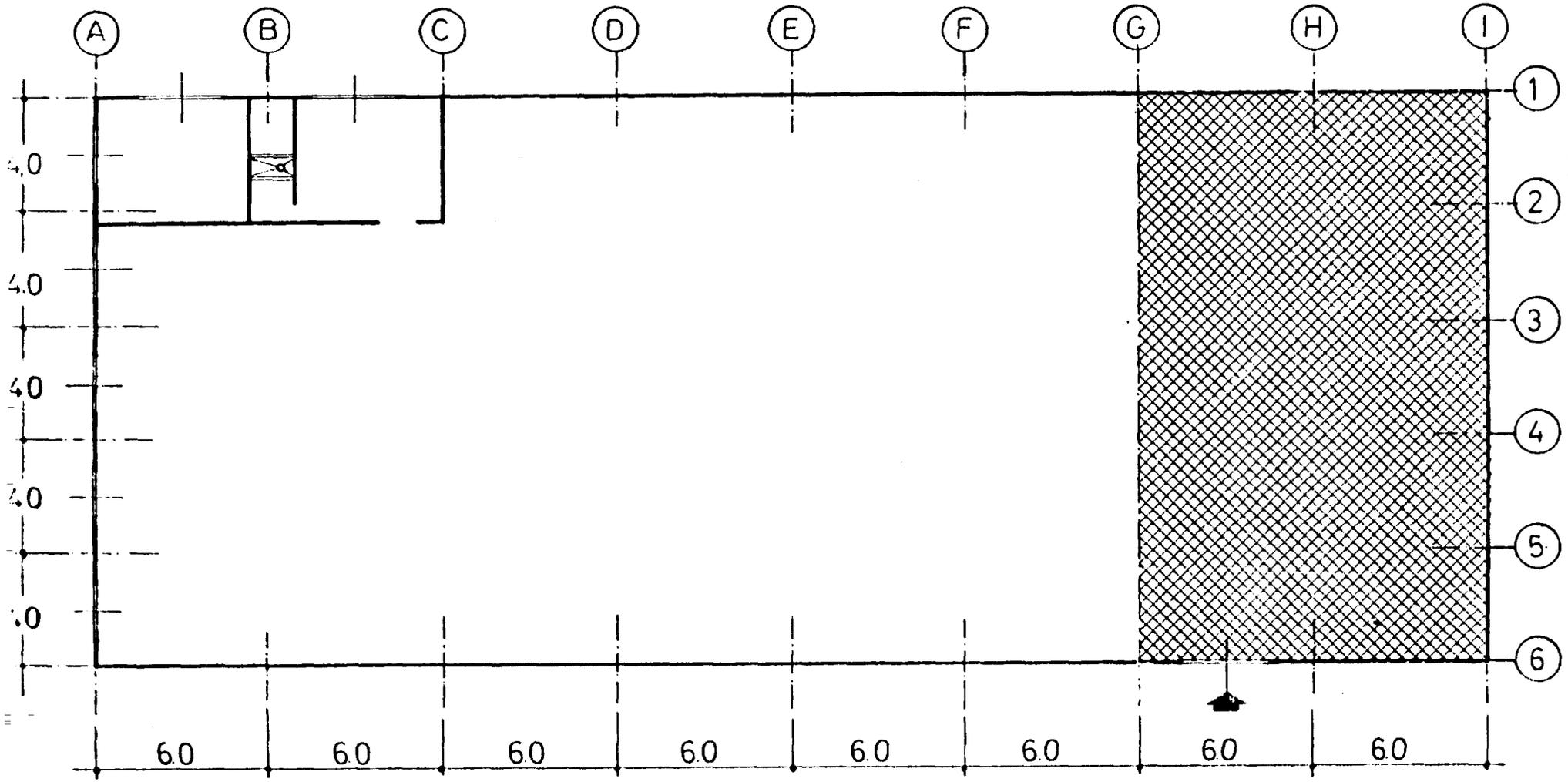
- 1 micrometro a arco para \varnothing externos
El diámetro depende de la dimensión del eje, que debe ser controlado.
- 1 micrometro para interiores a fin de medir las flexiones (generalmente provee la casa constructora)
- 1 micrometro de astas de posicionamiento (generalmente provee la casa constructora con el motor)
- 1 calibrador común y corriente

