

1 / 6 de 2 / 5 88

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**Facultad de Ingenieria Electrica Y Electronica**

**PROYECTO ESPECIAL DE CHAVIMOCHIC**  
**OPERACION DE LOS SISTEMAS HIDROELECTRICOS**

1813



**TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE**  
**ING° ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR: Bach. MÁXIMO ESPINOZA ARANDA**

**: Ing° JUAN HERBER GRADOS GAMARRA**

**CALLAO DICIEMBRE 2001**

## INDICE

### **1. INTRODUCCION**

#### **1.1 Generalidades**

##### **1.1.1 Ubicación**

##### **1.1.2 Objetivos y Metas**

##### **1.1.3 Descripción de las Obras Construidas**

##### **1.1.4 Inversiones**

##### **1.1.5 Promoción a la Inversión Privada**

##### **1.1.6 Transferencia de Tecnología e Investigación**

##### **1.1.7 Organización de la Operación y Mantenimiento del Sistema Hidroeléctrico Virú.**

### **2. CENTRAL HIDROELECTRICA VIRU**

#### **2.1 Descripción Básica**

#### **2.2 Equipos Principales**

#### **2.3 Objetivos**

#### **2.4 Actividades**

##### **2.4.1 Actividades de Operación**

##### **2.4.2 Procedimientos Operacionales de la C.H. Virú**

###### **2.4.2.1 Arranque y Parada de Grupos Turbina-Generador**

###### **2.4.2.2 Sincronización de Grupos**

###### **2.4.2.3 Operación y Supervisión del Patio de Llaves**

###### **2.4.2.4 Servicios auxiliares**

###### **2.4.2.5 Subestaciones**

- 2.4.2.6 Generación-Distribución
  - 2.4.2.6.1 Generación en Modo Aislado
  - 2.4.2.6.2 Generación en Modo Interconectado
  - 2.4.2.6.3 Restricciones de la generación
  - 2.4.2.6.4 Restricciones de Distribución
  - 2.4.2.6.5 Perturbaciones más frecuentes en la Línea de Transmisión
- 2.5 Microcentrales
- 2.6 El Por qué de las operaciones y del Semiautomatismo
- 2.7 Diagramas
- 2.8 Control de parámetros de Generación y Distribución
- 2.9 Comercialización

### **3. MANTENIMIENTO**

- 3.1 Objetivos del mantenimiento
- 3.2 Componentes del Mantenimiento
- 3.3 Mantenimientos de los Sistemas Hidroeléctricos

### **4. ANÁLISIS DE COSTOS**

### **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

PLANOS

# **1. INTRODUCCION**

## **1.1 Generalidades**

El proyecto de irrigación e hidroenergético CHAVIMOCHIC, constituye un Proyecto de propósitos múltiples que utiliza las aguas del río Santa, el más caudaloso de la costa norte, para su desarrollo representando una de las mayores y completas obras de ingeniería hidráulica en construcción en el país, emprendida por el gobierno peruano a través de importantes inversiones para el desarrollo de sus etapas I y II; los objetivos principales de esta importante obra hidráulica (III etapa), están orientadas a la irrigación de una superficie de 144385 ha en los valles de Chao Virú Moche y Chicama; la generación hidroeléctrica de hasta 68 MW de potencia instalada y el abastecimiento de agua potable e industrial para la Ciudad de Trujillo con un caudal permanente de 1000 l/seg.

Actualmente el Proyecto Especial Chavimochic se encuentra abocado en la implementación de acciones para la consolidación del desarrollo de las obras hidráulicas, en el marco de estas acciones se viene impulsando el proceso de privatización que lleva adelante el gobierno en los valles e intervalles que conforman el ámbito de sus dos primeras etapas con sus correspondiente dotación de agua desde el canal madre asignándose un volumen anual por ha de 10000 m<sup>3</sup>. Se han transferido al sector privado nacional y extranjero 16577 has, por la modalidad de subasta pública internacional y 5110 has, por la modalidad de venta directa en aplicación a las facultades establecidas en el D.S. N° 011-97-AG, de estas hectáreas transferidas gran parte se encuentran en pleno desarrollo productivo con apoyo de modernos sistemas de riego, la utilización de paquetes tecnológicos de siembra y cosecha, ésta importante

gestión del proyecto está en concordancia con los planes de desarrollo del gobierno, de generación masiva de mano de obra y mejoramiento de la calidad de vida de la población beneficiada. Correspondiendo a la III etapa la Presa de “Palo Redondo” para el embalse de regulación de riego con una capacidad de almacenamiento de 400 millones de m<sup>3</sup> . El propósito, es regular las aguas del río Santa, asegurar el recurso hídrico para las tres etapas del proyecto y permitir la construcción de las Centrales Hidroeléctricas de Cola y pie de Presa, con 20 MW y 40 MW de potencia instalada, respectivamente.

### **1.1.1 Ubicación**

Costa Norte del Perú, en las provincias de Trujillo, Virú y Ascope en el departamento de la Libertad, entre el margen derecho del río Santa, por el Sur y las pampas de Paiján y Urricape por el norte, a 550 Km. Al norte de la ciudad de Lima.

El área del Proyecto se ubica en una altitud que varía entre 14 m.s.n.m. a 240 m.s.n.m.

### **1.1.2 Objetivos y Metas**

Incrementar la producción de energía eléctrica mediante la instalación de 3 Centrales Hidroeléctricas (de Cola y de pie de Presa en Palo Redondo y Virú) con una potencia instalada de 67.5Mw. las cuales serán interconectados al sistema interconectado centro norte (SICN).

Mejorar el riego de 78.310 Ha y ampliar la frontera agrícola en 66.075 ha. En los valles e intervalles de Chao, Virú, Moche y Chicama.

Abastecer de agua potable para uso poblacional e industrial a la Ciudad de Trujillo con una capacidad de 1.0 m<sup>3</sup>/seg.

Incrementar la producción y productividad agropecuaria y agroindustrial dirigida a la exportación y a satisfacer las demandas de los mercados interno y externo.

Mejorar los niveles y condiciones de vida de aproximadamente 164.00 familias.

### **Premio Internacional Puente de Alcántara**

El jurado de la VI Edición del Premio Internacional Puente de Alcántara, Convocatoria 1996-1998, reunido en el Convento de San Benito de Alcántara , Cáceres bajo la presidencia de S.A.R. El Infante don Carlos de Borbón, acordó por unanimidad conceder en Iberoamérica el premio a la obra “PROYECTO CHAVIMOCHIC” de Perú, por la trascendencia social de la utilización racional de los recursos hídricos que está bien concebida y construida.

A esta Convocatoria, se presentaron 30 proyectos de 10 países, de España, Portugal e Iberoamérica.

### **1.1.3 Descripción de las Obras Construidas**

Entre las principales obras que se iniciaron en 1986 tenemos:

#### **Primera y Segunda Etapa**

##### **Bocatoma**

Ubicada en la margen derecha del Río Santa en la cota 412 m.s.n.m. con una capacidad de captación de 105 m<sup>3</sup>/s

##### **Desarenador**

Diseñado para evacuar 2.27 millones de ton/año de sedimento.

### **Túnel Intercuencas**

De 10 Km. de longitud para el transvase de aguas de la cuenca del río Santa hacia las cuencas beneficiadas por el proyecto.

### **Canal Principal , de derivación y Sifones**

#### **Sistema de tratamiento de agua potable - Trujillo**

Abasteciendo a un 60% de la población.

### **Central Hidroeléctrica de Virú**

Ubicada en el campamento San José. Virú con una capacidad instalada de 7.5 MW y un área de 649 m<sup>2</sup> (29.5 x 22.0 m.)

### **Microcentrales de Tanguche y Desarenador**

Para fines de operación de estructuras de Chavimochic y del Proyecto Chincas, así como para el uso poblacional de algunos caseríos y distritos de la zona.

## **1.1.4 Inversiones**

El estado peruano ha invertido 909 millones 550 mil dólares, quedando para completar el desarrollo del proyecto las siguientes inversiones.

| ETAPA                   | INVERSION PUBLICA       |                | TOTAL            |
|-------------------------|-------------------------|----------------|------------------|
|                         | Realizada al 31.12.2000 | Por realizar   |                  |
| Primera Etapa           | 615 850                 | 53 679         | 669 529          |
| Segunda Etapa           | 242 310                 | 1 575          | 243 885          |
| Tercera Etapa           | -                       | 193 200        | 193 200          |
| Embalse Palo Redondo    | -                       | 157 500        | 157 500          |
| Obras Fenómeno del niño | 51 390                  | 128 060        | 51 518           |
| <b>Total</b>            | <b>909 550</b>          | <b>406 082</b> | <b>1 315 632</b> |

## **1.1.5 Promoción a la Inversión Privada**

### **Proceso de Subasta de Tierras**

El Proyecto Especial Chavimochic se encuentra inmerso en el proceso de privatización de acuerdo a lo dispuesto por la Ley 26440, que incorpora a los proyectos y organismos que están bajo responsabilidad de órganos estatales al proceso de promoción de la inversión privada al que se refiere el Decreto Legislativo 674.

En este sentido el Proyecto Chavimochic , en cumplimiento a uno de sus objetivos principales que constituye la incorporación de nuevas áreas a la agricultura , cumple una importante gestión en coordinación con la COPRI y coadyuva al éxito de esta actividad, el impulso e incentivos a la inversión privada que brinda el Gobierno a través de una serie de medidas que favorece al acceso de la inversión en la adquisición de tierras para el desarrollo de una agricultura moderna .

Al inicio del 2001, a través de siete (7) subastas públicas Internacionales se ha logrado transferir en venta al sector privado 99 lotes de terreno.

### **Concesión del Complejo Agroindustrial de Chao**

En septiembre de 1995, se otorgó la concesión del derecho de usufructo con opción de compra (a partir del segundo año) de la Planta Procesadora de Pasta de Tomate por un período de 30 años, por un monto anual de US\$ 449,000.

El complejo agroindustrial de Chao, tiene una capacidad de procesamiento de 20,000 TM. Anuales y cuenta con infraestructura de riego presurizado para una superficie de 1,343 Ha.



### **1.1.6 Transferencia de Tecnología e Investigación**

El Proyecto Especial Chavimochic realiza la promoción, extensión y difusión de prácticas culturales para mejorar el manejo de los cultivos existentes y la incorporación de nuevas variedades, así como contribuir a uso eficiente del recurso hídrico, mediante los siguientes programas:

- Laboratorio de Biotecnología .
- Laboratorio de Crianza de Insectos Benéficos.
- Parcela demostrativa y Vivero Frutícola-Forestal, parcela de vid.
- Programa de asistencia técnica de distribución y control de agua de riego .

### **1.1.7 Organización de la Operación y Mantenimiento del Sistema Hidroeléctrico Virú.**

La División de Sistemas Hidroeléctricos de la Dirección de Operación y Mantenimiento del Proyecto Especial Chavimochic, basa sus objetivos fundamentalmente en la operación y mantenimiento de las Centrales de Generación Eléctrica y Subestaciones Transformadoras que permitan la óptima generación y distribución de la energía para su posterior venta, principalmente en las áreas de influencia del Proyecto, permitiendo de esta manera, el desarrollo integral de la región. Así mismo tiene como finalidad velar por la conservación y seguridad de sus infraestructuras y equipos que lo constituyen.

La División de Sistemas Hidroeléctricos cuenta con dos sistemas de generación eléctrica que operan aisladamente: El Sistema Hidroeléctrico Virú y el Sistema Hidroeléctrico Tanguche-Desarenador. Además cuenta con la Unidad de Distribución de Energía de Chao.

El Sistema Hidroeléctrico Virú, está conformado por la Central Hidroeléctrica Virú con una potencia instalada de 7.5 MW (distribuida mediante tres turbinas de 2.5 MW cada una), una línea de transmisión de 9 MVA, 34.5 KV, la Subestación de Virú (6 MVA, 34.5/ 10KV) y Subestación Chao (5 MVA, 34.5/ 10 KV). Inició su operación comercial en 1995 y posteriormente en los primeros meses del 2000, se amplió la red eléctrica mediante la obra de electrificación Zaraqque-Huacapongo con una línea de 22.9 KV y una subestación de 2 MVA.

El Sistema Hidroeléctrico Tanguche-Desarenador, está conformado por la Microcentral Hidroeléctrica Tanguche (desde Set-1996), Microcentral Hidroeléctrica Desarenador (desde Nov-1996) y línea de interconexión en 10 KV de las Micro centrales (desde Feb-1998), ampliando su red eléctrica en los primeros meses del 2000 mediante la obra de electrificación Chuquicara-Macate con una línea de 22.9 KV.

En la estructura orgánica, la División de Sistemas Hidroeléctricos, es una División Técnica de la Dirección de Operación y Mantenimiento, que tiene como principal responsabilidad ejecutar las acciones inherentes a los objetivos y metas del Proyecto.

La Dirección de Operación y Mantenimiento tiene el siguiente Organigrama:



## **2. CENTRAL HIDROELECTRICA VIRU**

### **2.1 Descripción Básica**

La Central Hidroeléctrica de Virú ha sido concebida para utilizar el agua de riego y aprovechar el desnivel existente entre el canal madre y el río Virú, en la generación de 7500 Kw. de energía eléctrica.

#### **Cámara de Carga**

El Proyecto se inicia con un canal de derivación para empalmar el canal madre con una cámara de carga, diseñada para atender a la central y a la conducción Pur-Pur y al sifón Virú. La cámara de carga ha sido diseñada con la finalidad de disminuir la velocidad del agua y lograr un volumen adicional que permita asumir pequeñas variaciones del caudal demandado por la Central en sus oscilaciones operativas de carga. La cámara, presenta también en su margen izquierdo un verdadero lateral sin compuertas. Los caudales no utilizados verterán sobre el aliviadero para descargar en la poza disipadora y de ahí serán evacuados al río Virú por medio de las obras de descarga.

#### **Tubería Forzada**

De la cámara de carga nace la Tubería Forzada, de acero, de diámetro uniforme (1.9 mts.), diseñadas para un caudal máximo de 9 m<sup>3</sup>/seg. Y aprovechamiento de una carga neta desde una altura de 103 m, construida de planchas de acero al carbono. Es conectada en su parte superior, a un tubo de aireación, tiene una junta que permite pequeños movimientos relativos entre la parte enterrada de la tubería y la parte hormigonada.

La junta es capaz de absorber los eventuales desplazamientos diferenciales entre la tubería y el bloque de fundación de la casa de máquina que se podría producir durante

un sismo o de un asentamiento progresivo del terreno. Adicionalmente la junta absorbe las contracciones y dilataciones de origen térmico. Para facilitar las tareas de montaje y para permitir su reemplazo, la junta esta provista de bridas en ambos extremos.

En su parte final la tubería se ramifica para alimentar a los tres grupos de generación ubicados en la casa fuerza, la trifurcación incluye codos para el cambio de dirección del agua, con reducción de diámetro para empalme con las válvulas mariposa de protección y aislamiento de las turbinas.

### **Casa Fuerza**

La casa fuerza de la central hidroeléctrica es de tipo convencional, los grupos generadores son constituidos por turbinas de tipo Francis de eje horizontal con una potencia nominal de 2700 KW cada una y una velocidad de rotación de 900 R.P.M acopladas a generadores de 3200 KVA.

La casa fuerza esta constituido por una nave principal con dos pisos: tiene su estructura compuesta con pilares y vigas de hormigón armado, paredes en albañilería convencional y ventanas para iluminación y ventilación.

El piso inferior tiene dos niveles de elevación. En el nivel inferior están cojinetes, filtros del sistema de agua de enfriamiento y de los sellos de vedación. En el nivel superior están instalados el regulador de velocidad de las turbinas, los tableros de excitación de los alternadores, el sistema de protección y control de las unidades, los centros de carga de los servicios auxiliares y también las salas para taller mecánico, compresoras de aire y generador de emergencia.

En el piso superior se encuentra la sala de comando, de ventiladores, de baterías, el taller eléctrico y oficinas.

La casa fuerza es servida por un puente grúa con comando a partir del piso.

La energía generada es transmitida mediante una línea de transmisión, y distribuidas mediante dos subestaciones en las localidades de Virú y Chao.

La Subestación de salida es contigua a la casa fuerza.

## **2.2 Equipos Principales**

### **Puente Grúa**

El puente grúa de la casa fuerza permite la elevación de los equipo componentes del grupo turbina-generator, para las tareas de montaje y mantenimiento. Los movimientos de translación del puente y del carro, y los de elevación son hechos por medio de motores eléctricos y reductores. La operación es hecha a través de la unidad de mando (botonera) localizada en la parte final del conductor eléctrico suspendido por el puente.

Datos básicos

|                                 |   |           |
|---------------------------------|---|-----------|
| Capacidad Máxima                | : | 20 Tn     |
| Velocidad del carro transversal | : | 12 m/min. |
| Velocidad de traslación         | : | 16 m/min. |
| Circuito de potencia            | : | 380 V     |
| Circuito de comando             | : | 220V      |
| Frecuencia                      | : | 60Hz      |

### **Sistema de Agua Industrial**

Tiene la función de suministrar agua a las diferentes zonas de la casa de fuerza:

- A los cambiadores de calor de los generadores y los cojinetes de las turbinas.
- A Los sellos de vedación de los ejes de las turbinas
- A las instalaciones de agua potable de la casa de fuerza.

### **Sistema de agotamiento/drenaje (filtración)**

Tiene la función de retirar el agua del interior de la casa de fuerza y de los canales de succión de las turbinas. La bomba es accionada por dos flotadores eléctricos, cuando el nivel del agua sube acciona el flotador superior ligando la bomba, y cuando el nivel de agua desciende acciona el flotador inferior desligando la bomba.

### **Características principales del sistema**

|                              |   |                      |
|------------------------------|---|----------------------|
| Potencia Nominal de la Bomba | : | 30 KW                |
| Caudal Nominal               | : | 30 m <sup>3</sup> /h |
| Presión Nominal              | : | 13.2 mca             |

### **Compresor principal**

|                |   |           |
|----------------|---|-----------|
| Caudal de Aire | : | 850 l/min |
| Presión Máxima | : | 12 bar    |
| Peso           | : | 74.3 Kg   |

De 7.5 CV.

### **Compresor auxiliar**

|                |   |            |
|----------------|---|------------|
| Caudal de Aire | : | 77.5 L/min |
| Presión Máxima | : | 8 Bar      |
| Peso           | : | 7.8 Kg.    |

De 0.5 CV

### **Sistema de Lubricación Forzada de Cojinetes de las Turbinas**

El Sistema de Lubricación tiene la función de suministrar controlando su temperatura del aceite para los cojinetes de las turbinas.

Cada turbina tiene instalado su sistema completo en forma independientes uno del otro, la instalación del sistema consiste de un reservorio, donde están montadas tres

motobombas, siendo dos de ellas accionadas por motores de corriente alterna y la otra por motor de corriente continua.

Una de las bombas accionadas por los motores de corriente alterna trabaja continuamente, bombeando aceite para el cojinete combinando y la otra motobomba es de "Stand By".

La tercera bomba accionada por corriente continua es para las situaciones de emergencia, cuando no hubiera corriente alterna, es decir cuando los generadores no se encuentran operando, pero debido a la inercia de las Turbina/generador, estas aun siguen girando y el grupo generador diesel de emergencia no está en funcionamiento.

El aceite bombeado pasa por el cambiador de calor y después va hasta el cojinete, existe una línea de retorno que sale del cojinete directamente para el reservorio, en el sistema están instalados todos los dispositivos (instrumentos) necesarios para controlar la temperatura y flujo de aceite.

### **Sistema de Ventilación y Aire Acondicionado**

El sistema tiene como función proporcionar la filtración de aire, la ventilación y la presurización de la sala de máquina y el acondicionamiento de la oficina y sala de control de la Central Hidroeléctrica de Virú,

### **Características principales de los Equipos del Sistema**

#### **Ventilador Centrífugo :**

#### **Ventilador**

|                            |   |                         |
|----------------------------|---|-------------------------|
| Modelo                     | : | BF 686 SE               |
| Volumen de salida del Aire | : | 16078 m <sup>3</sup> /h |
| Velocidad de descarga      | : | 8.27 m/s                |
| Cantidad                   | : | 2                       |

**Motor**

|                    |   |              |
|--------------------|---|--------------|
| Potencia del Motor | : | 10.0 CV      |
| Tensión            | : | 380/3f/60 HZ |
| Nº de Polos        | : | 6            |
| Cantidad           | : | 2            |

**Ventilador axial :**

|                           |   |                        |
|---------------------------|---|------------------------|
| Modelo                    | : | RAF – 450              |
| Volumen de Salida de Aire | : | 3300 m <sup>3</sup> /h |
| Cantidad                  | : | 1                      |

**Motor**

|             |   |               |
|-------------|---|---------------|
| Potencia    | : | 0.5 CV – TFVE |
| Nº de Polos | : | 4             |
| Cantidad    | : | 1             |

**Batería de Filtros**

|                         |   |                         |
|-------------------------|---|-------------------------|
| Modelo                  | : | CKB                     |
| Tipo                    | : | Colmena                 |
| Modelo del filtro       | : | AE – 12                 |
| Volumen total de salida | : | 32156 m <sup>3</sup> /h |
| Cantidad                | : | 1 cj.                   |

**Unidad acondicionadora del tipo ventana**

|                      |   |                       |
|----------------------|---|-----------------------|
| Modelo               | : | XCA 105D              |
| Capacidad            | : | 10500 Btu/h           |
| Volumen de Salida    | : | 530 m <sup>3</sup> /h |
| Tensión de operación | : | 220V/1f/60 HZ         |
| Cantidad             | : | 6                     |



## **Taller mecánico**

Ubicado en el 2° nivel de la C.H.V.

## **Unidad Filtrante Móvil**

Tiene la función de filtrar el aceite de los siguientes sistemas de la Central Hidroeléctrica de Virú.

- Sistema de Lubricación forzada de los Cojinetes de la Turbinas.
- Sistema de Aceite de la Unidad Hidráulica de los Reguladores de Velocidad de Las Turbinas.
- Sistema de Aceite de la Unidad Hidráulica de Accionamiento de la Cámara de Carga.

## **Características principales de la Unidad**

|                          |   |                     |
|--------------------------|---|---------------------|
| Modelo                   | : | UFMP – 66           |
| Caudal                   | : | 2000 L/h            |
| Clase de Filtración      | : | 4 (Norma NAS 1638)  |
| Temperatura de Operación | : | 5° a 100°C          |
| Viscosidad               | : | 1 a 100 Centistokes |

## **Sistema contra incendio**

Este sistema está compuesto por extinguidotes con diversos tipos de cargas del tipo fijo y uno del tipo móvil, los extinguidotes están distribuidos y posicionados en puntos estratégicos.

## **Equipos Hidromecánicos**

### **Válvula Mariposa de cierre**

Las Válvulas de cierre tipo Mariposa están diseñadas y construidas para una operación suave y sin apreciable vibración para no causar variaciones peligrosas en la tubería en la tubería forzada bajo la máxima altura estática, esta construida para tener suficiente

resistencia y rigidez para admitir la descarga total bajo la condición de altura máxima, contiene bridas aguas arriba y abajo, pernos, tuercas y retentores.

El cuerpo de la válvula esta fabricado con bases de sustentación integrales, proyectado para resistir las cargas verticales que se produzcan bajo condiciones mas adversas de funcionamiento de la misma, estas cargas verticales incluyen el peso de las extensiones bridadas, el agua contenida en ellas y el empuje del mecanismo de operación de la válvula.