| TURNO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| MOTOR No | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| INDICE DE APERTURA BOMBA COMBUSTIBILE | 1 | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4 | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 5 | 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 6 | 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PRESION EN KG/cm ² ACEITE | SALIDA BOMBA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | REFRIG. PISTON | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | COJINETES BANCADA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | COJ. AX. BANCADA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | COJ. CHEVAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | REGULADORES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ENTRADA INTER. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | SALIDA INTER. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | SALIDA BOMBA COMB. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | AGUA DULCE ENTRADA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AGUA DULCE SALIDA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SALIDA TURBO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TEMPERATURA EN °C | 1 | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4 | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 5 | 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 6 | 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MULTIPLE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ENTRADA TURBO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | SALIDA TURBO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AGUA DURA ENTRADA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SALIDA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

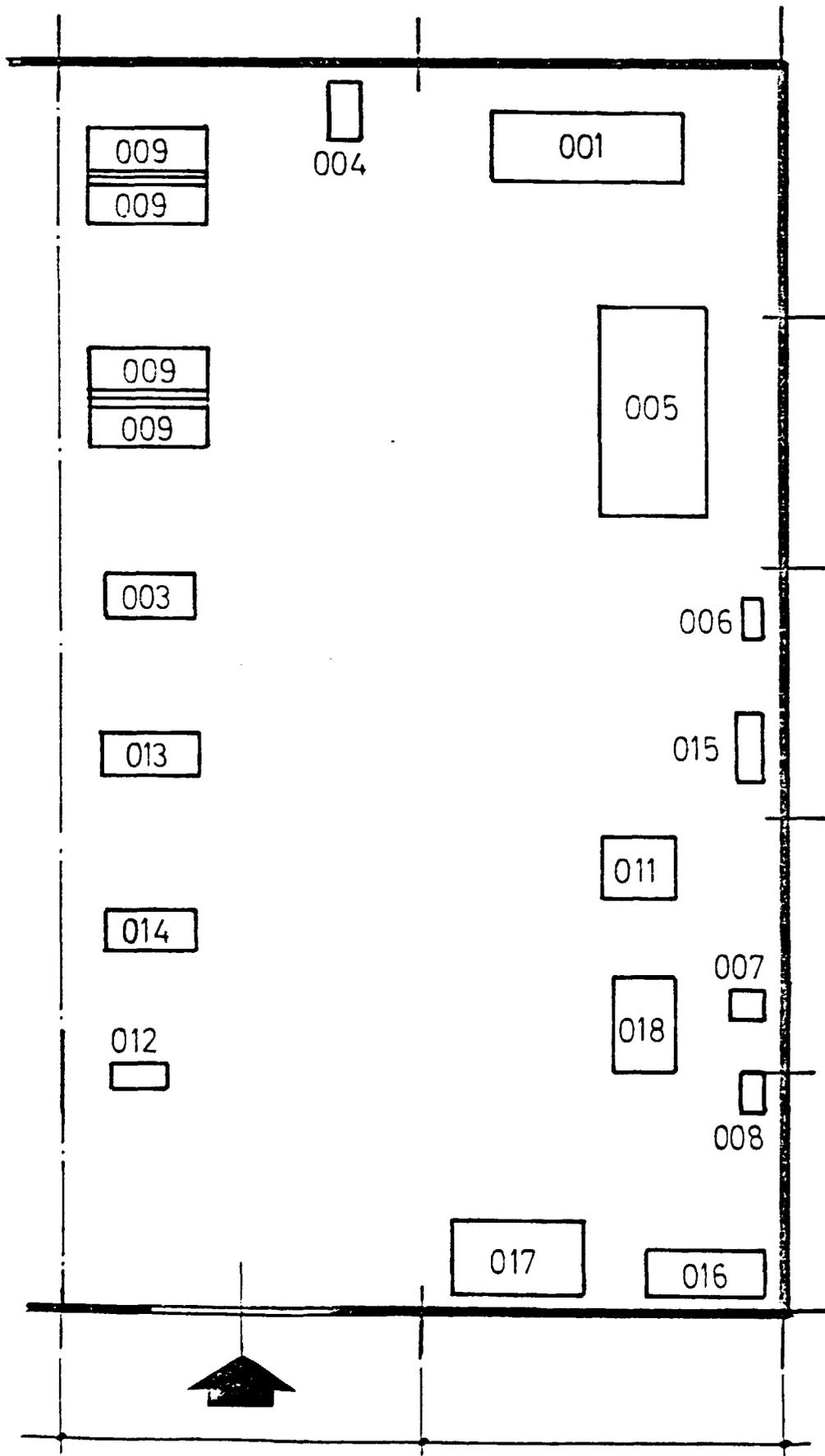
LISTA DE LAS MAQUINAS PREVISTAS PARA EL TALLER
DE SOACHA

| Codigo | Descripción Máquina | <u>Costo en Europa</u> US \$ |
|--------|---|---------------------------------|
| 001 | 1 Torno paralelo H=300 mm. L= 1500 mm | 26.950 |
| 002 | 1 Equipo para rectificación. de montar en el horno antes descrito | 850 |
| 003 | 1 Trápano radial para puntas \varnothing 35/40 brazo 1000 mm | 10.550 |
| 004 | 1 Trápano a columna para puntas \varnothing 20 | 2.100 |
| 005 | 1 Fresadora universal con carrillo 300 x 1600 mm | 33.160 |
| 006 | 1 Soldadora eléctrica de 300 A | 1.750 |
| 007 | 1 Esmeriladora a columna para resorte 250 \varnothing x 30 mm | 610 |
| 008 | 1 Grupo carrelado oxiacetilénico acompañado de accesorios | 510 |
| 009 | 4 Bancos y equipos varios para mecánica de banco | 1.950 |
| 010 | 4 Equipos para mecánica de banco | 2.700 |
| 011 | 1 Recipiente inoxidable para lavado de las piezas 1m x 1m x 0,3 m | 370 |
| 012 | 1 Bomba a mano para pruebas hidráulicas hasta de 12 kg/cm ² | 270 |
| 013 | 1 Prensa, 30 t, a dos montantes | 10.300 |
| 014 | 1 Plano de encuentro paralelo 800 x 1600m | 2.650 |
| 015 | 1 Rectificadora hidráulica para superficies planas con carrillo 200 x 630 | 7.150 |
| 016 | 1 Servicio de prueba para bombas combustibles y taratura inyectores | 23.600 |
| 017 | 1 Organo de levante hidráulico para pesos | |