El disco de la válvula es fabricado en acero fundido en una sola pieza con un asiento (anillo de junta) de neopreno en su circunferencia, con el objeto de evitar fugas de agua cuando la válvula se encuentre cerrada, el eje (vástago) es de acero inoxidable fabricado bajo norma AISI 304 y superficies maquinadas, provista de redentores (Perbunan) y casquillo de cojinete de bronce.

Las válvulas de cierre son operadas por aceite a presión siendo alimentadas por el sistema de suministro de presión de aceite del regulador de la turbina, y están equipadas con un Servomotor (Cilindro Hidráulico) accionado con aceite tipo mineral con viscosidad entre 150 a 350 micra SSU a 38 °C, la presión para accionamiento es de: mínima de 55 y máxima de 70 bar para permitir su operación de apertura bajo las condiciones hidráulicas establecidas, el Servomotor (Cilindro Hidráulico) está equipado con un block de flotadores.

El control de la válvula de cierre, es efectuada desde la sala de control y desde el cubículo de control regulador, en la apertura la válvula de by-pass es el primero en abrirse que la válvula principal, mientras que en caso de cierre la válvula principal cierra primero que la válvula by-pass es secuencia automática y condicionado a que las presiones aguas arriba y aguas abajo estén balanceadas.

Para el cierre de las válvulas Mariposa es previsto un contrapeso de 630 Kg. Fijado en una palanca con un largo de 1160 mm. El cual cerrara la válvula contra la corriente de cualquier flujo de agua, el servomotor esta equipado con un amortiguador mecánico interior, con el objeto de reducir la velocidad de cierre en los últimos 35 mm de la carrera.

Por lo tanto, la Válvula Mariposas hacen el cierre de la entrada de la caja espiral para protección y aislamiento de la turbina, el tiempo de cierre de la válvulas ha sido establecido en forma de evitar sobrepresiones en la tubería, superiores a las previstas para el caso del cierre del Distribuidor de la turbina.

Los discos de sello de las válvulas tienen un diámetro de 800 mm, ligado a muñones apoyado en cojinetes y accionado por el servomotor (Cilindro Hidráulico) para apertura y cierre automático por contrapeso y son comandados por el regulador de velocidad, para permitir el montaje y desmontaje de la válvula se adiciono a la misma una junta telescópica con bridas, provista además de una válvula by-pass para el llenado de la caja espiral y tubería para el agotamiento.

#### **Datos básicos**

|                    |   |                     |
|--------------------|---|---------------------|
| Diámetro Nominal   | : | 800 mm              |
| Caudal Máximo      | : | 3 m <sup>3</sup> /s |
| Presión de Diseño  | : | 155 mca             |
| Velocidad de Flujo | : | 6 m/s               |

#### **Características Principales del Equipo**

|        |   |   |
|--------|---|---|
| Cuerpo | : | Chapa acero soldado<br>ASTM A 285 gr. "C" |
| Disco  | : | Acero fundido ASTM A<br>216 gr. WCB.      |

|  |   |  |
|--|---|--|
| Ejes                                       | : | Acero inoxidable AISI 304                  |
| Bujes                                      | : | Bronce autolubricados                      |
| Sellos                                     | : | Perbunan                                   |
| Bulonerías p/bridas                        | : | Acero al carbono ASTM A<br>307 gr. 5.6     |
| Bulonerías extremas                        | : | Acero al carbono ASTM A<br>307 gr. 5.6     |
| Bulonerías p/sellos                        | : | Acero inoxidable AISI 304                  |
| Cilindro Hidráulico                        | : | Vickers ref. MT 250-80/45<br>565-MC-CH-P-S |
| Ejes de Conexión<br>(Cilindro Hidráulico)  | : | Acero inoxidable                           |
| Bujes de conexión<br>(Cilindro Hidráulico) | : | Bronce autolubricados                      |
| Anillo de asiento<br>Del sello de disco    | : | Acero inoxidable AISI 316                  |

La válvula de by-pass tiene como función principal llenar las tuberías aguas debajo de la válvula de cierre, logrando el equilibrio de presiones aguas arriba y aguas abajo para permitir la apertura de la misma, la válvula de by-pass se encuentra en la unión de las tuberías aguas arriba y aguas abajo.

La válvula by-pass tipo mariposa DN 3” es Standard, accionada por medio de un Cilindro Hidráulico de doble efecto – Vickers MT 250-40/20-110-MC-NC-R-S (ITR 1514), el cual es alimentado con aceite a presión proveniente del regulador de la turbina, la mayor parte del tiempo permanecerá en posición cerrada.

A ambos lados de la válvula by-pass, se encuentra una válvula de guardia tipo esclusa Standard comercial, las que permanecerán la mayor parte del tiempo en posición abierta.

### **Características principales de Válvula By-pass**

Presión Estática Máxima : 106.0 mca

Presión de Proyecto (incluye sobrepresión

Por golpe de ariete) : 155.0 mca

Presión de Prueba : 155.0 mca

La tubería del tramo de conexión aguas arriba, entre la válvula de cierre con la tubería de presión, tiene una longitud aproximada de 300 mm y es cilíndrica, con un diámetro en la boca de 800 mm, la unión con la tubería de presión ( $e = 12.5$  mm,) es soldada, de penetración total y la unión con la válvula es bridada, incluyendo tuercas y arandelas de sello, es de material ASTM 285 gr. "C".

La tubería del tramo de conexión aguas abajo, tiene una longitud aproximada de 1,014 mm y está compuesta por un tramo cilíndrico con un diámetro interior de 800.0 mm y de material ASTM a 285 gr. "C" ( $e = 12.5$  mm).

Sobre la boca de conexión aguas abajo, con la válvula de cierre se ubica una junta de desmontaje, y la unión con la cámara espiral ( $e = 8.0$  mm), es soldada de penetración completa, el extremo de conexión con la válvula de cierre, donde se ubican las bridas flotantes de la junta de desmontaje es de acero inoxidable.

### **Componentes del Circuito Hidráulico**

#### **Bloque manifold para accionamiento del cilindro principal**

##### **Válvula de Retención – Pos. 5**

Caudal Nominal : 30 L/min

Presión Máxima : 210 bar

**Función** : Instalada en línea de Presión en la Entrada del bloque Manifold Permite el paso de flujo en un sentido y no permite en sentido opuesto.

**Válvula Direccional de Asiento – Pos. 6**

**Caudal Nominal** : 20 L/min

**Presión Máxima** : 315 bar

**Función** : Direccionar presión de aceite para el piloto de la válvula – 7 , cuando se acciona el solenoide S1 se corta el piloto y permite el avance del cilindro, esta válvula puede ser accionada manualmente en caso de emergencia o mantenimiento.

**Válvula Retención Piloteada – Pos. 7**

**Caudal Nominal** : 45 L/min

**Presión Máxima** : 210 bar

**Función** : Tiene la función de válvula normal, cuando el solenoide S1 de la válvula – Pos. 6 está en posición de reposo permite el retorno del aceite para el tanque.

### **Válvula Controladora del Caudal – Pos. 8**

|                |   |   |
|----------------|---|---|
| Caudal Nominal | : | 38 L/min  |
| Presión Máxima | : | 250 bar   |
| Función        | : | Permite la regulación de la Velocidad de bajada del Servomotor, a través de una restricción al paso del aceite que puede ser regulada por un perno con traba. |

### **Válvula de Alivio – Pos. 9**

|                |   |  |
|----------------|---|--|
| Caudal Nominal | : | 38 L/min   |
| Presión Máxima | : | 210 bar  |
| Función        | : | Proteger el sistema en cuanto a Sobrecarga provocada por un Aumento excesivo de presión, permite la regulación del la presión de alivio mediante un perno. |

### **Válvula Control de Flujo – Pos. 11**

|                |   |  |
|----------------|---|--|
| Caudal Nominal | : | 38 L/min   |
| Presión Máxima | : | 210 bar  |
| Función        | : | Regular la velocidad de subida del servomotor, está instalada en la entrada del bloque manifold antes de la válvula – Pos.5, el ajuste se realiza mediante un perno. |



1813

### **Válvulas para accionamiento del By-pass**

#### **Válvula direccional Eléctrica – Pos. 2**

|                |   |   |
|----------------|---|---|
| Caudal Nominal | : | 80 L/min  |
| Presión Máxima | : | 210 bar   |
| Función        | : | Direccional el aceite para la parte trasera o delantera del servomotor. |

#### **Válvula de Control de flujo – Pos. 2**

|                |   |   |
|----------------|---|---|
| Caudal Nominal | : | 38 L/min  |
| Presión Máxima | : | 250 bar   |
| Función        | : | Regular la velocidad de subida y bajada del servomotor del By – Pass. |

#### **Válvula de Alivio Doble – Pos. 4**

|                |   |  |
|----------------|---|--|
| Caudal Nominal | : | 38 L/min   |
| Presión Máxima | : | 250 bar  |
| Función        | : | Proteger el sistema en lo referente a la sobrecarga provocada por un aumento excesivo de presión en los dos sentidos de movimiento del servomotor. |

### **Cilindros hidráulicos (servomotores)**

#### **Cilindro Principal**

|                 |   |         |
|-----------------|---|---------|
| Presión Nominal | : | 250 bar |
|-----------------|---|---------|



Función : Abrir o cerrar la válvula mariposa  
posee un amortiguador en la parte trasera, que permite reducir la velocidad del retorno en el final del curso.

### **Cilindro By - Pass**

Presión Nominal : 250 bar

Función : Abrir o cerrar el By – Pass.

### **Turbinas**

Las turbinas son de tipo Francis, de eje horizontal y rodete simple, acopladas a los generadores sincrónicos y entre las bridas está diseñado para permitir una operación suave en las condiciones normales de operación, así como para condiciones momentáneas adversas, fabricado en acero inoxidable y balanceado para evitar vibraciones.

Los Alabes del distribuidor y sus mecanismos de operación tienen cojinetes auto-lubricantes, la Cámara espiral y el predistribuidor de la máquina forman un único conjunto sobre el cual se montan las tapas superior e inferior, los mismos que poseen anillos laberintos dispuestos de modo a reducir el empuje hidráulico y las pérdidas de carga, el pasaje hidráulico del distribuidor está forrado por placas de desgaste de acero inoxidable, reduciendo sus desgaste con el tiempo.

El acoplamiento eje-rodete es realizado por medio de un dispositivo de fricción que asegura un desmontaje-montaje muy sencillo, sin ajustes durante el mantenimiento de chavetas, alojamientos o ejes el sello del eje es un sello mecánico auto-ajustable de bajo desgaste y de mantenimiento reducido, el eje es forjado de una sola pieza y se acopla al volante y al eje generador por pernos y espigas de corte.

El cojinete combinado de la turbina tiene pistas de empuje axial fijas y casquillo esférico, está montado sobre un pedestal desmontable.

### **Características principales del Equipo**

#### **Tipo Francis Horizontal**

|                                    |   |                     |
|------------------------------------|---|---------------------|
| Potencia Nominal                   | : | 2760 MW             |
| Caída bruta de diseño              | : | 106.00 m.           |
| Caída neta de diseño               | : | 103.00 m.           |
| Caudal nominal                     | : | 3 m <sup>3</sup> /s |
| Velocidad de rotación              | : | 900 rpm.            |
| Sobrevelocidad                     | : | 1260 rpm.           |
| Cota del eje del grupo             | : | 107.00 msnm.        |
| Nivel de aguas abajo               | : | 106.00 msnm.        |
| Velocidad de empalamiento          | : | 1575 rpm. Aprox.    |
| Rotación específica de diseño (ns) | : | 143.7 mm.           |
| Diámetro nominal del rodete        | : | 650 mm              |
| Rendimiento máximo                 | : | 91.5 %              |

#### **Equipos integrantes de la Turbina**

##### **Tubo de Aspiración**

|                                   |                                       |
|-----------------------------------|---------------------------------------|
| Rodete Francis D2 = 640           | Freno Neumático mod. FPE 202.068/2020 |
| Cámara Espiral                    | Sello Tipo MTSS                       |
| Equipo de Refrigeración de Aceite | Unión Eje-Rodete.                     |
| Cubierta del Volante              | Volante Mecanizado                    |
| Dispositivo de Montaje del Rodete | Aparato Distribuidor                  |
| Palanca estructura Mecanizado     | Anillo Separador de Ajuste            |
| Anillo de Regulación              | Placa de fijación                     |

|                                   |                             |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| Sello de Eje                      | Mecanismo de Regulación     |
| Tapas Palanca/superior e inferior | Separador                   |
| Placas de Desgaste                | Eje Turbina                 |
| Anillo Laberinto                  | Mecanismo de Sobrevelocidad |
| Anillo de Desgaste                | Soporte Cojinete Combinado  |
| Perno Unión Anillo Reg/Servo.     | Placa de Retención          |
| Cilindro Hidráulico.              |                             |

### **Regulador de Velocidad**

El regulador de Velocidad instalado en la casa de fuerza, es del tipo UG-8 (regulador Universal con un rendimiento de 8 pie-libra), mecano-hidráulico para controlar motores diesel, el cual está constituida por dos motobombas, cada una de ellas dimensionada para una operación continua y con caudal suficiente para operar aisladamente.

En condiciones normales de operación funciona una sola motobomba y la otra queda de reserva, el regulador de velocidad UG-8 posee su carter de aceite propio, estando todas sus partes movibles internas sumergidas en el aceite, a continuación se muestra el esquema hidráulico del regulador de Velocidad Tipo UG-8.

### **Dispositivos principales del Regulador de Velocidad**

#### **Speed No Load**

Es un dispositivo que habilita la partida automática de la turbina, mediante el envío de una señal eléctrica al regulador de velocidad, para el funcionamiento de la turbina es necesario que el servomotor de control se desplace en el sentido de abrir el distribuidor hasta una posición previamente determinada, posición esta que proporcione caudal suficiente para que a la turbina llegue a la velocidad requerida, esta abertura ocurre cuando la válvula solenoide de este dispositivo es energizada, haciendo que aceite sobre

presión actúe en los dos pequeños cilindros hidráulicos, los cuales posicionan la palanca del eje terminal del regulador UG-8 para la abertura requerida.

#### **Comando remoto del límite de abertura (límite de carga)**

Este dispositivo tiene la función de regular el límite de abertura o límite de carga de la turbina a través de un motor eléctrico auxiliar, el cual posiciona este límite a través del recibo de una señal eléctrica operando el motor en el sentido de aumentar o disminuir este ajuste, está compuesto por un micro-motor eléctrico, un conjunto de engranajes reductores y un embrague, este último actúa como un dispositivo de seguridad, operando de la misma manera que el motor eléctrico auxiliar, para posicionar el límite arriba del máximo o abajo del mínimo y para que el movimiento no transmita esfuerzos excesivos al regulador, la faja actuación del motor eléctrico es limitada por llaves eléctricas de fin de carrera, las cuales limitan la operación del motor dentro de la faja deseada.

#### **Dispositivo de indicación del Límite de abertura**

El Regulador de Velocidad, está equipado con un dispositivo de indicación del límite de abertura o carga, este dispositivo es capaz de enviar mandos eléctricos (a través del cierre de contactos) para indicación de posiciones de límite.

#### **Potenciómetro doble de indicación del límite de abertura**

En el Dispositivo de Indicación del Límite de Abertura, está montado un conjunto de cuatro contactos para indicación de abertura del servomotor de mando de los distribuidores, esta posición es transmitida al topo de la válvula a través del dispositivo de realimentación mecánica, vía cables de acero, el cual es conectado a la palanca de realimentación de la válvula distribuidora.

### **Dispositivo de indicación de posición de abertura vía Potenciómetros**

Al igual que el Dispositivo de Indicación de Posición de Abertura Vía Contactos, este dispositivo se encuentra montado en la parte superior de la válvula distribuidora, la señal eléctrica es obtenida de la variación de la resistencia eléctrica de los potenciómetros y esta resistencia varía entre 170 a 830 ohms. Para la posición de abertura máxima y mínima respectivamente.

### **Dispositivo de indicación de la posición de referencia carga/velocidad**

Este dispositivo se encuentra montado en el tablero del regulador UG-8, conformado por tres microllaves para indicación de la posición de la referencia de carga/velocidad, esta indicación es obtenida a través de tres cames montados en el eje de indicación de referencia, a estos cames está montado un conjunto de microllaves que indican a través de contactos tres posiciones distintas de posición de referencia de carga/velocidad del regulador, de la misma manera que en los otros dispositivos, la posición de los cames puede ser alterada y con esto se pueden alterar los puntos de indicación.

### **Unidad Hidráulica**

La unidad hidráulica de este conjunto está constituida por dos motobombas, cada una de ellas dimensionada para operar en forma continua, y con caudal suficiente para operar aisladamente, en condiciones normales de operación solo deberá existir un conjunto motobomba en funcionamiento, y el otro está diseñado para operar como reserva, la motobomba está conectada a un dispositivo llamado "Flujostato" que indica cualquier falla existente dentro de un conjunto motobomba y que a la vez activa automáticamente la motobomba de reserva.

Además, dentro de la unidad hidráulica se encuentra el "termostato" que es el indicador eléctrico de la temperatura del aceite en el interior del reservorio de la unidad hidráulica, fabricado para acusar temperaturas mayores de 20 °C, este dispositivo se

encuentra montado en la parte del reservorio al lado del tablero de conexiones eléctricas del regulador de velocidad, asimismo, se encuentran instalados dos “Presostatos”, instalados, en la línea de presión de la unidad hidráulica, ajustados independientemente, siendo que uno de ellos opere para indicar la presión de alarma y el otro para procesar la parada de la turbina en caso de baja presión, la “Llave de Nivel” cuya función es de anunciar el nivel bajo de aceite en el reservorio, está montada en la tapa del reservorio de aceite y actúa eléctricamente, el “doble Filtro” permite el cambio del elemento filtrante sin que haya necesidad de parada de la unidad.

### **Generador Sincrónico**

El Generador sincrónico está instalado en la casa de Fuerza-Primer Nivel.

#### **Características Principales del Generador**

|                      |   |               |
|----------------------|---|---------------|
| Cantidad             | : | 3             |
| Tipo                 | : | ATI           |
| Fases                | : | 3             |
| Potencia             | : | 3200 KVA      |
| Tensión              | : | 4.16 KV.      |
| Nº de polos          | : | 8             |
| Velocidad            | : | 900 rpm.      |
| Voltaje              | : | 4160 V.       |
| Tipo cojinete        | : | Deslizamiento |
| Desplazamiento Axial | : | 12.7 mm.      |
| Peso Total           | : | 15600 kg.     |
| Acoplamiento         | : | Rígido        |
| Max. Velocidad       | : | 1575 rpm.     |

## **Accesorios**

- Señalizadores de temperatura – PT 100 ohms. A 0 °C
- Termómetro con mostrador en Cojinete con dos Contactos.
- Calentadores – 380 V. – 2180 W – 3 Fases
- Indicador de Temperatura de agua con dos contactos.

## **Componentes Principales del Generador**

- Rotor
  - Material : Acero Forjado
  - Peso : 1050 KG.
  - Aislamiento : F
  - WK2 : 1796 Kgf<sup>m</sup><sup>2</sup>
  - Elevación Temperatura : 80 °C/RES – SF = 1.0
- Estator
  - Conexión : 6 terminales
  - Aislamiento : F
  - Elevación Temperatura : 85 °C/RTD – SF = 1.0
- Excitatriz Tipo “Brushells”
  - Potencia : 21 KW
  - Voltaje : 125 V.
- Tubería de Aceite
- Rectificador
- Accesorios/Instrumentos
- Detector de Temperatura : 6
- Termómetro con Mostrador : 2 contactos en el Cojinete
- Resfriador de Aire

- Radiador
- Calentadores : 380V-2180W-3 fases
- Indicador Temperatura de Agua : 2 Contactos

### **Grupo Generador de Emergencia**

El grupo Generador de Emergencia es del tipo diesel y tiene la función de alimentar los siguientes Sistemas:

- Puente Grúa
- Unidad Hidráulica de las Compuertas
- Cuadro de Servicios Auxiliares
- Cargador de Baterías 48 V.
- Cargador de Baterías 125 V.
- Tomadas de Servicio
- Compresores
- Reguladores de Velocidad 1,2 y 3
- Sistema de Bombeo de Aceite de lubricación de los Cojinetes de la Turbina
- Refrigeración de los Cojinetes      - Iluminación

### **Características Principales del Grupo**

|                              |   |                          |
|------------------------------|---|--------------------------|
| Tipo                         | : | Grupo Electrógeno DIESEL |
| Tipo de Motor                | : | Diesel 6CT8.3G           |
| Potencia                     | : | 150 KVA                  |
| Tensión                      | : | 380/220 V                |
| Frecuencia                   | : | 60 HZ                    |
| Conexión                     | : | Automática               |
| Fabricante                   | : | Cummins                  |
| Capacidad Tanque Combustible | : | 400 L                    |



El grupo generador de emergencia está constituido por los siguientes equipos:

- Grupo Generador.- Conformado por un motor Diesel y un generador Sincrónico, perfectamente acoplados entre sí, montados sobre una base metálica única.

- Tablero de Comando Automático USCA E15 – tiene la función de :

Supervisión de la Red;

Arranque del Grupo;

Supervisión del Grupo;

Comando de la llave de transferencia de Carga;

Parada del Grupo Y.

#### **Características Técnicas del Tablero de Comando Automático USCA e 15**

|                              |   |  |
|------------------------------|---|--|
| Potencia Controlada          | : | 150/170 KVA                                    |
| Tensión de Comando           | : | 380/220 VCA                                    |
| Tensión de Sistema Eléctrico | : | 24 Vcc (del Motor)                             |
| Tensión de Alimentación      | : | 380/220 VCA-3 Fases<br>(para Red) 4 hilos.     |
| Frecuencia                   | : | 60 HZ  |
| Tensión de Alimentación      | : | 380/220 VCA-3 Fases<br>(por el Grupo) 4 hilos. |

Para mantener las baterías de arranque y el comando del grupo generador en un nivel de fluctuación, es utilizado un rectificador con las siguientes características:

|                                       |   |          |
|---------------------------------------|---|----------|
| Potencia Máxima de Consumo            | : | 204.5 VA |
| Tensión de Alimentación (fase Neutro) | : | 220 VCA  |
| Tensión de Salida Nominal             | : | 24 VCC.  |
| Corriente de Salida Máxima            | : | 5 A.     |

### **Subestación de Salida 34.5 KV – 3 X 3.5 MVA**

La subestación de Salida está ubicada inmediatamente después de la Casa d Fuerza, en un área de 649.0 m<sup>2</sup> (29.5 X 22.0 m) y con un nivel de tensión de 34.5 KV, los equipos se encuentran instalados a la intemperie, sobre piso de piedra chancada de 20 cm.

### **Equipos principales de la Sub-Estacion de salida**

#### **Transformador de Potencia**

#### **Características Técnicas del Equipo**

|                            |   |                    |
|----------------------------|---|--------------------|
| Potencia Nominal           | : | 3.5 MVA (ONAN)     |
| Tensiones Nominales        | : | 4.16 KV /34.5 KV   |
| Frecuencia                 | : | 60 HZ              |
| Conexión Superior/Inferior | : | Estrella/Triángulo |
| Tensión Auxiliar           | : | 220/60HZ           |
| Fases                      | : | Trifásico          |
| Movimiento Angular         | : | 150°               |
| Enrollamiento              | : | 2                  |
| Cantidad                   | : | 3                  |
| Masa Total                 | : | 9500 Kg.           |
| Volumen Aceite Aislante    | : | 4500 lt.           |
| Sistemas de Refrigeración  | : | ONAN               |

#### **Características de Bujes**

|                        |   |               |
|------------------------|---|---------------|
| Tensión Superior Clase | : | 38 KV         |
| NBI                    | : | 220 KV.       |
| Posición               | : | Tapa Superior |
| Tensión inferior Clase | : | 7.2 KV.       |
| NBI                    | : | 60 KV         |

Posición : Lateral con Caja de Protección para Bujes y Cables.

Nivel Medio de Ruido : 64 db.

### **Accesorios**

- Conmutador de Tensión
- Radiadores Removibles con válvulas inferiores y superiores
- Transformadores de Corriente tipo buje
- Relays de imagen térmica con termómetro indicador de temperatura de los enrollamientos alarma y desconexión.
- Indicador externo magnético de nivel de aceite con contacto para alarma (nivel máximo y mínimo).
- Relay detector de gas Buchholz, aislado por válvulas de 2 grados, con contactos de alarma y desconexión.
- Aceite aislante para el primer llenado
- Conservador de aceite.
- Dispositivo de alivio de presión, con 2 contactos para alarma y desconexión.
- Secador de aire con sílica-gel
- Válvulas para drenaje del aceite aislante
- Dispositivos para conexión de filtro-prensa
- Dispositivos para retirada de muestra de aceite aislante
- Eslabones de suspensión
- Ganchos para levantamiento del transformador completo
- Ganchos o eslabones para tracción
- Soportes para apoyo de gatas
- Abertura p/inspecciona

- Terminal para conexión a tierra a través de cable de cobre, bitola de 25 a 95 mm<sup>2</sup>.
- Placa de identificación diagramática de acero inoxidable
- Caja estanco con bloques terminales de todos los circuitos auxiliares y de protección
- Placa de acero inoxidable con esquema de los circuitos
- Ruedas
- Conectores : Superior 34.5 Kv. e inferior 4.16 Kv.

### **Disyuntor Tripolar - Uso Externo**

#### **Características Técnicas del Equipo**

|                            |   |                             |
|----------------------------|---|-----------------------------|
| Tipo                       | : | SFE-36.12.25                |
| Cantidad                   | : | 4                           |
| Corriente Nominal          | : | 1250 A                      |
| Tensión Nominal            | : | 34.5 KV.                    |
| Frecuencia                 | : | 60 Hz.                      |
| Capacidad de Interrupción  | : | 1000 MVA Corriente de Corta |
| Curación                   | : | 16.5 KA.                    |
| Tiempo de Interrupción     | : | 5 ciclos                    |
| Nivel Básico de Impulso    | : | 200 Kv.                     |
| Tensión Nominal de Control | : | 125 Vcc.                    |
| Calentamiento              | : | 220 Vcc.ϕ                   |

#### **Dispositivo de anticierre eléctrico**

- Contactos Auxiliares
- Motoreductor para carga automática de resortes
- Dispositivo de anticierre eléctrico

- Armario de Control, con grado de protección IP-54
- Termostatos
- Presostatos
- Válvulas
- Sistema de eslabones, ganchos y zapatas para levantamiento.
- Conectores para conexión de partes metálicas a tierra
- Placa con características generales del disyuntor e identificación del comando
- Placa metálica con esquema de circuito de control, localizada en la parte interna del armario de control.
- Estructura de soporte para el disyuntor.

### **Seccionador Tripolar Motorizado**

#### **Características Técnicas del Equipo**

|                             |   |                   |
|-----------------------------|---|-------------------|
| Tensión Nominal             | : | 34.5 Kv.          |
| Tensión de Comando          | : | 125 Vcc           |
| Clase de Tensión            | : | 38 KV             |
| Corriente Nominal           | : | 630 A             |
| Corriente de Corta Duración | : | 10 KA             |
| Frecuencia                  | : | 60 HZ.            |
| Nivel Básico de impulso     | : | 200 Kv            |
| Accionamiento               | : | Manual/Motorizado |
| Tipo                        | : | HB346SE-2C        |
| Cantidad                    | : | 4                 |
| Nº de Polos                 | : | 3                 |

### **Accesorios**

- Mecanismo de operación completo
- Conector de puesta a tierra para cable de 25 a 95 mm<sup>2</sup>
- Placa de Características
- Sistema de eslabón y ganchos para traslación
- Pernos para fijar el equipo a la base
- Contactos auxiliares para señalización y control
- Contactos auxiliares tipo giro falso para intertrabamiento
- Caja de contactos auxiliares individuales para lámina de tierra.

### **Pararrayos Monopolar – Uso Externo**

#### **Características Técnicas del Equipo**

|                       |   |                     |
|-----------------------|---|---------------------|
| Corriente de Descarga | : | 10 KA               |
| Clase de Tensión      | : | 34.5 KV             |
| Frecuencia            | : | 60 HZ               |
| Tipo                  | : | CT-ZLA-30           |
| Cantidad              | : | 3                   |
| Tensión Nominal       | : | 30 KV               |
| Material              | : | (OZn) Oxido de Sinc |

### **Accesorios**

- Protector contra sopresiones internas
- Conector de la línea para cables de cobre desnudo de sección 70 mm<sup>2</sup>
- Placa de identificación, resistente a la intemperie y a la corrosión
- Sistemas de eslabones y ganchos para traslación
- Pernos para fijación del equipo a la base
- Base aislante

- Conector de puesta a tierra para cable de cobre desnudo de sección de 25 a 95 mm<sup>2</sup>.

### **Transformador de Potencia Capacitivo – Uso Externo**

#### **Características Técnicas del Equipo**

|  |   |            |
|--|---|------------|
| Tipo                                   | : | CCV-36     |
| Fases                                  | : | Monofásico |
| Aislamiento                            | : | 36 KV      |
| Frecuencia                             | : | 60 Hz      |
| Nivel Básico de Impulso                | : | 200 KV     |
| Cantidad                               | : | 1          |
| Tensión Nominal                        | : | 34.5 KV.   |
| Tensión de Operación normal máx. (rms) | : | 38 Kv.     |
| Pensión Primaria nominal               | : | 34.5/3 KV  |
| Tensión secundaria                     | : | 115/3 V.   |

#### **Accesorios**

- Indicador de nivel de Aceite
- Sistema de Válvulas para drenaje
- Conectores para conexión con los conductos de alta tensión
- Conector tipo terminal recto, para conductos de cobre de sección 70 mm<sup>2</sup>
- Conector de puesta a tierra de tanque, para cable de cobre desnudo de sección de 25 a 95 mm<sup>2</sup>
- Placa de características y esquema de conexión
- Sistema de eslabones/ganchos para traslación
- Pernos para fijación del equipo a la base Aceite para el primer llenado.
- Aceite para el primer llenado

## **Bobina de Bloqueo – Uso Externo**

### **Características Técnicas del Equipo**

Tensión Nominal : 34.5 KV

Corriente Nominal : 400 A

### **Dispositivos de sintonía en la faja de 130 a 170 Khz**

Tipo : BW-K

Cantidad : 1

Inductancia : 0.25 uH

Impedancia Mínima : 800 ohms.

### **Accesorios**

- Inductor principal, con placa de identificación
- Dispositivo de protección, pararrayos del tipo resistor
- Dispositivo de sintonía

## **Transformador de Corriente – Uso externo**

### **Características Técnicas del Equipo**

#### **Relación Nominal**

1º enrollamiento (protección) : 200-5 A

2º enrollamiento (medición) : 200-5 A

Clase de Tensión : 34.5 KV

Frecuencia Nominal : 60 HZ

Tipo : Pedestal

Nivel básico de impulso : 200 KV

Clase de Material aislante : A-105 C

Medio aislante : Aceite

Tensión soportable a frecuencia



|                             |   |          |
|-----------------------------|---|----------|
| Industrial durante 1 minuto | : | 70 KV    |
| Corriente Térmica Nominal   | : | 96 KA/1s |
| Corriente Dinámica Nominal  | : | 240 KA   |
| Cantidad                    | : | 3        |

#### **Accesorios**

- Indicador de Nivel de aceite
- Sistema de válvulas para drenaje
- Conectores para conexión a los conductores de tensión
- Conector tipo terminal recto para conexión de tubería de diámetro 1" IPS
- Conector de puesta a tierra del tanque, para cable de cobre sección 25 mm<sup>2</sup> a 95mm<sup>2</sup>.
- Placa de características y esquemas de conexiones
- Sistema de eslabones, y gancho para traslación
- Pernos para fijación del equipo a la base
- Aceite para el primer llenado

#### **Llave Seccionadora Fusible**

##### **Características Técnicas del equipo**

|                           |   |         |
|---------------------------|---|---------|
| Cantidad                  | : | 6 conj. |
| Tensión Nominal           | : | 34.5 KV |
| Frecuencia                | : | 60 HZ   |
| Clase de tensión          | : | 38 KV   |
| Corriente Nominal         | : | 200 A   |
| Capacidad de interrupción | : | 3 kA.   |
| Nivel Básico de Impulso   | : | 200 KV  |
| Nº de Polos               | : | 1       |

|                 |   |                       |
|-----------------|---|-----------------------|
| Eslabón Fusible | : | 10 A                  |
| Tipo            | : | HXO 0 cat, PF-610/651 |

**Accesorios**

- Bastón de Maniobras
- Conector de puesta a tierra de cable cobre sección de 25 a 95 mm<sup>2</sup>
- Placa de características
- Pernos para fijación del equipo a la base

**Transformador de Potencia – Uso Externo**

**Características Técnicas del Equipo**

|                                 |   |            |
|---------------------------------|---|------------|
| Tensiones Nominales-Primario    | : | 34.5 73 KV |
| Tensiones Nominales-Secundario  | : | 115/3 V    |
| Frecuencia Nominal              | : | 60 Hz      |
| Clase de Exactitud              | : | 0.3        |
| Potencia Térmica Nominal        | : | 800 VA     |
| Medio Aislante (Aceite Mineral) |   |            |
| Nivel Básico de Impulso         | : | 200 KV     |
| Clase Material aislante         | : | A-105 °C   |
| Tipo                            | : | L066-34.5  |
| Cantidad                        | : | 3          |

**Accesorios**

- Indicador de nivel de aceite
- Sistema de válvula para drenaje
- Conectores para conexión con conductores de alta tensión
- Conector tipo terminal recto
- Conector de puesta a tierra del tanque

- Placa de características y esquemas de conexión
- Sistema de eslabones/gancho de traslación
- Anclajes para fijación de equipo a la base
- Aceite para el primer llenado

### **Transformador de Servicios Auxiliares –Uso Externo**

#### **Características Técnicas del Equipo**

|                           |   |                |
|---------------------------|---|----------------|
| Potencia Nominal          | : | 225 KVA        |
| Tensión Nominal – ETS     | : | 34.5 KV        |
| Tensión Nominal – ETI     | : | 38 KV.         |
| Frecuencia                | : | 60 Hz          |
| Medio Aislante            | : | Aceite Mineral |
| Nivel Básico de Impulsión | : | 200 KV         |

#### **Conexiones de los enrollamiento**

|               |   |                            |
|---------------|---|----------------------------|
| ETS           | : | Triangulo                  |
| ETI           | : | Estrella con neutro acces. |
| Refrigeración | : | ONAN                       |
| Cantidad      | : | 2                          |
| Tipo          | : | 3001.8834                  |

#### **Accesorios**

- Conmutador de tensión al vacío
- Radiadores fijos en el tanque
- Indicador externo de nivel de aceite
- Dispositivo para retiro de muestra de aceite
- Conector de puesta a tierra del tanque
- Apertura para inspección en la tapa del tanque

- Eslabones de izamiento de la parte activa
- Placa de identificaciones con características principales del transformador
- Válvula de drenaje del aceite
- Medios de conexión para filtro

### **Línea de Transmisión de 34.5 KV.**

La Central Hidroeléctrica de Virú esta concebida como un sistema de generación de energía eléctrica de 7.5 MV, el mismo que para su distribución a los sectores agroindustriales y a los valles de Virú y Chao está interconectadas mediante una Línea de Transmisión de 23.66 Km de longitud a 34.5 KV de tensión.

La Línea se inicia en el Patio de llaves de la Subestación de Salida, recorriendo una longitud de 6.89 Km de línea aérea hasta llegar a la Subestación de Virú, para luego interconectarse con la Subestación de Chao con un recorrido de línea aerea de 16.84 Km.

Los cables utilizados para la interconexión son de cobre de 70 mm<sup>2</sup> y están sostenidos por postes de concreto armado centrifugado doble "T" de 16 m. de longitud cada uno, con cruceta y ménsulas tan bien de concreto.

A continuación se muestra la disposición general de la Línea de Transmisión de 34.5 KV.

### **Centro de Control de Motores**

Agrupar los señalizadores para los motores eléctricos de los servicios auxiliares de la Central Hidroeléctrica de Virú.

- Aterramiento: red de cables de sección de 50 mm<sup>2</sup>, enterrada a 60 cm, con vástago tipo "copper world" de Ø ¾ x 3.0 m. Las estructuras metálicas, placas de paneles, carcasas de equipos eléctricos, puertas metálicas y barandas son aterradas.

## **Iluminación**

Iluminación Normal.....Lámparas de vapor de mercurio.

Iluminación de Emergencia.....Lámpara Incandescentes 100W y 125 VCC.

Sala de Comando y oficinas.....Lámpara fluorescente de 40 W y 220 VCA.

## **Sistema de Corriente Continua**

Uso            Protección, señalización, comando y telecomunicación

Tipo            Baterías Plomo-ácida.

Número de baterías 60 (125 VCC), 24 (48VCC).

Tensión

Protección, señalización y comando            125 VCC

Telecomunicación            48 VCC

Mantenimiento de Carga y Recarga

Cargador-Rectificador automático.

## **2.3 Objetivos de la Central Hidroeléctrica**

Para que un sistema funcione correctamente dependerá de un conjunto de maniobras bien realizadas y bien coordinadas entre los operadores del sistema; así como la toma de decisiones; ya que de ellos dependerá el buen funcionamiento del mismo, reflejándose los resultados en la comercialización y en el bienestar del cliente. También se evitarán sanciones de parte de empresas encargadas del control y vigilancia de las Centrales Hidroeléctricas.

Otra de las razones que tienen las operaciones son la de ganar el tiempo para volver a energizar el sistema ya que eso significa pérdida en todos los sentidos; desde desgaste de equipos, sanciones, hasta en lo económico.

Los objetivos de la Central Hidroeléctrica de Virú, se resume en la operación y mantenimiento de la Central de Generación, y la subestaciones transformadoras que permiten la óptima generación y venta de energía, manteniendo energizada el sistema en forma continua, principalmente en las áreas de influencia del proyecto, permitiendo así el desarrollo integral de la región.

## **2.4 Actividades**

Las actividades se resumen básicamente en la generación, distribución, control, comercialización y mantenimiento del sistema hidroeléctrico.

### **Funciones específicas que deberán desarrollar los operadores de la C.H.V.**

- Cumplir estrictamente con el programa de operación del grupo turbina-generador según instrucciones del fabricante y del jefe de operación. Sin un permiso previo del jefe de operación no es permitida una operación, fuera de las condiciones especificadas en los manuales de operación del fabricante.
- Operar los tableros de protección, control y mando de las turbinas, generadores, equipos auxiliares, hidromecánicos, así como los circuitos en transformación y distribución de energía en la Central Hidroeléctrica Virú.
- Controlar la operación de regulación de las turbinas y de los circuitos de refrigeración y lubricación, llenando hora a hora los registros diarios de los parámetros observados de acuerdo con las instrucciones recibidas.
- Operar el equipo hidromecánico, válvulas de mariposa y otros equipos auxiliares (generador de energía, sistema contra incendios, sistemas de refrigeración, sistemas de lubricación, sistemas de ventilación, sistemas de aire presurizado, etc.), de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

- Informar sobre ocurrencias y/o anomalías detectadas en la operación del equipo (pudiendo bajo responsabilidad desconectar el equipo de generación de energía, ante situaciones de emergencia como en el caso de variaciones rápidas de los parámetros de operación.
- Llenar hora a hora los informes diarios en forma oportuna y correcta. Durante el período de funcionamiento, deberán ser constantemente observados los parámetros de operación, de los cuales depende el correcto funcionamiento de la instalación (temperaturas, presiones, caudales, vibraciones, etc.) Aun variaciones lentas que no necesariamente ocasionen de inmediato una avería deben ser informadas.
- Coordinar en forma horaria con los operadores de las subestaciones.
- Aun cuando el operador no lleve el mantenimiento por si mismo. guarda bajo su responsabilidad las actividades siguientes:
  - Efectuar controles e inspecciones.
  - Llenar las solicitudes de mantenimiento.
  - informar sobre el mantenimiento efectuado.
  - Conclusiones del mantenimiento efectuado.
- Otras funciones que se le asigne en relación a su cargo

Nota: Las funciones específicas de los operadores de las Micro Centrales Hidroeléctricas de Tanguche y Desarenador son en esencia similares.

## 2.4.1 Actividades de Operación

La operación consiste en el manejo de todos los equipos eléctricos, mecánicos electromecánicos, oleohidráulicos e hidromecánicos que permiten la generación, distribución y control de la energía.

El área de operación de los Sistemas Hidroeléctricos, se encarga de la realización de maniobras de todos los equipos eléctricos, electrónicos, óleo hidráulicos, hidromecánicos y mecánicos que permitan la generación y transmisión de energía eléctrica, de tal manera que se garantice el servicio en forma continua y óptima durante las 24 horas del día, en todo el año, más aún ahora que la Central Hidroeléctrica Virú representa la única fuente de energía para la provincia de Virú. El suministro de energía eléctrica, va desde la Central Hidroeléctrica Virú hacia la Subestación de Virú y desde allí a la Subestación de Chao, mediante una línea de transmisión de 34,5kV.

Desde una Subestación de transformación de 34,5/10kV, ubicado a la salida de la Central Hidroeléctrica Virú, se suministra energía mediante una red primaria en 10 kV a las siguientes cargas:

- |                    |                       |
|--------------------|-----------------------|
| - Estación Pur Pur | - Campamento San José |
| - Cámara de Carga  | - Socorro             |
| - Céper            | - La Gloria           |
| - Camposol         | - Zaraqque            |

Desde la Subestación de Pur-Pur (34.5/22.9)kV se suministra energía eléctrica mediante una red primaria en 22.9 kV a las siguientes localidades:

- |            |              |
|------------|--------------|
| - San Juan | - El Niño    |
| - Queneto  | - Huacapongo |
| - Tomabal  | - Susanga    |



Desde la Subestación Virú (34,5/10) kV. se suministra energía a la empresa concesionaria Hidrandina S.A. a una tensión de entrega en 10 kV, la cual atiende las cargas pertenecientes a las radiales de Virú, El Carmelo y San Luis, mediante una red primaria de 10kV.

Desde la Subestación Chao el Proyecto Especial Chavimochic, mediante su Oficina de Unidad de Distribución; suministra energía a todo el Valle de Chao mediante una red primaria en 10 kV.

Las cargas que viene alimentando la Subestación de Chao, son las siguientes:

- Planta Agroindustrial de Chao Solproduce - Palermo
- Campamento San Carlos - Centro Poblado de El Inca
- Centro Poblado de Buenavista - San Francisco del Lunar
- Centro Poblado de El Porvenir - Botadero La Agonía
- Cortina Forestal N° 1 - Estación de Chorobal
- AA.HH. Nuevo Chao. - Cargas especiales

Además Los Sistemas Hidroeléctricos atienden también las cargas del A.A.H.H. San José y la empresa AGROMAS mediante 02 subestaciones en (34.5/10) kV ubicados en el Asentamiento Humano San José.

De esta manera, la demanda de energía eléctrica en el Sistema Hidroeléctrico Virú se mantiene dentro del promedio de los últimos meses, variando su potencia de generación entre 1,6MW en horas fuera de punta y 2,6 MW en horas punta, considerando que la planta agroindustrial SOLPRODUCE de Chao, (ex planta de tomate), se mantiene operando, como la potencia supera los 2.5 MW, entonces es necesario sincronizar dos grupos en horas punta para poder cubrir la demanda sin sobrecargar o exigir a uno de los grupos.

Por otro lado, desde el Sistema Hidroeléctrico Tanguche – Desarenador, se alimenta las siguientes cargas para la venta comercial cubriendo una demanda máxima para los centros poblados de 23 kW:

- Bocatoma La Huaca del Proyecto CHINECAS.
- Chuquicara.
- Shacsha.
- Shinger.
- Quihuay.
- Tranca.
- Huanroc.
- Ancón.
- Shiquish.
- Taquilpón.
- Centro Poblado Tanguche.
- Campamento Pampa Blanca.
- Tunin.
- San Blas.
- Macate.
- Ran Ran.
- Chiripampa.
- Cayán.

Asimismo, desde el Sistema Hidroeléctrico Tanguche – Desarenador abastece de energía a las propias instalaciones del Proyecto CHAVIMOCHIC, como son:

- Bocatoma CHAVIMOCHIC
- Campamento de la Bocatoma CHAVIMOCHIC
- Desarenador.

Las Micro Centrales funcionan alternadamente o en paralelo, según sea la necesidad.

#### **Central Hidroeléctrica Virú**

Durante el funcionamiento de la Central Hidroeléctrica Virú, se realizan labores programadas y de rutina a cargo de los operadores de turno, como son:

- Limpieza de equipos, tableros, canaletas y ambientes del área de trabajo.
- Control de los parámetros de operación mediante los instrumentos indicadores, anotando los registros y lecturas en forma horaria.

- Comunicación permanente por medio del sistema de radio UHF entre la CHV y las Subestaciones de Virú, Chao y las micro centrales hidroeléctricas Tanguche / Desarenador, para informar ocurrencias durante el turno, coordinar maniobras, etc.
- Operaciones y maniobras de los tableros de protección, control y mando.
- Cambio y limpieza de los filtros del agua industrial que abastecen a los sistemas de refrigeración.
- Control de la Densidad del electrolito de los bancos de batería 125Vcc y 48Vcc, con agregado frecuente de agua destilada para obtener la densidad especificada.
- Coordinación periódica con los operadores de la Cámara de Carga para la operación de la compuerta de limpia de la Central Hidroeléctrica, para evitar la acumulación de sedimentaciones.
- Coordinación horaria con los operadores de la Cámara de Carga sobre las potencias de generación para el control de caudales.
- Inspección de los equipos para informar y generar las solicitudes de mantenimiento, así como también del mantenimiento realizado.
- Luego de cada trabajo de mantenimiento preventivo y correctivo, se realizan pruebas de funcionamiento de los equipos. Dado el caso se hacen correcciones para garantizar su operatividad.
- Operación de los equipos auxiliares y paneles de distribución, protección y potencia.

Así mismo, se realizan operaciones extraordinarias (control del nivel de tensión  $\pm 5\%$  y frecuencia  $\pm 1\%$ ), que son las que se ejecutan cuando se registra una falla en

cualquiera de las radiales del sistema eléctrico de Virú o de Chao y que afectan momentáneamente el funcionamiento del grupo turbo alternador.

En el siguiente cuadro (ejemplo) se detallan las interrupciones de servicio del Sistema Hidroeléctrico Virú registradas durante un mes.

| ITEM                                | DIA | DESDE | HASTA | DURACIÓN | MOTIVO                                       | ATRIBUIDO |
|-------------------------------------|-----|-------|-------|----------|--|-----------|
| 1                                   | 01  | 08:00 | 16:15 | 08:15    | (**) CHV por Mantenimiento de L.T. (34.5 KV) | PECH(*)   |
| 2                                   | 07  | 10:15 | 10:45 | 00:30    | CHV Por falla en R. Carmelo                  | HINA(***) |
| 3                                   | 12  | 06:30 | 07:05 | 00:35    | CHV por falla en la L.T. N° 2.               | PECH      |
| 4                                   | 15  | 00:30 | 01:00 | 00:30    | CHV por falla en R. Virú                     | HINA      |
| 5                                   | 22  | 08:20 | 08:58 | 00:38    | CHV por robo de líneas-R.Carmelo             | HINA      |
| 7                                   | 25  | 19:20 | 20:00 | 00:40    | CHV por falla en R. Carmelo                  | HINA      |
| ATRIBUIDOS A Hidrandina             |     |       |       |          | 02:18  |           |
| ATRIBUIDOS A Chavimochic            |     |       |       |          | 08:45  |           |
| <b>HORAS TOTALES DE RESTRICCIÓN</b> |     |       |       |          | <b>11:03</b>                                 |           |

(\*) Proyecto Especial Chavimochic      (\*\*) Central Hidroeléctrica Virú

(\*\*\*) Hidrandina S.A.