018 1 hasta de 2 toneladas
Banco para soldadura a arco



Area del almacen o bodega de SOACHA destinada a taller

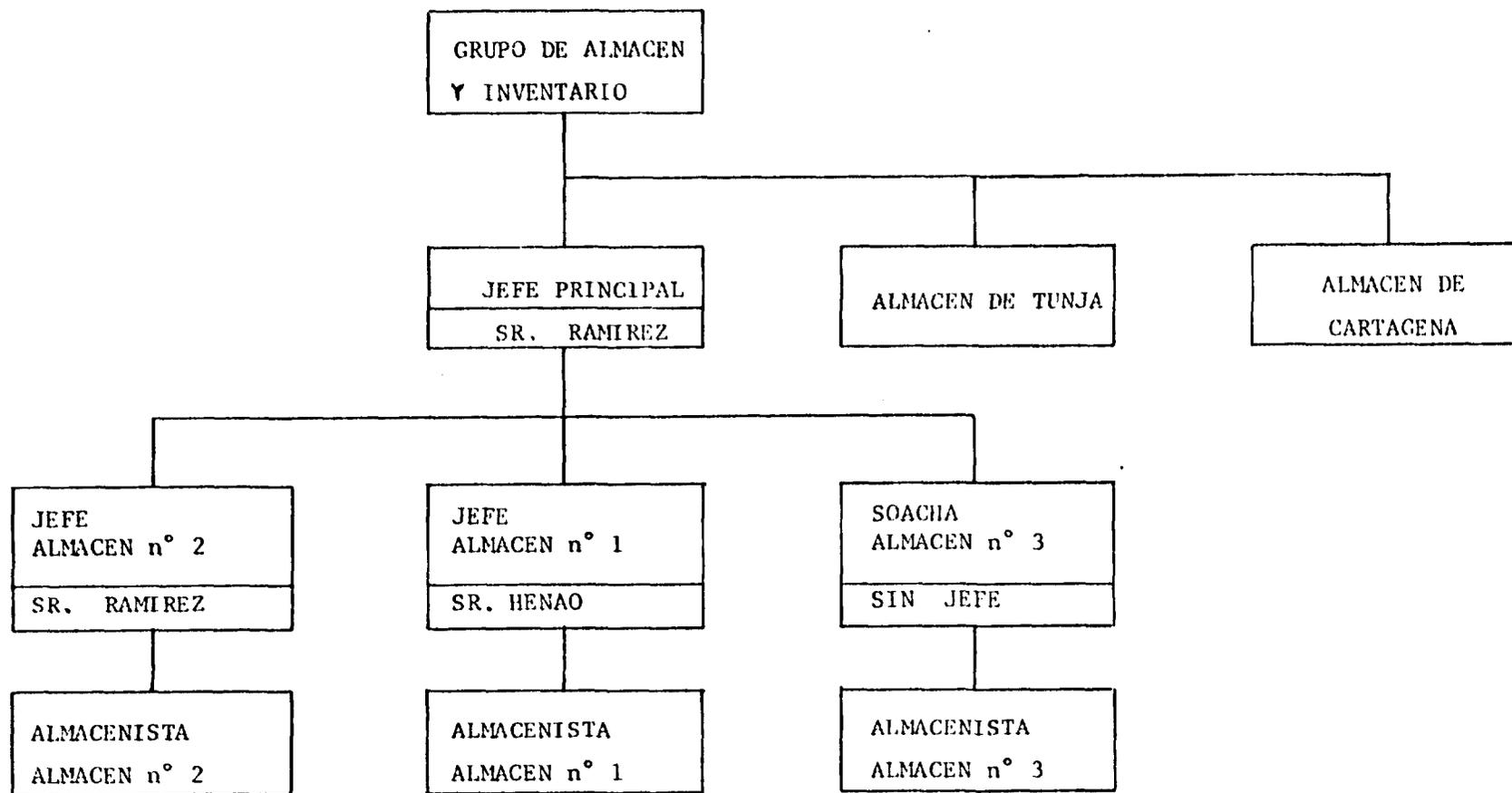


Layout sugerido por el taller de SOACHA

ANALISIS DE COSTO RELACIONADO CON EL TALLER
DE REVISION EN SOACHA

| | |
|---|----------------------------|
| - Costo de la Maquinaria en Europa (ver Anexo 22) | US\$ 126.630 |
| - Transporte de Europa a Colombia | US\$ 31.660 |
| - Proyección ejecutiva y montaje | US\$ 12.660 |
| - Trabajos civiles accesorios | US\$ 6.000 |
| - Asistencia al montaje | US\$ 6.000 |
| | <hr/> |
| TOTAL PARCIAL | US\$ 182.950 |
| Imprevistos 10% | US\$ 18.300 |
| TOTAL | <u><u>US\$ 201.250</u></u> |

El costo no incluye tasas de importación ni otras tasas locales.



Organigrama de los
almacenes ICEL.