Por lo tanto, el tiempo total de paralizaciones de la C.H. Virú durante un mes fue de: 02:18 h Atribuidas a Hidrandina S.A. y atribuidas al Proyecto CH. un total de 08:45 h.

## 2.4.2 Procedimientos Operacionales de la Central H. Virú

### Introducción

#### Descripción General del proceso:

La C.H.V equipada con tres grupos Turbina-Generador. Cada uno de estos grupos tendrá capacidad de generar hasta 2.5 MW utilizando el potencial hidráulico de la presa.

Las turbinas serán accionadas por la fuerza motriz de la caída de agua liberada por una compuerta única de la presa, común para la alimentación de las tres máquinas.

Las turbinas poseerán reguladores de velocidad electrohidráulicos individuales, que tendrán la función de mantener la estabilidad de potencia y velocidad en la faja de frecuencia de 56.4 a 62.4 Hz de la posición en vacío hasta las potencias máximas especificadas.

La tensión generada tendrá control individual para cada alternador, a través de reguladores de tensión estáticos de alto grado.

La tensión será generada en 4.16 KV y elevada por transformador a 34.5 KV. Para transmisión. Cada uno de los grupos Turbina-Alternador poseerá sistema de control, comando, dispositivos de protección y llaveamiento para sincronismo propios permitiendo operación individualizada.

La operación de la Hidroeléctrica puede ser dividida básicamente en los siguientes procedimientos:

- Alimentación de las cargas esenciales / servicios auxiliares
- Apertura de la compuerta de la toma de agua
- Partida individual de cada uno de los grupos Turbina-Alternador
- Sincronismo individual de cada uno de los grupos Turbina-Alternador con el barramiento.

En operación normal, la alimentación de las cargas esenciales / servicios auxiliares, será a través de transformadores 34.5 KV/380 V . Conectados directamente en el barramiento de 34.5 KV, que será alimentado a su vez, por los grupos Turbina-Alternadores, que están operando sincronizados a este.

En la partida de la CHV. Cuando ninguno de los grupos está operando, la alimentación de las cargas esenciales / servicios auxiliares, será hecha a través del grupo generador movido a aceite diesel.

Los procedimientos para la operación de la C.H. Virú partiendo del principio de que todos los grupos generadores están fuera de operación y no existe tensión en los barramientos, se describen a continuación.

La C.H. Virú podría ser operada en dos modos distintos:

- **Operación Local**, a través del panel de mando local, localiza en la sala de máquinas. De este panel se podrá comandar y sincronizar los grupos de modo manual o automático.
- **Operación Remota**, a través del panel de mando remoto, localizado en la sala de mando. De este panel se podrá controlar el grupo turbina-generator en el mando automático o manual. En este panel también están localizados los equipos de protección y medición de los grupos y de la línea de transmisión.

Durante el procedimiento de partida, la misma que será informada a través de los Secuenciadores de Partida; será indicado cualquier defecto o condición de inoperancia del mismo, a través de un anunciador de alarmas.

#### **2.4.2.1 Arranque y Parada de Grupos Turbina-Generador**

El sistema podrá ser operada de dos modos distintos:

Operación local, a través del panel de mando local, localizado en la sala de máquinas. De este panel se podrá comandar y sincronizar los grupos de modo manual o automático.

##### **Operación Remota:**

A través del panel de mando remoto, localizado en la sala de mando. De este panel se podrá controlar el Grupo Turbina-Generador en el modo automático, el sincronismo de los mismos y la línea de transmisión en el modo automático manual.

En este panel también están localizados los equipos de protección y medición de los grupos y de la línea de transmisión.

### **Partida del Grupo**

- Considerando la partida del grupo en modo manual, el selector de operación se situará en LM/SM o LM/SA.

### **Paso 1 : Conectar el grupo generador auxiliar.**

- El generador auxiliar diesel, alimentará los siguientes sistemas:
  - Puente Grúa.
  - Unidad Hidráulica de las compuertas.
  - Cuadro de servicios auxiliares.
  - Cargador de baterías 48 VCC.
  - Cargador de baterías 125 VCC.
  - Compresor.
  - Regulador de Velocidad.
  - Sistema de bombeo de aceite de lubricación de los cojinetes de la turbina.
  - Iluminación.

### **Paso 2 : Verificar Nivel de Cámara.**

- En la cámara de carga el nivel debe ser superior al mínimo operacional (cota 209.70 m.s.n.m.) mostrado a través del indicador de nivel.
- Cuando en operación, el nivel baja y llega a las cotas 210.30 y 210.00 m.s.n.m., serán dadas señales para la parada de uno y de otro grupo sucesivamente. Caso nivel continúe descendiendo y se sitúe bajo los 209.70 m.s.n.m., otra señal será enviada para la parada del tercer grupo.

### **Paso 3 : Abrir Compuerta.**

- El mando de la compuerta sólo será posible a través del panel de mando remoto en la casa fuerza si en el panel de control local de la compuerta, localizada en la cámara de carga, este seleccionada en mando automáticos.

### **Paso 4 : Conectar agua de refrigeración.**

### **Selección de Modo de Operación:**

El grupo deberá ser conmutado para el modo de mando deseado a través de la llave SMO en el panel de mando local.

- LM/SA – Local manual y sincronismo automático.
- LM/SA – Local manual y sincronismo manual.
- LM/SA – Local automático y sincronismo automático
- RA – Remoto automático

### **Verificación antes de la partida**

- Verificar si las válvulas de mariposa de guardia de las turbinas están cerradas. Caso no estén deberán ser cerradas.
- Verificar si la tubería forzada esta llena de agua a través del manómetro instalado en la entrada de la válvula de mariposa.
- Verificar si existe alguna anomalía en el sistema, a través del anunciador de alarmas.
- Verificar los niveles de aceite en los respectivos indicadores de nivel (sistema hidráulico del regulador de velocidad y cojinetes).
- Verificar que todos los instrumentos estén en perfecto estado de funcionamiento.
- Verificar si los frenos están aplicados y si hay presión en el acumulador de aire del sistema de frenos.
- Verificar en el cuadro del cargador de baterías si no hay condición de defecto y si la tensión esta en su valor nominal, 125 VCC.
- Verificar si no hay condiciones de defecto en el grupo generador Diesel, así como nivel de aceite en el tanque.
- Verificar posibles fugas en el circuito de agua y aceite.
- Verificar si el servomotor del accionamiento del distribuidor esta destrabado.



- Verificar si el disyuntor y la llave seccionadora de 34.5 KV están en operación remoto.
- Conectar el agua de refrigeración de los cojinetes y del generador energizando el selenoide FV-15 y confirmar la indicación “Agua de refrigeración conectada.”
- En caso actúen las protecciones de “flujo bajo de agua de refrigeración” del cojinete y del generador y/o “temperatura del agua de refrigeración del generador muy alta”, se bloqueará la partida o se desconectará el grupo, según sea el caso.

**Paso 5 : Conectar agua de los sellos**

- Conectar el agua de los sellos energizando el seleccionador FV-09 y confirmar la indicación “agua de los sellos conectada”.
- En caso actúen las protecciones de “presión baja” o “flujo bajo” del agua del circuito de los sellos del eje, se bloqueará la partida o se desconectará el grupo, según sea el caso.

**Paso 6 : Conectar Bomba de aceite de lubricación de los cojinetes de la turbina.**

- Conectar la bomba de aceite y confirmar la indicación “Bomba de aceite ligada”. Si ocurre disminución de flujo en el circuito hidráulico, detectada por el flujostato del circuito, la bomba seleccionada saldrá de operación, entrando automáticamente la otra bomba, caso de persistir la disminución de flujo, habrá un bloqueo en la partida o la parada del grupo según sea el caso.
- En caso actúe la protección de “temperatura del aceite de lubricación del cojinete alta”, y “temperatura de cojinete alta”, habrá parada del generador.

**Paso 7 : Conectar el mando de regulador de velocidad.**

- Conectar el mando y confirmar indicación “Mando del regulador de velocidad conectado”.

- Para conectar el mando del regulador de velocidad es necesario que el servomotor de accionamiento del distribuidor se encuentre destrabado.
- En caso que el servomotor de accionamiento del distribuidor este trabajo será accionado un switch que inhabilitara la partida del grupo.

**Paso 8 :** Conectar la Bomba de aceite de la Unidad Hidráulica del regulador de velocidad.

- Conectar la bomba y confirmar indicación “Bomba de la UH del regulador ligada”
- Si ocurriese disminución del flujo o presión en el circuito hidráulico, detectada por el flujostato del circuito, la bomba seleccionada para funcional saldrá de Operación entrando automáticamente la otra bomba. Coso de persistir la Disminución de flujo o presión, habrá bloqueo de partida o parada del grupo.
- En caso actúen las protecciones “nivel bajo de aceite en UH” y/o “Temperatura del aceite de UH alta”, se bloqueara la partida o parara el grupo según sea el caso.
- Confirmar la indicación de “sistema Presurizado”, indicando que la bomba de la UH del regulador de velocidad presurizó el sistema. La presurización del sistema deberá ser hecha aproximadamente en 8 minutos.

**Paso 9 :** Confirmar la indicación de “Distribuidor Totalmente Cerrado”.

- En el distribuidor, existe en cada alabe un switch que será actuado caso cualquiera de los alabes este fuera de sincronización. Si un switch es accionado será bloqueado la partida del grupo.

**Paso 10 :** Abrir la válvula mariposa y confirmar la indicación de “Válvula mariposa abierta”.

- El mando de abertura de la válvula mariposa, es un mando de actuación doble; el actuará solicitando la abertura de la válvula by-pass para presurizar la cámara espiral. La información de que la presión está ecualizada, proveniente del presostato

diferencial, comandará la abertura de la válvula mariposa. Después de la completa abertura de la misma, se comandará el cierre de la válvula by-pass.

- Para habilitar la abertura de la válvula mariposa, es necesario que las siguientes condiciones sean satisfechas, caso contrario, el intertrabamiento eléctrico impedirá la abertura:

- Nivel de cámara de carga arriba del mínimo operacional.
- Compuerta abierta.
- Dispositivo de sobrevelocidad del agua, no actuado.
- Trabas del servomotor del accionamiento del distribuidor desaplicadas.
- Mando del regulado de velocidad conectado.
- Bomba de aceite de la UH del regulador de velocidad ligado.
- Flujo de aceite del regulador de velocidad normal.
- Presión de aceite del regulador de velocidad normal.
- Nivel de aceite de la UH del regulador de velocidad normal.
- Presión en el acumulador de nitrógeno normal.
- Flujo de agua de refrigeración del generador normal.
- Flujo de aceite de lubricación del cojinete normal.
- Flujo de agua de refrigeración del aceite del cojinete normal.
- Flujo de agua de sellaje normal.
- Distribuidor totalmente cerrado.
- Freno aplicado y sin defecto.
- Relé de bloqueo del generador-turbina armado.
- Relé del bloqueo del transformador armado.

Funciones del Relé de bloqueo:

- Bobina abre circuito en caso de cortocircuito
  - Trampa de onda-separar frecuencias
  - Toma a voltímetro de 34.5 KV
  - Descarga de la línea, tiene cuchilla de aterramiento
- Cuando el grupo este en operación y la válvula de mariposa se cierre por falla en el sistema, será enviada una señal para la parada en emergencia del grupo generador.

**Paso 11 :** Actuar en el ajuste de límite del distribuidor y posicionar el mismo para la posición de rotación sin carga.

- Actuar en el ajuste del límite de apertura del distribuidor, hasta que sea indicada “Posición de rotación sin carga”.
- La posición y la limitación de abertura del distribuidor podrá ser verificadas en los paneles respectivos.

**Paso 12 :** Desconectar Frenos.

- Desconectar frenos y confirmar las indicaciones de “frenos desaplicados”.
- Existe un intercambio eléctrico de modo que, para desaplicar los frenos, es necesario que el distribuidor este cerrado.
- Habrá bloqueo de arranquen caso que las tomas de freno estén gastadas.

**Paso 13 :** Partir el grupo Turbina-Generador.

- Para partir el grupo Turbina-generador, se energiza el selenoide “speed no load”y el “selenoide de encerramiento” del regulador de velocidad. La vereta de control de la válvula piloto del regulador se mueve hasta la posición que corresponde al ajuste del límite de carga, moviendo el servomotor y abriendo el distribuidor.
- Sólo será posible energizar estos selenoides con las siguientes condiciones satisfechas, caso contrario, el intertrabamiento eléctrico impedirá la partida:
  - Válvula barboleta abierta.

- Motor de la bomba de aceite de lubricación del cojinete operado.
  - Temperatura del cojinete de la turbina normal.
  - Límite de apertura del distribuidor en la posición speed load.
  - Ajuste de carga y de frecuencia próxima de la velocidad de la velocidad sincrónica.
  - Freno desahogado y si defectos.
  - Relé de bloqueo del generador-turbina armado.
  - Relé de bloqueo del transformador armado.
- Habrá parada del grupo generador cuando la temperatura del generador o del estator estén muy altos y en el anunciador aparezca las señalizaciones de “temperatura muy alta del estator del generador” respectivamente.

**Paso 14 :** Aguardar la indicación de “Rotación Próxima al Sincronismo” , “Conectar Regulador de Tensión”.

- La señal de velocidad será informada a través de la llave de velocidad electrónica e indicará una velocidad de aproximadamente 95% (855 r.p.m.) de velocidad nominal.
- Existe un switch en esta llave que actuará y solicitará la parada del grupo en emergencia en caso la velocidad llegue a 140% (1260 r.p.m.) de la velocidad nominal, actuará causando la parada del grupo y el cierre de la compuerta de emergencia y dando alarma de “Sobrevelocidad de la Turbina”.

**Paso 15 :** Conectar el regulador de Tensión.

- Conectar el regulador de tensión, cuando la velocidad llegue a 95 % (855 r.p.m.) de la nominal y confirmar la indicación “Regulador de tensión conectado”.
- Con tensión en los terminales del generador, el motor accionador del regulador de velocidad será energizado, a través del transformador de excitación y girará a una velocidad de aproximadamente 1000 r.p.m. Que corresponde a una velocidad de 750

r.p.m. En el generador, el contacto centrífugo del motor de accionamiento del regulador se cerrará., causando la parada del selenoide de “speed no load”. El regulador pasará entonces a regular la velocidad de la turbina y autorizará el procedimiento siguiente:

- En caso el regulador este en operación y el motor venga a presentar defecto, en contacto centrífugo existente actuará, causando la desenergización del selenoide de parada y la parada en emergencia de la máquina.
- En el regulador de tensión existe una protección que, en caso de falla, inhabilitara la partida o parada del grupo según sea el caso.
- La tensión y la corriente de excitación podrán ser verificadas a través del voltímetro y del amperímetro respectivamente ubicados en el panel de mando.
- La tensión en los terminales del generador podrán ser verificados en todas sus fases a través del voltímetro ubicado en el panel del mando.
- Sólo será posible conectar el regulador de tensión se las siguientes condiciones fueron satisfechas:
  - No exista defecto en el mismo.
  - Velocidad próxima del sincronismo.

**Paso 16 :** Cerrar el Disyuntor de 4.16 KV.

- Aguardar la indicación “cerrar disyuntor de 4.16 KV.”
- Esta indicación informara que el regulador de velocidad está habilitado a controlar el grupo turbina-generador.
- Cerrar el disyuntor de 4.16 KV y aguardar indicación “Disyuntor de 4.16 KV conectado”.
- Para que se pueda cerrar el disyuntor, es necesario que:
  - El resorte del disyuntor este cargado.

- Regulador de tensión energizado.
- Regulador de velocidad en operación.
- Relé de bloqueo del generador-turbina y del transformador armados.

**Paso 17 : Cerrar seccionadora de 34.5KV.**

- Cerrar seccionadora de 34.5 KV y aguardar indicación “Seccionadora 34.5 KV cerrada”.
- Sólo será posible cerrar la seccionadora cuando el disyuntor de 4.16 KV este cerrado.
- A partir de este punto, se puede iniciar el procedimiento de sincronización del grupo con el barramiento.

**Paso 18 : Sincronización del Grupo con el Barramiento.**

- Para iniciar el proceso de sincronismo es necesario que:
  - El disyuntor de 34.5 KV este abierto.
  - El disyuntor de 4.16 KV este cerrado.
  - La seccionadora de 34.5 KV este cerrada.
  - El regulador de tensión este conectado.
  - El regulador de velocidad esté operación.
  - No exista solicitud de sincronismo por ninguna de los otros dos grupos turbina-generador.
- Después de autorizado el sincronismo, en el cuadro de mando, se debe proceder al mismo, actuando en los controles del regulador de velocidad y de tensión para obtener las siguientes condiciones:
  - Frecuencia de la tensión idéntica a la del barramiento la que podrá ser verificada a través del frecuencímetro doble.

- Desfasaje angular entre la tensión del alternador y del barramiento menor o igual a 25 grados, lo que podrá ser verificado a través del sincronoscopio.
- Tensión del alternador igual en modulo a la del barramiento y a 100 % de la nominal (34.5 KV ), lo que podía ser verificado a través del voltímetro doble.
- Satisfechas todas las condiciones, se puede cerrar el disyuntor de 34.5 KV, conectando el grupo con el barramiento.
- Cuando el barramiento esta muerta o sea, sin tensión el procedimiento de sincronización no es necesario, bastando solamente cerrar el disyuntor de 34.5 KV.
- Después de conectar el grupo al barramiento, el generador de servicios auxiliares, será desconectado automáticamente, pasando la central a ser alimentada con la tensión del generador principal.
- La corrientes suministradas por el generador, podrán ser verificadas a través de los amperímetros en el cuadro de mando, para las fases A,B,C.
- La frecuencia del generador podrá ser verificada a través del frecuencímetro en el cuadro de mando.
- La potencia reactiva podrá ser verificada a través del varímetro en el cuadro de mando.
- El factor de potencia del generador podrá ser monitoreado a través del cosfímetro en el panel de mando.
- La temperatura del estator del generador podrá ser verificada a través del indicador de temperatura, que tiene barredura automática para las tres fases.
- Para cada caso de emergencia, existe una botonera, que deberá ser accionada, parando la máquina inmediatamente.
- En caso de defecto en el grupo turbina-generador, será accionado el relé de bloqueo, que además de comandar la parada del grupo en emergencia, lo mantendrá



bloqueado hasta que el defecto sea superado, cuando esto suceda el relé de bloqueo será posicionado manualmente para la posición de operación.

### **Parada de Grupo**

- Para la parada del grupo se debe seguir los siguientes procedimientos:
  - Cuando un sólo grupo este en operación, el generador de emergencia deberá ser conectada antes de iniciarse el procedimiento de parada.

#### **Paso 1 : Reducir la Potencia del Grupo**

- Reducir la potencia del grupo, hasta que entre en régimen de funcionamiento en vacío, actuando en las llaves de velocidad y excitación.
- La potencia activa podrá ser observada a través del varímetro en el cuadro de mando.
- Las corrientes en las tres fases podrán ser observadas a través de los amperímetros del cuadro de mando.

#### **Paso 2 : Abrir el Disyuntor de 34.5 KV.**

- Al abrir el disyuntor de 34.5 KV, el barramiento continuará siendo alimentado por los otros grupos o será alimentado por el generador de emergencia.

#### **Paso 3 : Abrir seccionadora 34.5 KV.**

#### **Paso 4 : Abrir el disyuntor de 4.16 KV.**

#### **Paso 5 : Para la turbina**

- Parar la turbina accionando la llave respectiva en el cuadro de mando, la cual desenergiza el selenoide de parada del regulador de velocidad, el que causará el cierre completo del distribuidor.

#### **Paso 6 : Accionar el freno de la turbina**

- Cuando la velocidad de la turbina llegue a 270 r.p.m. Accionar el freno de la turbina. En caso no sea accionado el freno, un contacto auxiliar de la llave de velocidad actuará y aplicará el freno, evitando daños al cojinete.

**Paso 7 :** Cerrar la Válvula Mariposa.

- Después de la parada de la turbina.

**Paso 8 :** Desconectar el sistema de refrigeración.

**Paso 9 :** Desconectar el sistema de agua de los sellos.

**Paso 10 :** Desconectar la bomba del regulador de velocidad.

**Paso 11 :** Desconectar mando del regulador de velocidad.

**Paso 12 :** Desconectar unidad hidráulica del regulador de velocidad.

### **Partida/Parada en Modo Automático**

El sistema de control de la central está equipado con un PLC modular, que permite partir y parar el grupo generador, bien como hacer el sincronismo del mismo con el barramiento, de modo totalmente automático.

Para esto se deben seguir los siguientes procedimientos:

### **Mando a partir del cuadro de Mando Local**

Considerando la selección en LA/SM Local –automático

y sincronismo manual o LA/SA Local –automático y sincronismo automático, se tiene:

**Paso 1** Antes de la partida se harán las verificaciones ya descritas en el procedimiento de partida manual a través del mando local.

**Paso 2** Actuar en la llave partida/parada (panel de mando local)

El PLC ejecutará todos los comandos descritos en el modo manual pero, de una manera automática, sin la intervención del operador. Todos los pasos serán señalizados en el secuenciador de partida a medida que los procedimientos se van ejecutando, para posibilitar el acompañamiento visual de la partida, luego el grupo quedará sincronizado.

### **2.4.2.2 Sincronización de Grupos**

El sincronismo del grupo será hecho de modo manual o de modo automático por el PLC de acuerdo a la selección elegida.

El acoplamiento de las condiciones del grupo durante la partida y en funcionamiento, podrá ser observado a través de una serie de instrumentos instalados en el cuadro de mando remoto, a saber:

- Corriente del generador-amperímetros
- Tensión del regulador-voltímetro
- Llave conmutadora de voltímetro
- Potencia reactiva del generador-vatímetro
- Factor de potencia del generador-cosfímetro
- Temperatura del estator-indicador 2 (Telemeter RTD)
- Rotación de la turbina-indicador rpm
- Limitación de la posición del distribuidor-indicador del límite
- Posición del distribuidor-indicador de la posición
- Corriente de excitación –amperímetro
- Tensión de excitación-voltímetro
- Voltímetro de ecualización-indicador
- Secuenciador de partida y alarmas
- Medidor de energía activa
- Medidor de energía reactiva

#### **Sincronismo en Forma Manual**

Para proceder al sincronismo manual del grupo con el barramiento deberá ser cerrada la seccionadora de 34.5 KV confirmando através de la lámpara verde y con el púlpito

conectado-instrumentos necesarios como son voltímetro doble, frecuencímetro doble y sincronoscopio.

Se debe actuar en los controles del regulador de velocidad (velocidad aumenta/disminuye) y de tensión (excitación aumenta/disminuye)

Para obtenerse las siguientes condiciones:

-Frecuencia y tensión idéntica a la del barramiento lo que podrá ser verificada a través del frecuencímetro doble

-Desfasaje angular entre la tensión del alternador y del barramiento menor o igual a 25 grados, lo que podrá ser verificado a través del sincronoscopio.

-Tensión del alternador igual en módulo a la del barramiento y a 100% de la nominal (34.5 KV) lo que podrá ser verificado a través del voltímetro doble.

Satisfechas todas las condiciones, se puede cerrar el disyuntor de 34.5 KV de modo a conectar el grupo con el barramiento, confirmada a través de la lámpara verde

Para que se pueda cerrar el disyuntor es necesario que la lámpara blanca esté apagada pues, caso contrario, el resorte del disyuntor estará descargado

Después de conectar el grupo al barramiento, el generador de servicios auxiliares será desconectado automáticamente pasando la central a ser alimentada con la tensión del generador principal.

### **Sincronismo en forma Automática**

Será realizada por el PLC quien ejecutará todos los comandos, encargándose de comandar los procedimientos para la ejecución del mismo.

En caso de emergencia existe una botonera que deberá ser accionada parando la máquina en emergencia.

En caso de defecto será accionado el relé de bloqueo indicado por la lámpara blanca que además de comandar la parada del grupo en emergencia la mantendrá bloqueado hasta que el defecto sea eliminado, cuando entonces el relé de bloqueo deberá ser reseteado.

### **Energización de la Línea de Transmisión**

El cuadro de mando remoto contiene los instrumentos necesarios para el acoplamiento de la LT al barramiento, bien como las instrumentaciones necesarias a la operación.

En este módulo están también los comandos de las compuertas(nivel de agua).

Los instrumentos de medición en este módulo son:

- Amperímetros.
- Frecuencímetros.
- Voltímetro de barramiento.
- Conmutador de voltímetro del barramiento.
- Voltímetro de la LT
- Indicador de nivel de la cámara de carga.
- Frecuencímetro de la LT.
- Factor de potencia de la LT.
- Potencia activa de la LT.
- Potencia reactiva de la LT.
- Anunciador de alarmas.
- Medidor de energía activa.
- Medidor de energía reactiva

### **Sincronismo de la Línea con el Barramiento Panel – Remoto**

Para proceder a efectuar el sincronismo de la LT con el barramiento deberá ser cerrada la seccionadora de 34.5 KV. confirmando a través de la lámpara verde y conectado el púlpito conteniendo los instrumentos necesarios(voltímetro doble, frecuencímetro doble y sincronoscopio).

Si estuviese seleccionado el modo de sincronismo manual se debe actuar en los controles del regulador de velocidad (velocidad aumenta/disminuye) y detención (excitación aumenta/disminuye) para obtener las siguientes condiciones:

- Frecuencia de la tensión del barramiento idéntica a la de la LT, lo que podrá ser verificada a través del frecuencímetro doble.
- Desfasaje angular entre la tensión del barramiento y de la LT menor o igual a 25 grados, lo que podrá ser verificado a través del sincronoscopio.
- Tensión del barramiento igual en módulo a la de la LT y a 100 % de la nominal(34.5 KV.), lo que podrá ser verificado a través del voltímetro doble.

Satisfechas todas las condiciones, se puede cerrar el disyuntor 34.5 KV. de modo a conectar el grupo con el barramiento. Confirmar a través de la lámpara verde. Para que se pueda cerrar el disyuntor es necesario que la lámpara blanca esté apagada, pues, caso contrario, el resorte del disyuntor estará descargado.

Si el modo de sincronismo es automático el PLC se encargará del mando de los procedimientos para la ejecución del sincronismo.

En caso de defecto en el grupo turbina – generador, será accionado el relé de bloqueo indicado por la lámpara blanca, que además de comandar la parada de grupo, lo mantendrá bloqueado hasta que el defecto sea eliminado, cuando el relé deberá ser posicionado manualmente para su posición de operación.

En este caso de defecto en los transformadores, serán accionados los relés de bloqueo 86T1, 86T2, 86T3; localizados en la parte posterior del panel remoto e indicado por la lámpara blanca.

En caso de defecto en la LT será accionado el relé de bloqueo 86LT1, localizado en la parte posterior del panel remoto e indicado por la lámpara blanca.

#### **Generador de Emergencia de la Central Hidroeléctrica Virú**

|                 |                            |
|-----------------|----------------------------|
| Tipo            | Grupo electrógeno diesel   |
| Características | 150 KVA, 380/220 V, 60 HZ. |
| Uso             | Iluminación de emergencia  |

Servicios auxiliares para un grupo turbina-generador.

Falta en el transformador de servicios auxiliares.

Conexión Automática

Si no funciona ningún grupo T-G, colocar selectora en manual (MAN). Y, antes de su manipulación verificar que el disyuntor parte inferior del panel de mando) indique cargado

**Proceso de Arranque:**

Pulsar partida luego pulsar liga disyuntor grupo

**Proceso de Parada:**

Pulsar desliga carga luego pulsar parada

-Si está funcionando algún Grupo T-G, la selectora deberá estar en automático y cargado

-El G.E. solo alimenta al circuito esencial.

Equipos conectados Regulador de velocidad

Refrigeración de los Cojinetes

Cargador de Baterías

Puente Grúa

### **2.4.2.3 Operación y Supervisión del Patio de Llaves**

El patio de llaves de la Central Hidroeléctrica Virú está conformado por:

- 03 transformadores de potencia 3.5 MVA , 4.16 KV/34.5 KV
- 04 disyuntores Tipo SFE –36.12.25 de 34.5 KV, 1 250 A, 3 fases, 60Hz
- 04 seccionadores tripolar Tipo HB 346SE-2C de 34.5 KV, 630 A, 60Hz tiene un sistema de aterramiento.

- 03 pararrayos monopolar, Tipo CT-2LA-30, corriente de descarga 10 KA, 34.5 KV, 60HZ
- 03 transformadores de potencial, usado para la medición
- 03 Transformadores de corriente, usado para la medición
- 02 Transformadores de tensión usado como retroalimentación del sistema.
- Sistema de comunicación carrier, que utiliza la línea central (S) para la comunicación entre la C.H.V. y las Sub-Estaciones exclusivamente.
- Todos estos equipos tienen su respectiva puesta a tierra.

-El transformador de 3.5 MVA elevará la tensión de 4.16 KV a 34.5 KV

-Las seccionadoras se encargarán de cerrar físicamente las líneas a energizar previo desaterramiento.

-Los disyuntores se encargarán de energizar el sistema

Todos los mandos se podrán realizar a distancia desde el interior de la Central Hidroeléctrica en el modo remoto, o local desde el patio de llaves en el modo manual.

### **Modo de Operar:**

Después de verificar visualmente el patio de llaves y constatando que todo esta en normal estado, se procederá a realizar maniobras para energizar el sistema y una vez que la energía generada por uno de los tres grupos, es enviada desde la Central Hidroeléctrica mediante el cierre de un disyuntor interno 4.16 KV hacia el patio de llaves, se tendrá la energía en el transformador de 3.5 MVA quien elevará la tensión de 4.16 KV a 34.5 KV.

**Paso1** Cerrar la seccionadora (barra); ésta deberá estar desaterrada; de no ser así, el sistema de intertravamiento impedirá que se cierre la seccionadora. La función de la seccionadora es cerrar físicamente las líneas a energizar.



**Paso2** Cerrar el disyuntor (barra)

Hasta ahí se tendrá la energía en la barra, luego se procederá a energizar la Línea de Transmisión ( LT). Y el sistema en forma total.

**Paso3** Cerrar la seccionadora de línea

**Paso4** Cerrar el disyuntor de línea; previa coordinación con los puntos involucrados para evitar accidentes, etc, se debe respetar este orden; primero cerrar la seccionadora luego el disyuntor, de no ser así, se formarán grandes arcos, daños a los equipos, pudiendo formar cortocircuitos, incendios, etc.

La LT 34.5 KV quedará energizada.

Para la desenergización del sistema se realizaran los siguientes pasos:

Se hacen las coordinaciones del caso para que saquen sus cargas en las Sub-Estaciones y luego:

**Paso1** Abrir el interruptor de línea 34.5 KV.

**Paso2** Abrir la seccionadora de línea 34.5 KV

**Paso3** Abrir disyuntor 34.5KV (barra)

**Paso4** Abrir seccionadora 34.5 KV (barra)

La energía quedará en el transformador y el operador continuará quitando la energía desde el interior de la C.H.V. abriendo el disyuntor de 4.16 KV (ubicado en el interior de la C.H.V.) para luego parar el grupo en funcionamiento o dejar conectado el disyuntor 4.16 KV y tener el grupo funcionando en vacío.

Maniobras para realizar un mantenimiento en el sistema:

Una vez desenergizado el sistema y abiertos los disyuntores y seccionadoras:

Aterrar la línea tanto en el patio de llaves de la C.H.V. como en las Sub-Estaciones para que toda la energía que haya quedado en la línea sea llevado a tierra, esto debe ser confirmado mediante la comunicación de los operadores.

Se procede a realizar el mantenimiento

Terminado dicho mantenimiento se realiza lo siguiente:

Desaterrar la línea en todos los puntos donde se aterró.

Cerrar seccionadoras para luego proceder a energizar el sistema.

El Patio de llaves de La Sub-Estación Virú está conformado por:

- 01 Transformador de potencia

Las maniobras son similares que en el patio de llaves de la C.H.V.

El Patio de llave de la Sub-Estación de Chao está conformada por:

- 01 Transformador de potencia

Las maniobras son similares que en la C.H.V.

#### **2.4.2.4 Servicios Auxiliares**

Los servicios auxiliares son alimentados mediante, retroalimentación o Generador de Emergencia.

Al ocurrir una salida de la Central Hidroeléctrica, se abre el interruptor desapareciendo la tensión de 380 V, inmediatamente entrará en servicio el Generador de Emergencia que deberá estar en la posición automático y con el resorte cargado, (ver gráfico).

#### **2.4.2.5 Subestaciones**

##### **Objetivos de la Unidad de Operación de las Sub-Estaciones Transformadoras.**

Los objetivos globales del departamento de operación de las Sub-Estaciones de transformación es el de operar y custodiar el equipo eléctrico y paneles de distribución, protección y potencia de los tableros de media y alta tensión, instalados en las Sub-Estaciones transformadoras siguientes:

. Sub-Estación de Virú: Cuya relación de transformación es de 34.5/10 KV y 6 MVA de potencia.

. Sub-Estación de Chao: Cuya relación de transformación es de 34.5/10 KV y 5MVA de potencia.

Las funciones de los operadores de la Sub-Estaciones son:

- Operar los equipos auxiliares y paneles de distribución, protección y potencia
- Cumplir estrictamente con el programa de operación según instrucciones del jefe inmediato, coordinando con el operador de la Central.
- Informar sobre ocurrencias y/o anomalías detectadas en la operación del equipo (pudiendo desconectar los circuitos ante situaciones de emergencia y bajo responsabilidad).
- Llenar hora a hora los informes diarios de operación en forma oportuna y correcta.
- Garantizar el cumplimiento de asistencia a los turnos de trabajo programados.
- Efectuar el mantenimiento habitual (limpieza de equipos auxiliares, tableros y ambientes de la Sub-Estación a su cargo.

Aún cuando el operador no lleve a cabo el mantenimiento por sí mismo, quedan bajo su responsabilidad las actividades siguientes:

- Efectuar controles e inspecciones.
- Llenar las solicitudes de mantenimiento
- Informar del mantenimiento efectuado y sus conclusiones

-Otras funciones que se le asignen en relación a su cargo.

#### **Sub-Estación de Virú 34.5 KV-1x6 MVA**

La Sub-Estación de Virú está ubicada en el pueblo de Virú. Sus estructuras y equipos están instalados colindantes con la Sub-Estación de Virú y a la interperie. El área ocupada es de 677 m<sup>2</sup> y junto a ella se encuentran las instalaciones de Hidrandina S.A.

## **Principales Equipos:**

### **Transformador de Potencia**

#### Características técnicas del equipo

|                     |                                   |
|---------------------|-----------------------------------|
| Potencia nominal    | 6.0 MVA                           |
| Tensiones nominales | 34.5 KV (Prim.)/10.0 KV (Secund.) |
| Frecuencia          | 60Hz                              |
| Fases               | 3                                 |
| Conexión Primario.  | Estrella c/neutro                 |
| Secundario          | Triángulo                         |
| Enrollamiento       | 2                                 |
| Mas Total           | 14700 Kg                          |

#### Accesorios

- Conmutador de Tensión
- Radiadores removibles
- Transformadores de Corriente tipo buje 200/5 A
- Relays de imagen térmica con termómetro indicador de temperatura de enrollamientos alarma de y desconexión.

### **Disyuntor Tripolar - Uso Externo**

|                           |              |
|---------------------------|--------------|
| Tipo                      | SFE-36.12.25 |
| Cantidad                  | 2            |
| Corriente nominal         | 1250 A       |
| Tensión nominal           | 34.5 KV      |
| Frecuencia                | 60 Hz        |
| Capacidad de interrupción | 1000 MVA     |

Dispositivo de anticierre eléctrico

|                  |       |
|------------------|-------|
| -Número de polos | 3     |
| - Frecuencia     | 60 Hz |

#### **Seccionador Tripolar - Uso Externo**

|                    |                        |
|--------------------|------------------------|
| Tensión nominal    | 34.5 KV                |
| Tensión de comando | 125 Vcc                |
| Clase de Tensión   | 38 KV                  |
| Corriente nominal  | 630 A                  |
| Frecuencia         | 60 Hz                  |
| Accionamiento      | Manual                 |
| Tipo               | HB346                  |
| Cantidad           | 2 con lámina de tierra |
| Nº de polos        | 3                      |

#### **Pararrayos Monopolar - Uso externo**

|                       |             |
|-----------------------|-------------|
| Corriente de descarga | 10 KA       |
| Clase de Tensión      | 34.5 KV     |
| Frecuencia            | 60 Hz       |
| Tipo                  | CT-ZLA-30   |
| Cantidad              | 06          |
| Tensión nominal       | 30 KV       |
| Material              | Oxido de Zn |

#### **Transformador de Potencia Capacitivo- Uso Externo**

|             |                |
|-------------|----------------|
| Tipo        | CCV – 36       |
| Fases       | Monofásico     |
| Aislamiento | Aceite sellado |
| Frecuencia  | 60 Hz          |

|                      |           |
|----------------------|-----------|
| Cantidad             | 03        |
| Tensión nominal      | 34.5 KV   |
| Tensión de operación |           |
| Normal Máxima (rms)  | 38 KV     |
| Tensión Primaria     |           |
| Nominal              | 34.5/3 KV |
| Tensión secundaria   | 115/3 V   |
| Tensión secundaria   | 115/3V    |

#### **Bobina de Bloqueo – Uso Externo**

|                   |                  |
|-------------------|------------------|
| Tensión nominal   | 34.5 KV          |
| Corriente nominal | 200 <sup>a</sup> |

#### **Sub-Estación de Chao 34.5 KV-1x5 MVA**

La Sub-Estación de chao está ubicada en el valle Chao, sus estructuras e instalaciones están a la interperie. Tiene un área de 372.6m<sup>2</sup>

#### **Principales Equipos:**

##### **Transformador de potencia**

|                     |   |
|---------------------|---|
| Potencia nominal    | 5.0KVA                                  |
| Tensiones nominales | 34.5 KV (Primario)/10.0 KV (secundario) |

Los demás equipos son similares a la de la Sub-Estación de Virú con diferencia que existen en la S.E. Chao existen: una seccionadora y un disyuntor en el patio de llaves.

Durante el funcionamiento de la Central Hidroeléctrica Virú, en las Subestaciones de transformación de Virú y Chao, se realizan labores programadas y de rutina a cargo de los operadores de turno, como son:

- Limpieza constante de los equipos, tableros y ambientes del área de trabajo.
- Limpieza de Canaletas de cables en el patio de llaves.

- Mantenimiento y control frecuente de los bancos de baterías 125 Vcc y 48 Vcc.
- Control de los parámetros de operación mediante los instrumentos indicadores, anotando los registros y lecturas en forma horaria.
- Comunicación permanente por medio del sistema radio comunicación VHF con la Central Hidroeléctrica y demás estaciones, para informar ocurrencias durante el turno, coordinar maniobras, etc.
- Operaciones y maniobras de los tableros de protección, control y mando y operación de los equipos auxiliares y paneles de distribución, protección y potencia.
- Coordinación constante con los operadores de HIDRANDINA S.A., y personal de distribución, tanto en la S.E. VIRU como en la S.E. CHAO respectivamente, ante cualquier restricción de carga por falla en sus radiales.
- Mantenimiento programado de los aisladores en el Patio de Llaves.
- Mantenimiento frecuente de la fuente de alimentación del radio comunicador.

Así mismo, se realizan operaciones extraordinarias, que son las que se ejecutan cuando se registra una falla en cualquiera de las radiales del sistema eléctrico de Virú o de Chao.

#### **2.4.2.6 Generación – Distribución**

La Central Hidroeléctrica Virú inició su generación en forma aislada, luego fue interconectada al SICN y debido a los efectos del fenómeno del niño, quedó generando en forma aislada hasta la fecha.

La generación era transmitida hacia la Sub-Estación Virú, de ahí enviada a Hidrandina S.A. quien distribuía a los pueblos de Virú y el Carmelo. También desde la Sub-Estación Virú se enviaba la energía hacia la Sub-Estación Chao y de ahí la Empresa ALBACO S.A. lo distribuía al pueblo de Chao.

Debido al mal manejo administrativo por parte de la empresa ALBACO S.A. en lo que se refería a distribución y comercialización; deciden dar la parte de distribución al Proyecto Especial Chavimochic que a partir del año 2000 viene encargándose de la distribución en la zona donde correspondía a la empresa ALBACO S.A.

La empresa HIDRANDINA S.A. continúa realizando su labor de distribuidora.

#### **La Unidad de Distribución Eléctrica :**

Esta unidad se encarga de la distribución y comercialización de la energía eléctrica generada por la C.H.V. en la zona de Chao, también en los pueblos energizados por las Micro Centrales de Tanguche y/o Desarenador.

Realiza las siguientes actividades:

- Toma de lecturas de medidores en los valles de Chao, Virú y centros poblados anexos.
- Toma de lecturas de los medidores en los clientes especiales.
- Toma y verificación de potencia instalada a los usuarios de tarifa BT6, del distrito de Chao y Anexos.
- Atención de las ordenes de servicio en el valle, realizando cortes, reposiciones, acometidas, etc.
- Realización de trabajos de reposición y mantenimiento en el sistema de alumbrado público en Chao.
- Reconexión de servicios a usuarios y corte a usuarios clandestinos.
- Mantenimiento programado y alternado de las subestaciones aéreas bipostes.
- Mantenimiento en las redes eléctricas, de acuerdo a lo programado en el sistema.



- Puesta de medidores monofásicos en el ámbito de influencia de la Unidad de Distribución.

## **Producción y Despacho de Potencia y Energía**

### **Producción**

La producción de energía en la Central H.V. cubre toda la demanda del Sistema Hidroeléctrico Virú, registrándose en el mes de Julio del 2001 un total de energía activa de 931.494 MWh con una potencia máxima de generación de 2248 KW.

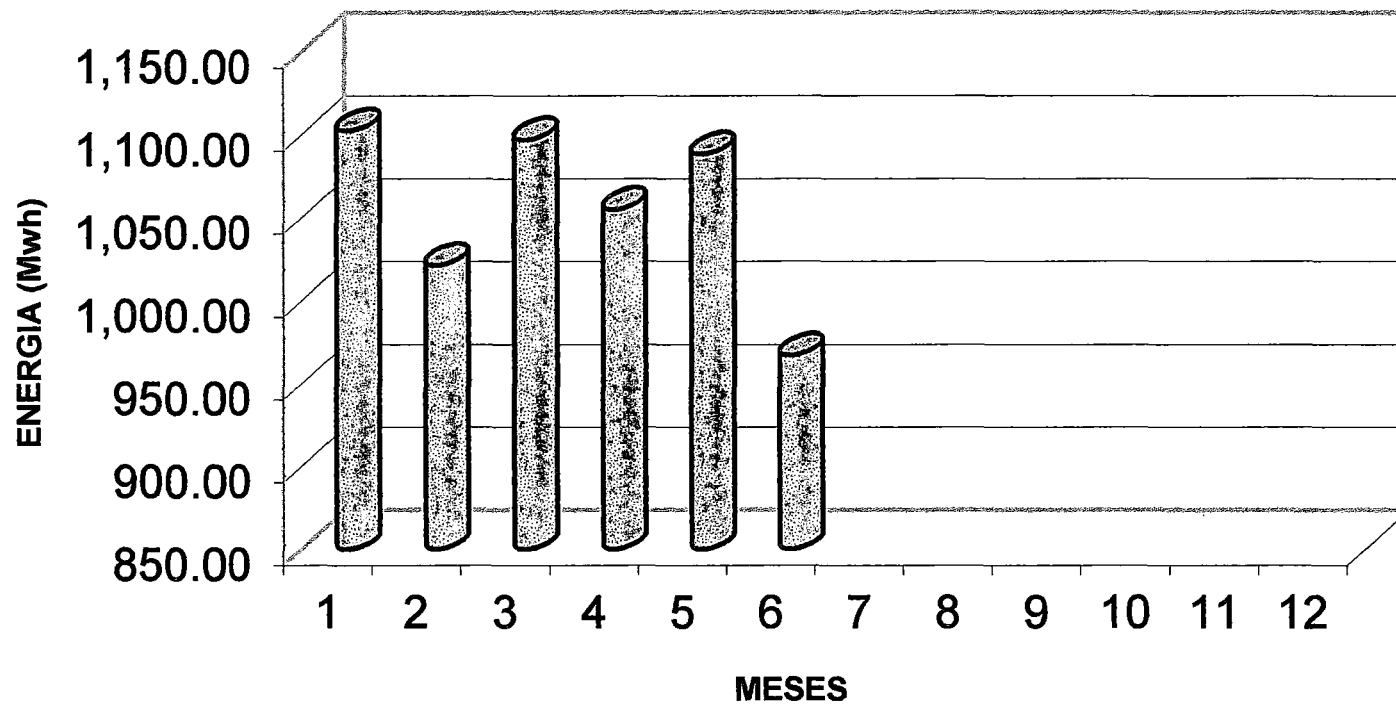
La producción de energía eléctrica en las Micro centrales Hidroeléctricas, durante el mes de Julio 2001 fue de 35.246 MWh y una potencia máxima de generación de 59 KW.

En consecuencia la producción máxima de los Sistemas Hidroeléctricos para el mes de Julio del 2001, ha sido de 966.74 MWh de energía activa, con una potencia máxima de generación de 2307 KW.

### **Transmisión de Potencia y Energía**

La Transmisión de potencia y energía se realiza en el Sistema Hidroeléctrico Virú mediante una línea de 34,5kV que sale de la Central Hidroeléctrica Virú y llega hasta la Subestación Virú (LT-1) con una terna de aproximadamente 7Km. de longitud. Desde allí continúa la línea hasta la Subestación de Chao (LT-2) con una terna de aproximadamente 17Km. de longitud y en el mismo nivel de tensión. De la línea de 34,5kV (LT-1), sale una derivación hacia la Subestación Pur-Pur a la altura del puente la Gloria, hacia la Subestación PUR-PUR (34,5/22,9kV) alimentando todo el sistema 22.9 kV.

**GENERACION DE ENERGIA 2001 (Mwh)**



## SISTEMAS HIDROELECTRICOS

### LOGROS ALCANZADOS POR LA DIVISION-2001

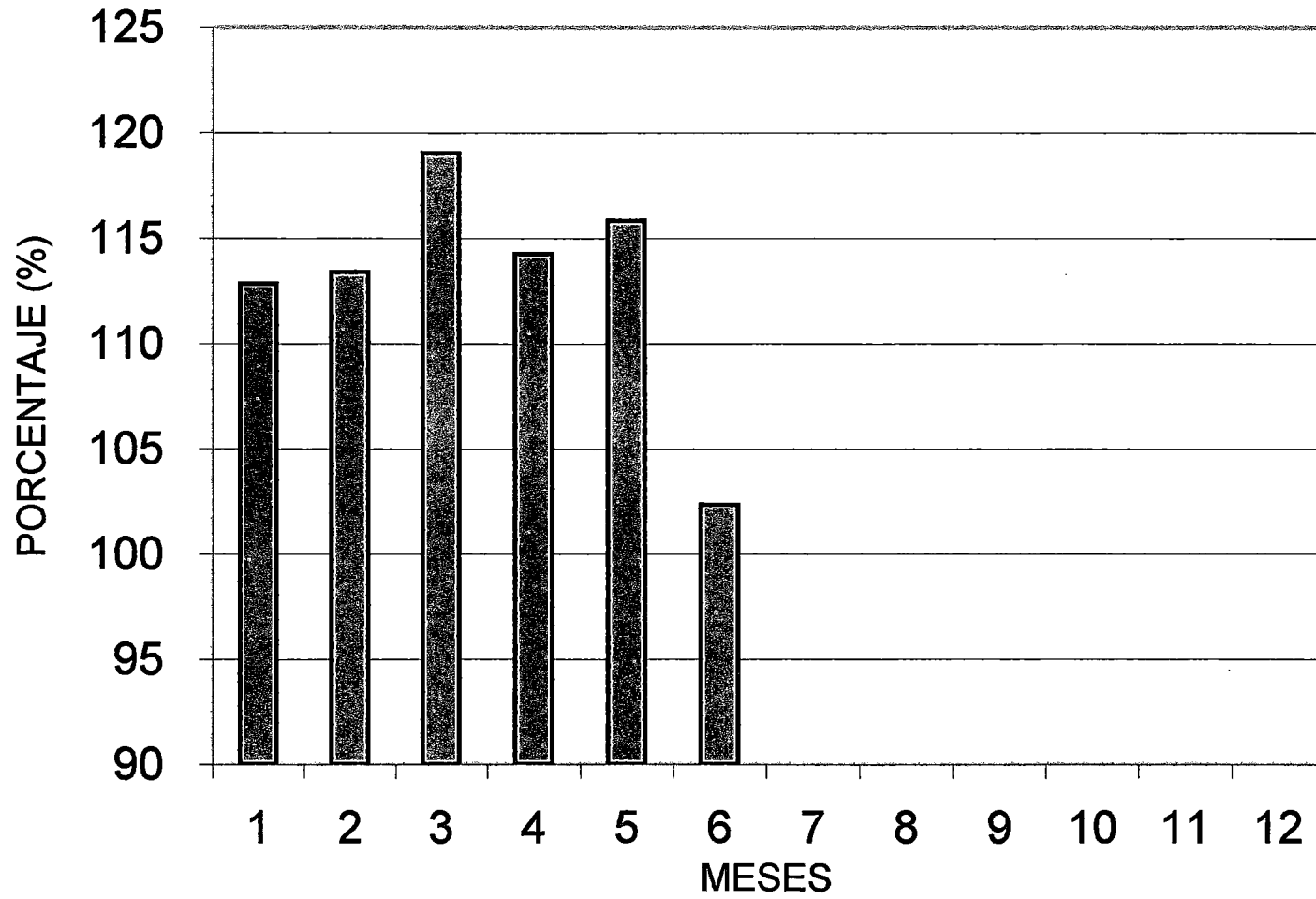
| AÑO<br>2001 | VENTA<br>ENERGIA (P)<br>MWH | IMPORTE<br>(P)<br>S/. | VENTA<br>ENERGIA ( R )<br>MWH | IMPORTE<br>(R)<br>S/. | LOGRO<br>ALCANZADO<br>% |
|-------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| ENE         | 800                         | 200,000               | 971.95                        | 225,717.16            | 112.86                  |
| FEB         | 800                         | 200,000               | 897.87                        | 226,791.10            | 113.40                  |
| MAR         | 800                         | 200,000               | 948.96                        | 238,102.52            | 119.05                  |
| ABR         | 800                         | 200,000               | 900.25                        | 228,518.56            | 114.26                  |
| MAY         | 800                         | 200,000               | 911.54                        | 231,693.85            | 115.85                  |
| JUN         | 800                         | 200,000               | 814.07                        | 204,691.23            | 102.35                  |
|             |                             |                       |                               |                       |                         |
|             |                             |                       |                               |                       |                         |
|             |                             |                       |                               |                       |                         |
|             |                             |                       |                               |                       |                         |
|             |                             |                       |                               |                       |                         |
|             |                             |                       |                               |                       |                         |
|             |                             |                       |                               |                       |                         |
|             |                             |                       |                               |                       |                         |
| TOTAL       | 4,800                       | 1,200,000             | 5,444.64                      | 1,355,514.42          | 113                     |

Nota: Los montos no incluyen IGV.

(P) Valores proyectados

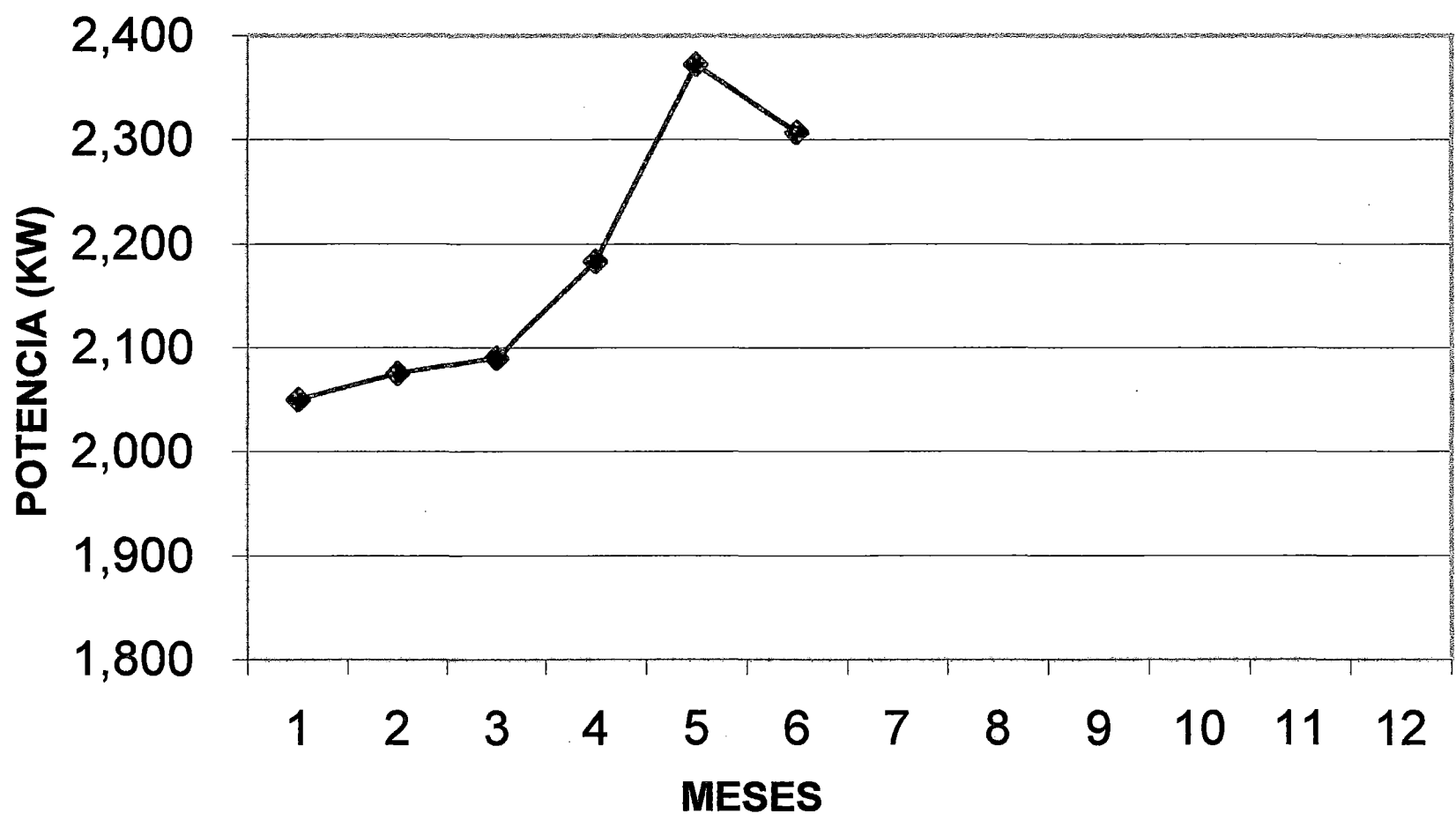
(R) Valores reales

### LOGROS ALCANZADOS (%) - 2001

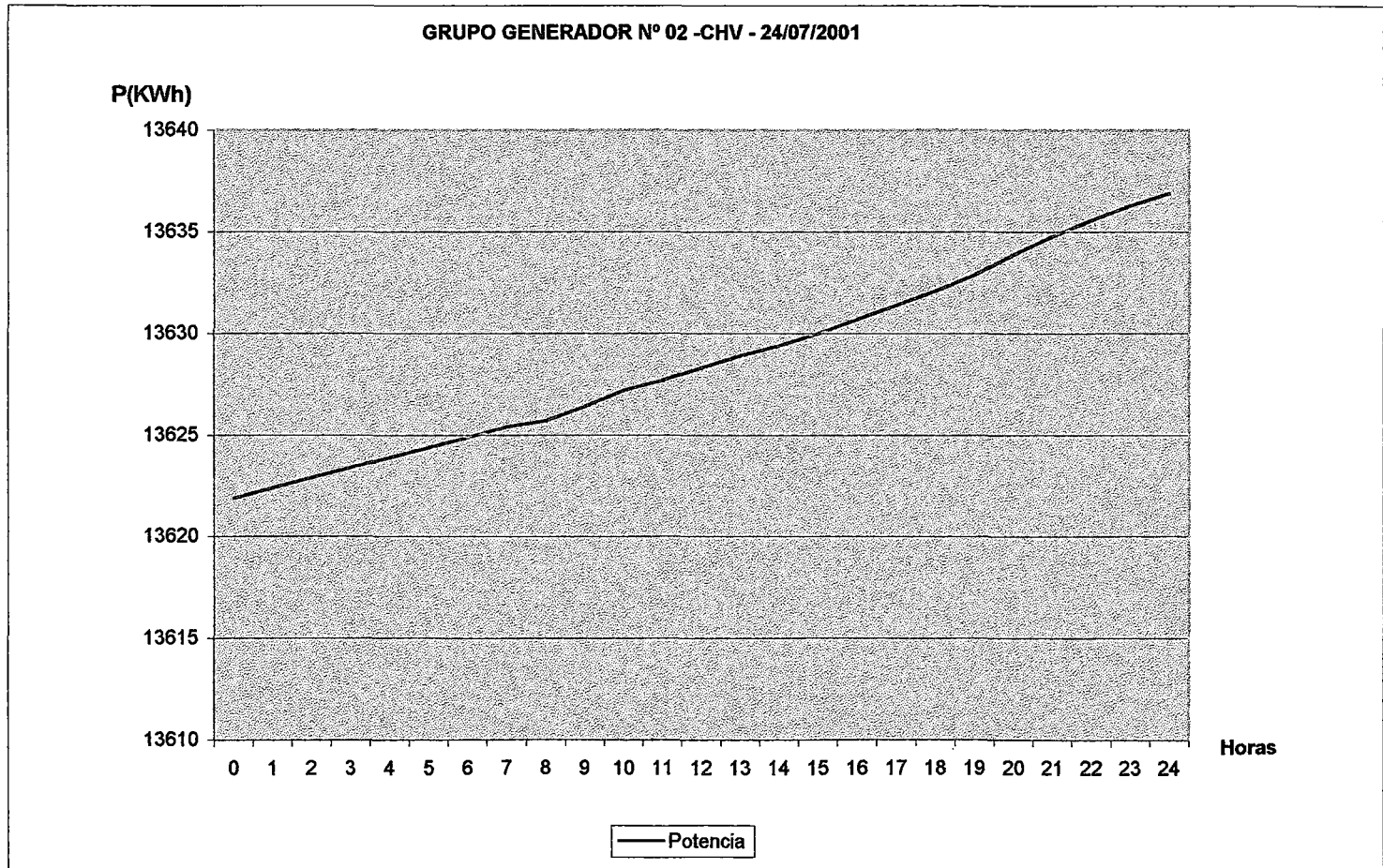


si

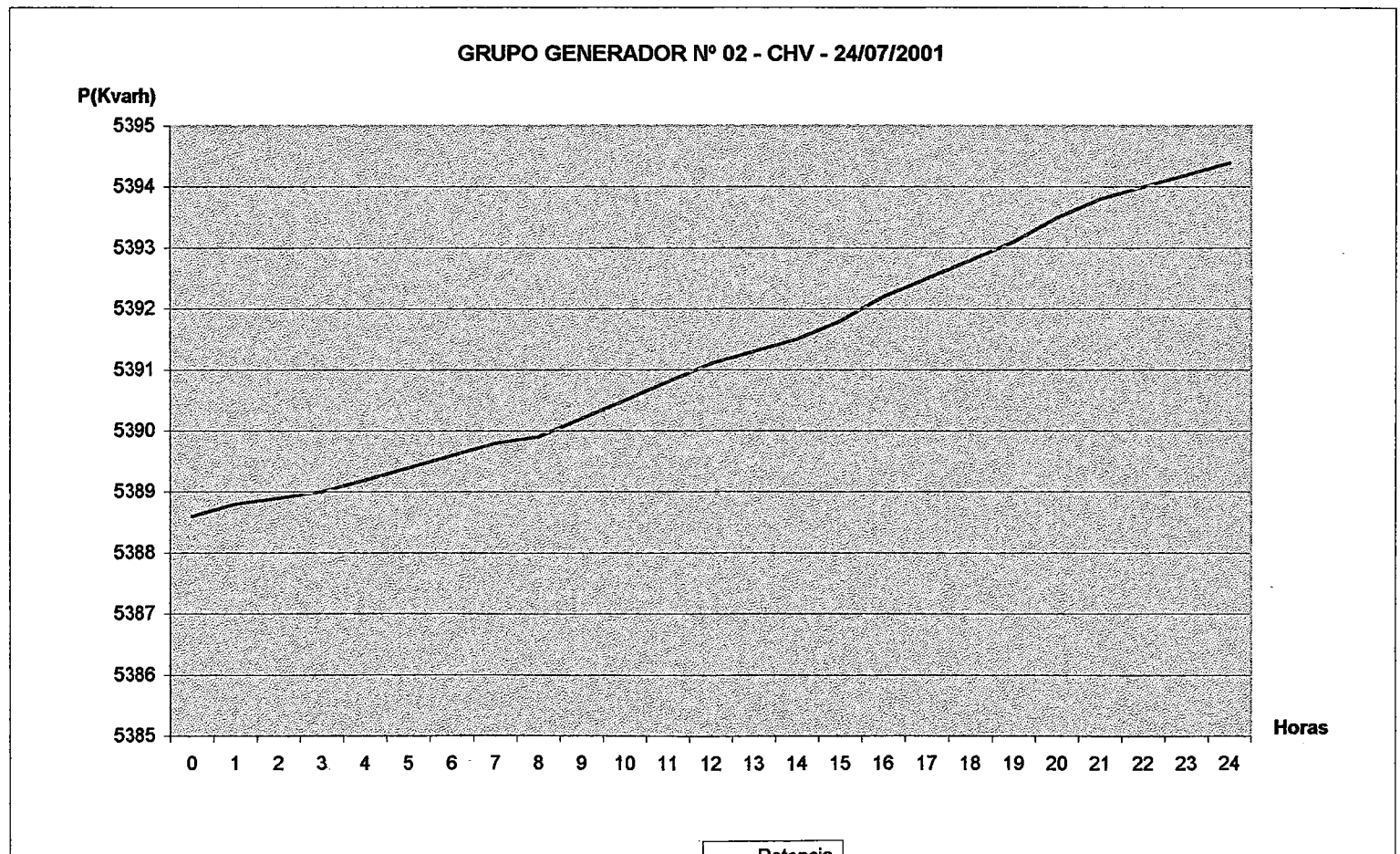
### POTENCIA MAXIMA GENERADA 2001 (KW)



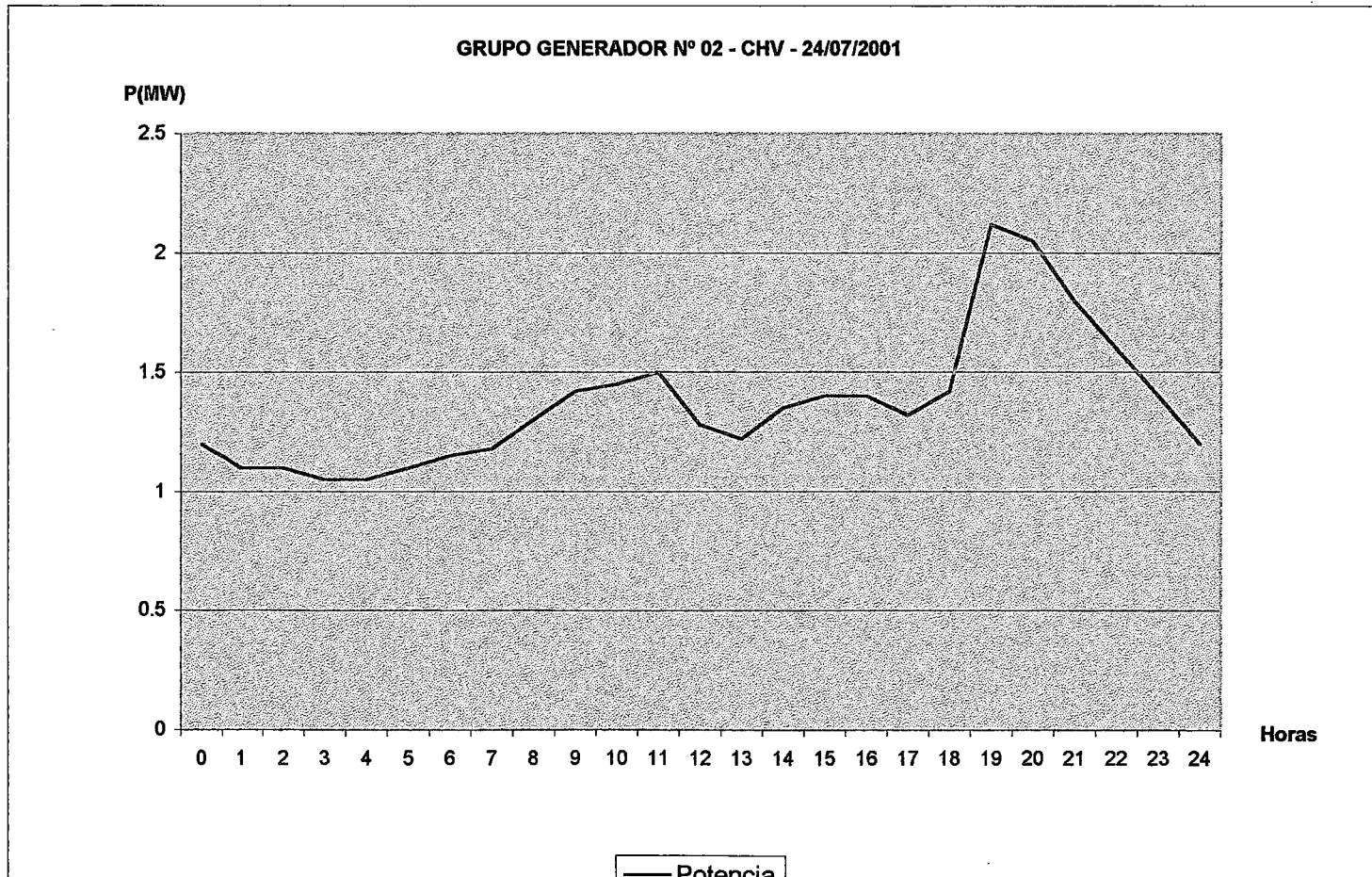
| KWh     | Horas |
|---------|-------|
| 13621.9 | 0     |
| 13622.4 | 1     |
| 13622.9 | 2     |
| 13623.4 | 3     |
| 13623.9 | 4     |
| 13624.4 | 5     |
| 13624.9 | 6     |
| 13625.4 | 7     |
| 13625.7 | 8     |
| 13626.4 | 9     |
| 13627.2 | 10    |
| 13627.7 | 11    |
| 13628.3 | 12    |
| 13628.9 | 13    |
| 13629.4 | 14    |
| 13630   | 15    |
| 13630.7 | 16    |
| 13631.4 | 17    |
| 13632.1 | 18    |
| 13632.9 | 19    |
| 13633.9 | 20    |
| 13634.8 | 21    |
| 13635.6 | 22    |
| 13636.3 | 23    |
| 13636.9 | 24    |



| Kvarh  | Horas |
|--------|-------|
| 5388.6 | 0     |
| 5388.8 | 1     |
| 5388.9 | 2     |
| 5389   | 3     |
| 5389.2 | 4     |
| 5389.4 | 5     |
| 5389.6 | 6     |
| 5389.8 | 7     |
| 5389.9 | 8     |
| 5390.2 | 9     |
| 5390.5 | 10    |
| 5390.8 | 11    |
| 5391.1 | 12    |
| 5391.3 | 13    |
| 5391.5 | 14    |
| 5391.8 | 15    |
| 5392.2 | 16    |
| 5392.5 | 17    |
| 5392.8 | 18    |
| 5393.1 | 19    |
| 5393.5 | 20    |
| 5393.8 | 21    |
| 5394   | 22    |
| 5394.2 | 23    |
| 5394.4 | 24    |



| Potencia (MW) | Horas |
|---------------|-------|
| 1.2           | 0     |
| 1.1           | 1     |
| 1.1           | 2     |
| 1.05          | 3     |
| 1.05          | 4     |
| 1.1           | 5     |
| 1.15          | 6     |
| 1.18          | 7     |
| 1.3           | 8     |
| 1.42          | 9     |
| 1.45          | 10    |
| 1.5           | 11    |
| 1.28          | 12    |
| 1.22          | 13    |
| 1.35          | 14    |
| 1.4           | 15    |
| 1.4           | 16    |
| 1.32          | 17    |
| 1.42          | 18    |
| 2.12          | 19    |
| 2.05          | 20    |
| 1.8           | 21    |
| 1.6           | 22    |
| 1.4           | 23    |
| 1.2           | 24    |





### **2.4.2.6.1 Generación en Modo Aislado**

#### **Interconexión de la C.H. Virú con el SINC**

##### **Condiciones Generales**

- La Central H. VIRÚ se encuentra generando en forma aislada, alimentando las respectivas radiales de la SEV y SECH.
- En la S.E. VIRÚ se encuentra desconectado el cable, en el borde N°12 del TPCFS.

##### **Verificaciones y coordinaciones**

- Verificar que a la cámara de carga llegue el caudal requerido (1.2 m<sup>3</sup>/seg. por cada MW generado) tomando como referencia el consumo en las horas punta.
- Verificar que el generador de emergencia tenga la selectora en posición de automático, además debe estar con el muelle cargado.
- Comunicar al Campamento San José y Planta de Tomate (si fuera el caso) que habrá una interrupción de energía, para que tomen las precauciones del caso.

### **2.4.2.6.2 Generación en Modo Interconectado**

#### **Interconexiones**

Comunicar desde la CHV a la SEV el inicio de las maniobras de interconexión; coordinar con el operador de Hidrandina.

- Conectar el pupitre de Sincronismo al conectar al modulo de mando.
- Como la CHV está generando en modo aislado, desconectar las cargas de las radiales en forma paulatina (de menor a mayor carga), de tal manera que el grupo no se desestabilice.
- En la PCH abrir el disyuntor 152 ubicado en el módulo de mando; el voltímetro de L.T. marcará cero y el barramiento seguirá marcando 34.5 KV ya que la CHV se esta

autoalimentando. En este caso el grupo turbina-generator estará casi en vacío. En SEV y SECH se observara que el voltímetro de SS.AA marcará cero.

- En la SEV se conectará el cable en el borne N°12 del TPCFS y los disyuntores 52-1 y 152. A partir de este instante comenzará a actuar el temporizador del TPCFS, teniendo la CHV 06 minutos para sincronizar con una potencia de 1.8 MW registrados en la SEV y de esta manera no actué el TPCFS. Por lo tanto se cronometrará el tiempo.
- En la CHV se apreciará que el voltímetro de L.T. marcará 34.5 KV, entonces se accionará la llave conmutadora del sincronismo a la posición manual. En el pupitre de sincronismo se apreciarán los valores de tensión y frecuencia (que deberán ser iguales). Además la aguja del sincronoscopio empezará a girar.
- Cuando, tanto el grupo turbina-generator como la L.T. estén en posición de sincronización, cerrar la llave del interruptor 152 y luego suministrar una potencia de 2.5 MW.
- Visualizar rápidamente las lecturas para comprobar el buen funcionamiento de los equipos y del servicio, cuidando de que en la S.E. Virú se tenga registrando una potencia entre 1.8-2.5 MW.
- Comunicarse entre las áreas para comprobar los valores leídos que luego serán registrados.

Nota : También se puede presentar el caso que exista energía en L.T. 138 KV, la cual alimentará a Virú El Carmelo y CH. Virú; en este caso, el proceso de interconexión será similar aunque se obviarán y/o aumentarán algunos pasos.

### **Generación de Modo Aislado**

Esta forma de operación se realiza solamente cuando la línea de 138 KV. Que envía hacia Trujillo esta fuera de servicio.

El sistema Hidroeléctrico Virú alimenta desde la Sub-estación de Virú a las radiales de Virú y el Carmelo. Desde la Sub-Estación Chao alimenta las cargas del valle de Chao y desde una celda de transformación de 34.5/10 Kv. Las cargas del Valle Virú.

En este modo de operación bajo ningún motivo se podrá controlar la potencia entregada por el grupo, ya que éste va asumiendo gradualmente la carga demandada; si se manipulan las llaves de limitación de apertura del distribuidor y de excitación, lo único a controlar será la frecuencia y la tensión respectiva.

#### **Generación en Modo Interconectado**

Cuando la Central Hidroeléctrica opera en forma interconectada al SICN, además de abastecer las demandas de la provincia de Virú descritas anteriormente, envía energía eléctrica a la ciudad de Trujillo por medio de la línea de transmisión de 138 KV. Supliendo así en parte, los considerables déficit de energía eléctrica que tiene actualmente la región.

Para este tipo de operación se ha implementado un Tablero de Protección Contra Falso Sincronismo (TPCFS) instalado en la subestación de Virú el cual protegerá los equipos de Sistema Hidroeléctrico Virú contra cualquier maniobra indebida referente a un falso sincronismo.

En este modo de operación es posible el control de la potencia suministrada, lo que no se puede controlar es la frecuencia y la tensión, ya que esta depende del sistema SICN.

#### **2.4.2.6.3 Restricciones en la Generación**

- Disminución del caudal de agua enviado desde la bocatoma hacia Cámara de Carga, debido a fluctuaciones considerables en el caudal del río Santa (Este Año se apreció un considerable descenso a partir de los meses de Abril-Mayo llegando a 40-45 m<sup>3</sup>/seg. Siendo su promedio 400-450 m<sup>3</sup>/seg.); esto origina que la captación por

parte de la Bocatoma Chavimochic se vea restringida, ya que en la cuenca del río Santa, existe además tres bocatomas, pertenecientes al Proyecto Especial Chincas, las cuales tienen prioridad en la captación del recurso hídrico.

- Insuficiencia de los Sistemas de drenaje en la parte baja del Valle Virú, para poder controlar los 9.0 m<sup>3</sup>/seg. De agua turbinada, que serán derivadas al río Virú, cuando la Central Hidroeléctrica opera a plena carga; lo que ocasionará La inundación de la tierras bajas del valle.

**La Sub-Estación de Salida de CH Virú :** A las cargas conectadas.

De esta manera la demanda de energía eléctrica de la provincia se ha incrementado a una potencia que varía entre 1.3 MW en horas fuera de punta y 2.6 MW en horas punta.

#### **- Generación de Modo Aislado**

Esta forma de operación se realiza solamente cuando la línea de 138 KV. Que envía hacia Trujillo esta fuera de servicio.

El sistema Hidroeléctrico Virú alimenta desde la Sub-estación de Virú a las radiales de Virú y el Carmelo. Desde la Sub-Estación Chao alimenta las cargas del valle de Chao y desde una celda de transformación de 34.5/10 Kv. Las cargas del Valle Virú.

En este modo de operación bajo ningún motivo se podrá controlar la potencia entregada por el grupo, ya que éste va asumiendo gradualmente la carga demandada; si se manipulan las llaves de limitación de apertura del distribuidor y de excitación, lo único a controlar será la frecuencia y la tensión respectiva.

#### **2.4.2.6.4 Restricciones de Distribución**

Capacidad limitada del transformador de 34.5/138 KV. De Hidrandina, ubicado en la S.E. Virú cuya potencia continua nominal es de 3 MVA, al que sumado su grado de

obsolescencia (30 años de antigüedad aproximadamente), nos limita el envío de energía al Patio Sur-Trujillo a solamente 2.5 MW. De potencia.

#### **2.4.2.6.5 Perturbaciones más frecuentes en la Línea de Transmisión**

Las perturbaciones más frecuentes son:

- Robos de conductores, luego de un cortocircuito provocado (puesta a tierra de una o más fases), lo que a veces ocasiona ruptura de postes.
- Perforaciones de los aisladores, producidos por el inevitable envejecimiento.
- Humedad excesiva en el medio ambiente.
- Puesta a tierra de las líneas, debido al excesivo crecimiento de los árboles de la zona.
- Desconexión de líneas muy cargadas.

### **2.5 Microcentrales**

El Sistema Hidroeléctrico cuenta con dos Microcentrales: Microcentral Hidroeléctrica Desarenador y Micro Central Hidroeléctrica Tanguche, se encuentran a 4Km y 18Km de la Bocatoma, respectivamente.

Operan con las aguas que son tomadas a través del Canal Madre del Proyecto Chavimochic.

Estas Micro Centrales sirven para dar energía a:

- Bocatoma Proyecto Especial Chavimochic (PECH)
- Desarenador (PECH).
- Bocatoma del Proyecto especial CHINECAS Y
- Pueblos de la zona

Existe un sistema de disipador de energía, el cual tiene un consumo aproximado de 15 KW. Este disipador es usado para compensar cargas en algunos casos.

### **Equipamiento de la M.C.H. Desarenador**

#### **Turbina:**

|                           |                     |
|---------------------------|---------------------|
| Elevación Turbina         | 380 msnm            |
| Altura estática           | 23.8 mts            |
| Tensión Auxiliar          | 24 Vcc              |
| Fabricante                | GCZ Ingenieros S.A. |
| Número de serie           | TF 003-96           |
| Tipo                      | Francis             |
| Brida de entrada          | 800 mmo             |
| Velocidad nominal         | 600 rpm             |
| Velocidad de embalamiento | 1200 rpm            |
| Altura neta               | 22.5 mts            |
| Caudal nominal            | 1.8 m3/seg.         |

#### **Alternador**

|                           |                     |
|---------------------------|---------------------|
| Fabricante                | GCZ Ingenieros S.A. |
| Nº de serie               | 960007              |
| Tipo                      | Sin escobillas      |
| Potencia aparente         | 412 KVA             |
| Pot. Activa               | 330 KW              |
| Velocidad                 | 600 rpm             |
| Frecuencia                | 60 Hz               |
| Tensión                   | 400-231 V           |
| Velocidad de embalamiento | 1200 rpm            |

|                                |                             |
|--------------------------------|-----------------------------|
| Aislamiento                    | Clase F                     |
| Cojinetes delanteros           | 2 de rodillos cónicos-opos. |
| Lubricación                    | Grasa Arkanol L78 K2        |
| <b>Válvula principal</b>       |                             |
| Diámetro nominal               | 800 mm $\phi$               |
| Apertura                       | Hidráulica                  |
| Cierre                         | Gravedad                    |
| Tensión                        | 24 Vcc                      |
| <b>Gobernador de velocidad</b> |                             |
| Cabezal/ Fabricante            | Woodward – UG8              |
| Nº de parte                    | 8525-154                    |
| Velocidad                      | 770-1665 rpm                |
| Tensión de alimentación        | 400 V 60Hz 3 $\phi$         |
| Fuente de poder/ F.            | John Barnes                 |
| Tensión de alimentación        | 220 V 60Hz 1 $\phi$         |
| Presión máxima                 | 1000 Psi                    |
| Presión de operación           | 320 Psi                     |
| <b>Volante inercial</b>        |                             |
| GD2                            | 2979 Kg-m <sup>2</sup>      |
| Masa                           | 1351 Kg                     |
| Diámetro                       | 2100 mm                     |
| <b>Tablero de control</b>      |                             |
| Fabricante                     | GCZ Ings S.A.               |
| <b>Tablero Alternador</b>      |                             |
| Interruptor principal          | Merlín Gerin C 801N         |
| con Bobina de disparo          | 800 Amp MG                  |

|                       |                             |
|-----------------------|-----------------------------|
| Medición              | IQ Data Plus II             |
| WestinhousPLC         | Telemecanique               |
| Control               | TSX 170-2002-16W            |
| Señalización          | Murphy ST 16-EPS            |
| Regulación de Tensión | PowerTronics VR-504 A       |
| Protección            | Relé Crompton 49 (256-PCCU) |
|                       | Relé Crompton 81 (253-PHDU) |
|                       | Relé Crompton 32R (256PASU) |

### **Tablero Servicio**

|                         |              |
|-------------------------|--------------|
| Baterías                | Ni-Cd        |
| Cargador de baterías    | 24 Vcc 10    |
| Medición de temperatura | Omega DP 460 |
| Salidas                 | 4U           |

### **Transformador**

|               |                |
|---------------|----------------|
| Fabricante    | ABB            |
| Potencia      | 400 Kva        |
| Refrigeración | Baño de aceite |
| Tensión       | 10 Kv/0.4Kv    |
| Tipo          | TOA KWB        |

### **Grúa puente**

|           |               |
|-----------|---------------|
| Marca     | GCZ Ings S.A. |
| Modelo    | TD 96         |
| Capacidad | 5 Ton.        |



## **Procedimiento de Arranque y Parada de Turbinas-MCH Desarenador**

- **Acciones previas al arranque**      Verificar lo siguiente:
  - Alabes directrices cerrados (pistón cerrado)
  - Válvula Direccional de arranque manual en posición neutro
  - Las dos válvulas de “operación automática” cerradas
  - El indicador “Load Limit” del Woodward en la posición cero
  - \*Excitación      \*Operación del PLC      y      \*Control
  - Los siguientes interruptores del Tablero del Grupo en posición Abierta (off)
  - \*Interruptor principal      \*Fuente de Poder Hidráulica      y      \*Gobernador
  - Todos los Interruptores del Panel de Servicios Auxiliares en posición OFF.
  
- **Arranque de la Turbina**
  - Abrir la válvula Mariposa
  - Conectar el interruptor de 24 VDC y el switch de excitación, verificando la lectura de los instrumentos: Tensión :      400V ,Frecuencia : Mayor de 50 Hz
  - Conectar Fuente de Poder Hidráulica (La presión no mayor de 30 PSI)
  - Conectamos el gobernador (5 minutos)
  - Calibrar el SPEED SETTING hasta que el indicador del LIMIT LOAD empiece a oscilar reaccionando a la frecuencia existente. Colocar el Limit Load en 20%
  - Se conecta en automático, abriendo las válvulas de operación Automática.
  - Con el Speed Setting se lleva la velocidad de la turbina a 60 Hz.
  - Se verifica:
    - \* Tensión :      400V      y      \* Frecuencia : 60 Hz
  - Se conecta los siguientes switches:
    - \* PLC      y      \*Control.

-Se procede a cerrar el interruptor del grupo, colocar la Carga y efectuar los trabajos que se requieran.

Todas estas acciones se harán previa comunicación con los puntos involucrados con la Microcentral.

### **Parada de la turbina**

- Se procede a retirar la carga de la turbina y se desconecta el interruptor del grupo
- Se coloca el Limit Load en la indicación de la velocidad de vacío de la turbina
- Se cierran las válvulas de operación automática.
- Se desconectan el interruptor del gobernador y de la fuente de poder.
- Se desconecta el swich del control, el de excitación y el del PLC.
- Se cierra la válvula desde el Tablero operando el switch de la VÁLVULA o desde el sitio accionando la palanca del cierre de la válvula.
- Se procede a desconectar el swich de 24 VD.

Todo previa coordinación.

### **Equipamiento MCH Tanguche**

#### **Turbina**

|                           |                              |
|---------------------------|------------------------------|
| Elevación Turbina         | 307 msnm                     |
| Altura estática           | 45 mts                       |
| Tensión Auxiliar          | 24 Vcc                       |
| Fabricante                | GCZ Ingenieros S.A.          |
| Número de serie           | TF 003-96                    |
| Tipo                      | Francis                      |
| Rotación                  | Horario visto del Alternador |
| Velocidad nominal         | 600 rpm                      |
| Velocidad de embalamiento | 2400 rpm                     |

|                |             |
|----------------|-------------|
| Altura neta    | 40.4 mts    |
| Caudal nominal | 0.5 m3/seg. |

### **Alternador**

|                           |                              |
|---------------------------|------------------------------|
| Fabricante                | GCZ Ingenieros S.A.          |
| Nº de serie               | 960001/960002                |
| Tipo                      | Sin escobillas               |
| Potencia aparente         | 200 KVA                      |
| Pot. Activa               | 330 KW                       |
| Velocidad                 | 1200 rpm                     |
| Frecuencia                | 60 Hz                        |
| Tensión                   | 400-231 V                    |
| Velocidad de embalamiento | 2400 rpm                     |
| Aislamiento               | Clase F                      |
| Cojinetes delanteros      | 2 de rodillos cónicos-oposc. |
| Lubricación               | Grasa Arkanol L78 K2         |

### **Válvula Principal**

|                  |            |
|------------------|------------|
| Fabricante       | Keystone   |
| Norma            | AWWA 150B  |
| Diámetro nominal | 500 mmo    |
| Apertura         | Hidráulica |
| Cierre           | Gravedad   |
| Tensión          | 24 Vcc     |

### **Gobernador de velocidad**

|                     |                |
|---------------------|----------------|
| Cabezal/ Fabricante | Woodward – UG8 |
| Nº de parte         | 8525-154       |

|                         |               |
|-------------------------|---------------|
| Velocidad               | 770-1665 rpm  |
| Tensión de alimentación | 400 V 60Hz 3ø |
| Fuente de poder/ F.     | John Barnes   |
| Tensión de alimentación | 220 V 60Hz 1ø |
| Presión máxima          | 1000 Psi      |
| Presión de operación    | 320 Psi       |

#### **Volante inercial**

|          |                       |
|----------|-----------------------|
| GD2      | 776 Kg-m <sup>2</sup> |
| Masa     | 689 Kg                |
| Diámetro | 1500 mm               |

#### **Tablero de Control**

|            |               |
|------------|---------------|
| Fabricante | GCZ Ings S.A. |
|------------|---------------|

#### **Tablero Alternador**

|                       |                          |
|-----------------------|--------------------------|
| Interrupor principal  | Merlín Gerin NS400N      |
| con Bobina de disparo | 400 Amp MG               |
| Medición              | IQ Data Plus             |
| WestinhousPLC         | Telemecanique            |
| Control               | TSX 170-2002-16W         |
| Señalización          | Murphy ST 16-EPS         |
| Regulación de Tensión | PowerTronics VR-504 A    |
| Protección            | Relé Crompton 49 (2PCCU) |
|                       | Relé Crompton 81 (2PHDU) |
|                       | Relé Crompton 3(256PASU) |

### **Tablero Servicio**

|                         |              |
|-------------------------|--------------|
| Baterías                | Ni-Cd        |
| Cargador de baterías    | 24 Vcc 1o    |
| Medición de temperatura | Omega DP 460 |
| Salidas                 | 4U           |

### **Transformador**

|               |                |
|---------------|----------------|
| Fabricante    | ABB            |
| Potencia      | 400 Kva        |
| Refrigeración | Baño de aceite |
| Tensión       | 10 Kv/0.4Kv    |
| Tipo          | TOA KWB        |

### **Grúa puente**

|           |        |
|-----------|--------|
| Modelo    | TD 96  |
| Capacidad | 3 Ton. |

Las operaciones en la MCH. Tanguche son similares a la de la MCH. Desarenador.

Durante el funcionamiento de las Microcentrales, se realizan labores programadas y de rutina a cargo de los operadores de turno, como son:

- Limpieza constante de equipos, tableros y ambientes del área de trabajo.
- Control de los parámetros de operación mediante los instrumentos indicadores, anotando los registros y lecturas en forma horaria.
- Comunicación permanente por medio del sistema de radio enlace con la C.H.V. para informar ocurrencias, coordinar maniobras, etc.
- Comunicación constante con la Bocatoma La Huaca, del Proyecto Especial CHINECAS, para coordinación de cualquier maniobra.
- Operaciones y maniobras de los tableros de protección, control y mando.

- Control constante de los disipadores de energía.
- Purgado de la tubería forzada en la Microcentral Hidroeléctrica Tanguche.
- Limpieza de las rejillas de captación.
- Purgado de los sedimentos de la Cámara de Carga en la Microcentral Hidroeléctrica Tanguche.
- Control de la tranquera en el camino de acceso a Bocatoma.
- Inspección periódica y maniobra de la compuerta de toma para evitar la acumulación de sedimentaciones.
- Inspección permanente de los equipos, para informar y generar las solicitudes de mantenimiento.

Así mismo, se realizan operaciones extraordinarias, que son las que se ejecutan cuando se registra una falla en cualquiera de las radiales.

En el siguiente cuadro (ejemplo), se detallan salidas del servicio correspondientes a un mes.

| ITEM                | FECHA | DESDE | HASTA | DURACION | MOTIVO          | ATRIBUIDO |
|---------------------|-------|-------|-------|----------|-----------------|-----------|
| 01                  | 20    | 01:02 | 01:08 | 00:06    | Alta Frecuencia | PECH(*)   |
| 02                  | 21    | 15:18 | 15:41 | 00:23    | Baja Frecuencia | PECH      |
| 03                  | 24    | 13:15 | 13:21 | 00:06    | Alta Frecuencia | PECH      |
| <b>TIEMPO TOTAL</b> |       |       |       | 00:35    |                 |           |

(\*) PECH: Proyecto Especial Chavimochic

## 2.6 El Por qué de las Operaciones y del Semiautomatismo

Las maniobras de operación y la toma de decisión, serán muy importantes; ya que de ello dependerá el buen funcionamiento del Sistema.

Por más que un sistema sea automático siempre tendrá que ser operado por un personal y en el caso de la Central Hidroeléctrica Virú, parte del sistema automático quedó en

semiautomático, debido a los efectos del fenómeno del niño, algunos de los equipos presentan dificultades para entrar en funcionamiento, necesitando de ayuda manual.

En ciertas ocasiones se presentan emergencias que deben ser atendidas de inmediato, de lo contrario el grupo generador puede salir fuera de servicio causadas por: falso cortocircuito, fuerte variación de la tensión o de la frecuencia, desconexión de bombas, incendios, lluvias, salida o entrada brusca de cargas al sistema, etc. Lo que se buscará es reponer lo más rápido el servicio cuando hay una salida, debiéndose luchar contra el tiempo.

## **2.7 Diagramas**

En la siguiente página se presentan diagramas referentes al Sistema Hidroeléctrico.

## **2.8 Control de Parámetros de Generación y Distribución**

El control de parámetros es importante; ya que ayudará a verificar el funcionamiento de los equipos, la entrega correcta de la energía y una justa facturación.

- Con este objeto se reúnen los dispositivos de maniobra, los aparatos de medida y los de protección en paneles o Cuadros de Mando, que permiten el accionamiento y la vigilancia de los elementos que constituyen la instalación.
- Todo el proceso de generación y la protección del sistema esta controlado por el PLC (Controlador Lógico Programable), el cual se encargara de evaluar todas las variables existentes, para permitir el normal funcionamiento del sistema o de lo contrario enviar las señales respectivas, tanto de alarma como de bloqueo definitivo.
- Para mayor detalle se adjunta los formatos de reporte diario de la C.H. Virú, S.E. Virú y S.E. Chao.

- La toma de parámetros de los equipos servirán de mucho para realizar los mantenimientos de los correspondientes.

En la siguiente página se presentan formatos del control de parámetros.

## 2.9 Comercialización

### Unidad de Distribución de Energía Eléctrica despacho a las distribuidoras

#### Comercialización

La División de Sistemas Hidroeléctricos realiza su despacho de energía y potencia en forma aislada, alimentando los valles de Virú y Chao. Para el caso de Virú, se vende energía a la empresa concesionaria de distribución ELECTRO NORTE MEDIO (HIDRANDINA S.A.). Para el caso de Chao, el Proyecto cuenta con la Unidad de Distribución de Energía de Chao y Anexos como parte integrante de la División S.H.

En los cuadros siguientes se aprecia el despacho de potencia, energía e importe facturado sin considerar I.G.V.

Energía vendida a la Concesionaria de Hidrandina S.A. en la Subestación de Virú:

| S.E. VIRU – Hidrandina                |         |         |  |            |
|---------------------------------------|---------|---------|--|------------|
| Potencia Contratada                   | (kW)    | 1,400   |  | 32,102.00  |
| Energía Activa total facturada        | (kWh)   | 505,295 |  | 104,798.39 |
| Energía Reactiva total facturada      | (kVARh) | 3,946   |  | 111.28     |
| Facturación Real                      | S/.     |         |  | 137,011.66 |
| Compensación por Energía-mes anterior | S/.     |         |  | -6,173.80  |
| Total Facturado                       | S/.     |         |  | 130,837.86 |

Energía transferida a la UDE de Energía del PECH- S.E. Chao

| S.E. CHAO – UNIDAD DE DISTRIBUCIÓN |       |         |  |           |
|------------------------------------|-------|---------|--|-----------|
| Demanda Máxima leída               | (Kw)  | 406     |  | 9,309.58  |
| Energía Activa total facturada     | (kWh) | 292,639 |  | 60,693.33 |
| Total Facturado                    | S/.   |         |  | 70,002.91 |



Energía transferida a la UDE-PECH - Microcentrales:

| SISTEMA TANGUCHE - DESARENADOR |       |        |          |
|--------------------------------|-------|--------|----------|
| Demanda Máxima leída           | (kW)  | 22     | 504.46   |
| Energía Activa total facturada | (kWh) | 16,133 | 3,345.99 |
| Total Facturado                | S/.   |        | 3,850.45 |

En consecuencia, el total de energía y potencia eléctrica *vendida* es el siguiente:

| RESUMEN SISTEMAS HIDROELÉCTRICOS<br>COMERCIALIZACION GENERACIÓN - JULIO 2001 |         |         |            |
|--|---------|---------|------------|
| Demanda Máxima leída   | (Kw)    | 428     | 9,814.04   |
| Potencia Contratada  | (kW)    | 1,400   | 32,102.00  |
| Energía Activa total facturada   | (kWh)   | 814,067 | 168,837.71 |
| Energía Reactiva total facturada   | (kVARh) | 3,946   | 111.28     |
| Compensación por Energía-mes anterior  | S/.     |         | 6,173.80   |
| Facturación Real   | S/.     |         | 210,865.03 |
| Total Facturado Neto   | S/.     |         | 204,691.23 |

- Los primeros días del mes, se efectúa la toma de lecturas por consumo de energía, correspondiente al mes anterior para los usuarios con tarifa BT5.

- Procesamiento de datos y emisión de recibos correspondiente al consumo del mes anterior.

- Atención al público a través de solicitudes diversas, emitiendo las respectivas órdenes de servicio para los técnicos de mantenimiento, así como coordinaciones para corte y reposición de energía.

-También se realiza facturaciones a los poblados de las radiales de Macate y Huacapongo.

**FORMATO DE REPORTE DIARIO**

**FECHA**  
24/07/2001

**GRUPO GENERADOR Nº 2**

| H<br>O<br>R<br>A | P A N E L   D E   M A N D O   R E M O T O |                    |                         |                         |                      |                 |                        |               |           |           |             |               |               |               |            |    |                |                 |                        |                   |
|------------------|---|--------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|-----------------|------------------------|---------------|-----------|-----------|-------------|---------------|---------------|---------------|------------|----|----------------|-----------------|------------------------|-------------------|
|                  | Tº<br>Cojin.<br>°C                        | Tº<br>Estat.<br>°C | P.Lim.<br>Distrib.<br>% | Posic.<br>Distrib.<br>% | Pot.<br>Activa<br>MW | f.d.p.<br>cos φ | veloc<br>rotac.<br>rpm | CORRIENTE (A) |           |           | Frec.<br>HZ | TENSION (KV)  |               |               | Excitatriz |    | ENERGIA        |                 | Hori-<br>metro<br>hrs. | G.E<br>Comb.<br>% |
|                  |   |                    |                         |                         |                      |                 |                        | Fase<br>a     | Fase<br>b | Fase<br>c |             | Posic.<br>1-2 | Posic.<br>2-3 | Posic.<br>3-1 | A          | V  | Activa<br>KWh. | React.<br>KVARh |                        |                   |
|                  |   |                    |                         |                         |                      |                 |                        |               |           |           |             |               |               |               |            |    |                |                 |                        |                   |
| 01               | 62  | 63                 | 96                      | 40                      | 1.1                  | 0.89            | 900                    | 160           | 160       | 160       | 60          | 4.2           | 4.2           | 4.2           | 2.7        | 39 | 13622.4        | 5388.8          | 22008.2                | 67                |
| 02               | "   | "                  | "                       | "                       | 1.1                  | "               | "                      | 160           | 160       | 160       | "           | "             | "             | "             | "          | "  | 13622.9        | 5388.9          | 22009.2                | "                 |
| 03               | "   | "                  | "                       | "                       | 1.05                 | "               | "                      | 145           | 145       | 145       | "           | "             | "             | "             | "          | "  | 13623.4        | 5389            | 22010.2                | "                 |
| 04               | "   | "                  | "                       | 41                      | 1.05                 | "               | "                      | 145           | 145       | 145       | "           | "             | "             | "             | "          | "  | 13623.9        | 5389.2          | 22011.2                | "                 |
| 05               | "   | "                  | "                       | 43                      | 1.1                  | "               | "                      | 160           | 160       | 160       | "           | "             | "             | "             | "          | "  | 13624.4        | 5389.4          | 22012.2                | "                 |
| 06               | "   | "                  | "                       | 45                      | 1.15                 | "               | "                      | 165           | 165       | 166       | "           | "             | "             | "             | "          | 41 | 13624.9        | 5389.6          | 22013.2                | "                 |
| 07               | "   | "                  | "                       | 48                      | 1.18                 | "               | "                      | 170           | 170       | 172       | "           | "             | "             | "             | 2.9        | 42 | 13625.4        | 5389.8          | 22014.2                | "                 |
| 08               | 63  | "                  | "                       | 51                      | 1.3                  | "               | "                      | 208           | 208       | 210       | "           | "             | "             | "             | 3.1        | 43 | 13625.9        | 5389.9          | 22015.2                | "                 |
| 09               | "   | "                  | "                       | 55                      | 1.42                 | 0.85            | "                      | 225           | 225       | 226       | "           | "             | "             | "             | 3.4        | 46 | 13626.4        | 5390.2          | 22015.2                | "                 |
| 10               | "   | "                  | "                       | 58                      | 1.45                 | "               | "                      | 230           | 230       | 232       | "           | "             | "             | "             | "          | 50 | 13627.2        | 5390.5          | 22016.2                | "                 |
| 11               | "   | "                  | "                       | "                       | 1.5                  | "               | "                      | 240           | 240       | 241       | "           | "             | "             | "             | 3.5        | 52 | 13627.7        | 5390.8          | 22017.2                | "                 |
| 12               | "   | "                  | "                       | "                       | 1.28                 | "               | "                      | 200           | 200       | 203       | "           | "             | "             | "             | 3.2        | 48 | 13628.3        | 5391.1          | 22018.2                | "                 |
| 13               | 64  | "                  | "                       | "                       | 1.22                 | "               | "                      | 192           | 192       | 194       | "           | "             | "             | "             | 3.1        | 46 | 13628.9        | 5391.3          | 22019.2                | "                 |
| 14               | "   | 64                 | "                       | 55                      | 1.35                 | "               | "                      | 216           | 220       | 220       | "           | "             | "             | "             | 3.3        | 48 | 13629.4        | 5391.5          | 22020.2                | "                 |
| 15               | "   | "                  | "                       | "                       | 1.4                  | 0.86            | "                      | 222           | 224       | 228       | "           | "             | "             | "             | 3.4        | 50 | 13630          | 5391.8          | 22021.2                | "                 |
| 16               | "   | "                  | "                       | "                       | 1.4                  | 0.87            | "                      | 238           | 238       | 240       | "           | "             | "             | "             | 3.4        | 50 | 13630.7        | 5392.2          | 22022.2                | "                 |
| 17               | "   | "                  | "                       | 54                      | 1.32                 | "               | "                      | 210           | 212       | 212       | "           | "             | "             | "             | 3.3        | 48 | 13631.4        | 5392.5          | 22023.2                | "                 |
| 18               | 65  | "                  | "                       | 56                      | 1.42                 | "               | "                      | 224           | 224       | 226       | "           | "             | "             | "             | 3.4        | 50 | 13632.1        | 5392.8          | 22024.2                | "                 |
| 19               | 66  | 65                 | "                       | 65                      | 2.12                 | 0.88            | "                      | 323           | 323       | 324       | "           | "             | "             | "             | 4.1        | 62 | 13632.9        | 5393.1          | 22025.2                | "                 |
| 20               | 67  | 66                 | "                       | 75                      | 2.05                 | "               | "                      | 308           | 308       | 309       | "           | "             | "             | "             | 3.9        | 58 | 13633.9        | 5393.5          | 22026.2                | "                 |
| 21               | 68  | "                  | "                       | 68                      | 1.8                  | "               | "                      | 276           | 276       | 276       | "           | "             | "             | "             | 3.7        | 54 | 13634.8        | 5393.8          | 22027.2                | "                 |
| 22               | 66  | 65                 | "                       | 64                      | 1.6                  | "               | "                      | 242           | 242       | 242       | "           | "             | "             | "             | 3.5        | 48 | 13635.6        | 5394            | 22028.2                | "                 |
| 23               | 64  | 64                 | "                       | 58                      | 1.4                  | "               | "                      | 226           | 227       | 228       | "           | "             | "             | "             | 3.2        | 45 | 13636.3        | 5394.2          | 22029.2                | "                 |
| 24               | 63  | 63                 | "                       | 51                      | 1.3                  | "               | "                      | 183           | 183       | 184       | "           | "             | "             | "             | 3          | 43 | 13636.9        | 5394.4          | 22030.2                | "                 |

OBS: Lecturas tomadas por el operador de turno, las cuales servirán de referencia en caso se quieran comparar con las lecturas tomadas con la computadora cada fin de mes



FORMATO DE REPORTE DIARIO

FECHA

Jul-01

GRUPO GENERADOR N° 2

SALA DE MAQUINAS

| H<br>O<br>R<br>A | UNIDADES HIDRAULICAS   |              |              |          | GENERADOR                |                 |              |          |                    |                   |                |            | TURBINA               |            |                      |                 | AGUA INDUSTRIAL |                     |                 |    |    |
|------------------|------------------------|--------------|--------------|----------|--------------------------|-----------------|--------------|----------|--------------------|-------------------|----------------|------------|-----------------------|------------|----------------------|-----------------|-----------------|---------------------|-----------------|----|----|
|                  | Regulador de Velocidad |              |              |          | Lubricacion del Cojinete |                 |              |          | Aceite Cojinete    |                   |                |            | Agua de Refrigeracion |            |                      |                 | Freno Aire      | Presión Entrada bar | Válvula Bernac  |    |    |
|                  | T°aceit. °C            | P.aceit. bar | nivel aceite | bomb 1-2 | T°aceit. °C              | P.aceit. Kg/cm2 | nivel aceite | bomb 1-2 | Lado Excitatriz °C | Lado Acople nivel | Presion Kg/cm2 | Filtro 1-2 | Presión bar           | Filtro 1-2 | T°aceit. Cojinete °C | Superior Kg/cm2 |                 |                     | Inferior Kg/cm2 |    |    |
|                  |                        |              |              |          |                          |                 |              |          |                    |                   |                |            |                       |            |                      |                 |                 |                     |                 |    |    |
| 01               | 50                     | 57           | 25           | 1        | 63                       | 1.5             | 80           | 1        | 60                 | 100               | 62             | 95         | 10                    |            | 32                   |                 | 52              | OK                  | 6               | 70 | 96 |
| 02               | "                      | "            | "            | "        | "                        | "               | "            | "        | "                  | "                 | "              | "          | "                     | "          | "                    | "               | "               | "                   | "               | "  | "  |
| 03               | "                      | "            | "            | "        | "                        | "               | "            | "        | "                  | "                 | "              | "          | "                     | "          | "                    | "               | "               | "                   | "               | "  | "  |
| 04               | "                      | "            | "            | "        | "                        | "               | "            | "        | "                  | "                 | "              | "          | "                     | "          | "                    | "               | "               | "                   | "               | "  | "  |
| 05               | "                      | "            | "            | "        | 64                       | "               | "            | "        | "                  | "                 | "              | "          | "                     | "          | "                    | 53              | "               | "                   | "               | "  | "  |
| 06               | 51                     | "            | "            | "        | "                        | "               | "            | "        | "                  | "                 | "              | "          | "                     | "          | "                    | "               | "               | "                   | "               | "  | "  |
| 07               | 53                     | "            | "            | "        | "                        | "               | "            | "        | 61                 | "                 | "              | "          | "                     | "          | "                    | "               | "               | "                   | "               | "  | "  |
| 08               | 53                     | "            | "            | "        | "                        | "               | "            | "        | "                  | "                 | 63             | "          | "                     | "          | "                    | "               | "               | "                   | "               | "  | "  |
| 09               | "                      | "            | "            | "        | "                        | "               | "            | "        | "                  | "                 | "              | "          | "                     | "          | "                    | "               | "               | "                   | "               | "  | "  |
| 10               | "                      | "            | "            | "        | "                        | "               | "            | "        | "                  | "                 | "              | "          | "                     | "          | "                    | "               | "               | "                   | "               | "  | "  |
| 11               | "                      | "            | "            | "        | "                        | "               | "            | "        | "                  | "                 | "              | "          | "                     | "          | "                    | "               | "               | "                   | "               | "  | "  |
| 12               | "                      | "            | "            | "        | "                        | "               | "            | "        | "                  | "                 | "              | "          | "                     | "          | "                    | "               | "               | "                   | "               | "  | "  |
| 13               | "                      | "            | "            | "        | "                        | "               | "            | "        | "                  | "                 | "              | "          | "                     | "          | "                    | 54              | "               | "                   | "               | "  | "  |
| 14               | "                      | "            | "            | "        | "                        | "               | "            | "        | "                  | "                 | "              | "          | "                     | "          | "                    | "               | "               | "                   | "               | "  | "  |
| 15               | "                      | "            | "            | "        | "                        | "               | "            | "        | "                  | "                 | "              | "          | "                     | "          | "                    | "               | "               | "                   | "               | "  | "  |
| 16               | "                      | "            | "            | "        | "                        | "               | "            | "        | "                  | "                 | "              | "          | "                     | "          | "                    | "               | "               | "                   | "               | "  | "  |
| 17               | 54                     | "            | "            | "        | "                        | "               | "            | "        | "                  | "                 | "              | "          | "                     | "          | "                    | "               | "               | "                   | "               | "  | "  |
| 18               | 55                     | "            | "            | "        | "                        | "               | "            | "        | "                  | "                 | "              | "          | "                     | "          | "                    | "               | "               | "                   | "               | "  | "  |
| 19               | 56                     | "            | "            | "        | 66                       | "               | "            | "        | 62                 | "                 | 64             | "          | "                     | "          | "                    | 55              | "               | "                   | "               | "  | "  |
| 20               | 57                     | "            | "            | "        | 67                       | "               | "            | "        | "                  | "                 | "              | "          | "                     | "          | "                    | 56              | "               | "                   | "               | "  | "  |
| 21               | 55                     | "            | "            | "        | 64                       | "               | "            | "        | "                  | "                 | "              | "          | "                     | "          | "                    | "               | "               | "                   | "               | "  | "  |
| 22               | 54                     | "            | "            | "        | 63                       | "               | "            | "        | 61                 | "                 | 63             | "          | "                     | "          | "                    | "               | "               | "                   | "               | "  | "  |
| 23               | 52                     | "            | "            | "        | "                        | "               | "            | "        | "                  | "                 | "              | "          | "                     | "          | "                    | 53              | "               | "                   | "               | "  | "  |
| 24               | 51                     | "            | "            | "        | "                        | "               | "            | "        | "                  | "                 | "              | "          | "                     | "          | "                    | "               | "               | "                   | "               | "  | "  |

OBS: Estas lecturas servirán para tener un control de los parámetros y de equipos que posteriormente serán puestos en mantenimiento según sea la necesidad.

AGO2000  
**BALANCE ENERGETICO**

**ENERGIA ACTIVA TOTAL DE GENERACION**

|                            |             |
|----------------------------|-------------|
| GENERACION HIDROELECTRICA  | 4066373.353 |
| GENERACION MCH-DESARENADOR | 742.22      |

**HORAS DE GENERACION**

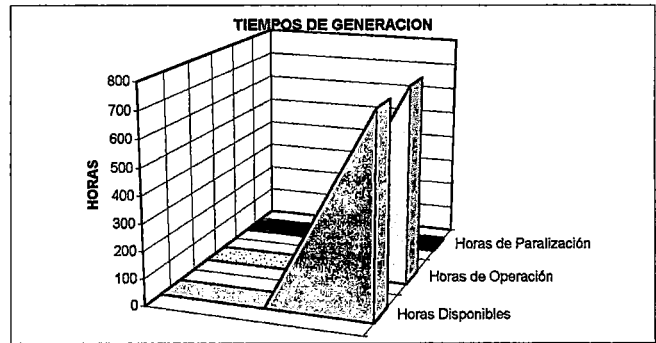
|                       |        |
|-----------------------|--------|
| Horas Disponibles     | 744    |
| Horas de Operación    | 742.22 |
| Horas de Paralización | 1.78   |

**VENTA ENERGIA ACTIVA TOTAL**

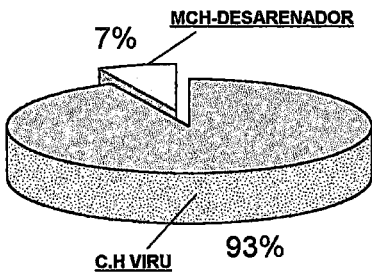
|                  |            |
|------------------|------------|
| HIDRANDINA S.A.  | 617800.000 |
| S.E. CHAO        | 251852.668 |
| C. LA GLORIA     | 11834.170  |
| A.A.H.H SAN JOSE | 11697.940  |
| S. PUR PUR       | 0.000      |
| ZONA BOCATOMA    | 23,070.502 |

**CONSUMO ENERGIA ACTIVA TOTAL**

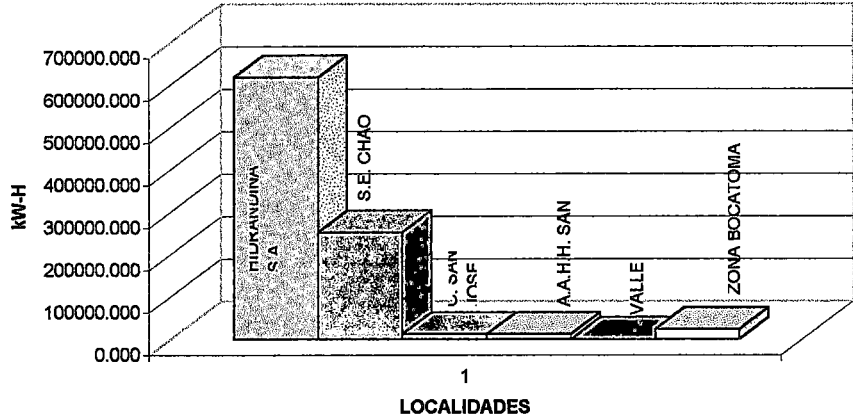
|                           |             |
|---------------------------|-------------|
| CAMPAMENTO SAN JOSE       | 3784.000    |
| CONSUMO PROPIO TOTAL PECH | 44298.32512 |



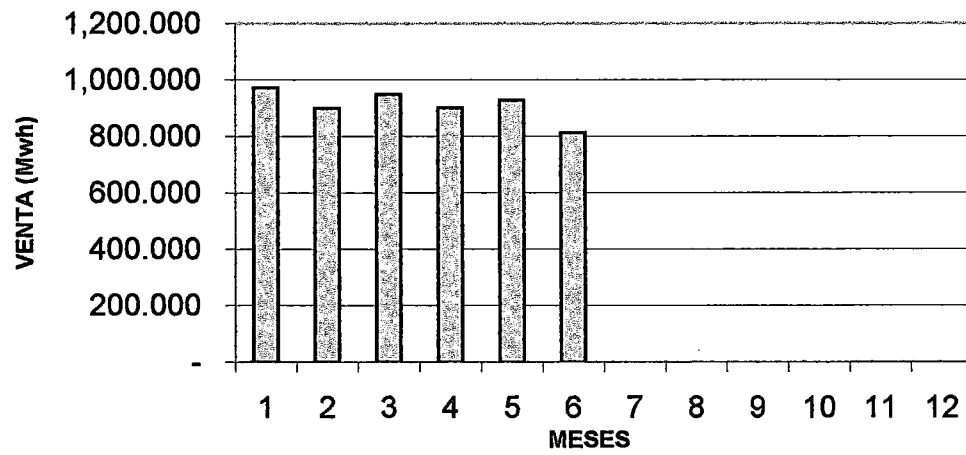
**GENERACION SISTEMA  
HIDROELECTRICO VIRU**



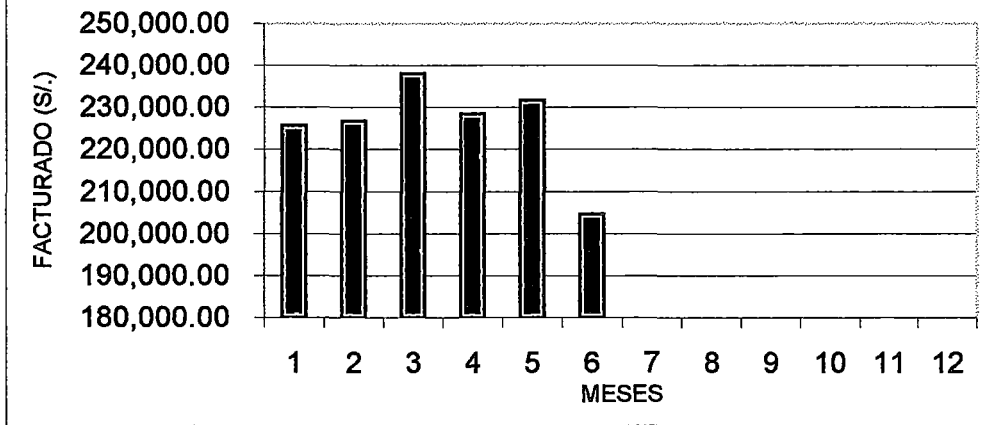
**VENTA DE ENERGIA**



VENTA DE DE ENERGIA A DISTRIBUIDORES (Mwh) - 2001



### FACTURACION DE ENERGIA (S/.) - 2001



## MEDIDORES DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA VIRU

PERIODO : AGOSTO- 2000

|        |             |               |               |
|--------|-------------|---------------|---------------|
| Nºdías | Total<br>31 | Feriados<br>5 | Hábiles<br>26 |
|--------|-------------|---------------|---------------|

| MEDIDORES DE GRUPOS GENERADORES DE ENERGIA EN C.H.V.  |                                       |               |                  |                |                  |
|---|---------------------------------------|---------------|------------------|----------------|------------------|
| FACTOR MULTIPLIC.MEDIDORES ENERGIA = 2,200            |                                       |               |                  |                |                  |
| ITEM  | DESCRIPCION                           | Unidad Medida | Lectura Anterior | Lectura Actual | CONSUMO kWh      |
| 01  | Energía Activa Generada en Grupo Nº 1 | Kwh           | 9698.8           | 10160.5        | 1,015,740        |
| 02  | Energía Activa Generada en Grupo Nº 2 | Kwh           | 11917.5          | 11917.5        | -                |
| 03  | Energía Activa Generada en Grupo Nº 3 | Kwh           | 10461.0          | 10461.0        | -                |
| <b>Energía Activa Generada Total en C.H.V.</b>        |                                       |               |                  |                | <b>1,015,740</b> |
| HORIMETROS DE GRUPOS GENERADORES DE ENERGIA EN C.H.V. |                                       |               |                  |                |                  |
| 04  | Horas de Operación del Grupo Nº 1     | Hrs.          | 15753.3          | 16498.0        | 742.22           |
| 05  | Horas de Operación del Grupo Nº 2     | Hrs.          | 11917.5          | 11917.5        | -                |
| 06  | Horas de Operación del Grupo Nº 3     | Hrs.          | 10461.0          | 10461.0        | -                |
| <b>Total Horas de Operación de la C.H.V.</b>          |                                       |               |                  |                | <b>742.22</b>    |
| <b>Horas disponibles de Operación</b>                 |                                       |               |                  |                | <b>744.00</b>    |
| <b>Horas de Paralizaciones de CHV</b>                 |                                       |               |                  |                | <b>1.78</b>      |

| MEDIDOR ELECTROMECHANICO DE ENERGIA ACTIVA EN BARRA DE 34,5 Kv |  |     |        |         |                    |
|--|--|-----|--------|---------|--------------------|
| FACTOR DE MEDICION = 9,880                                     |  |     |        |         |                    |
| 01   | Energía Activa Consumida en Barra de 34,5 kv | Kwh | 9964.6 | 10066.8 | 1,009,736          |
|  |  |     |        |         | LT+CCM = 1,026,987 |

| MEDIDOR ELECTRONICO DE ENERGIA ACTIVA EN BARRA 34,5 Kv |  |               |                    |                |                    |
|--|--|---------------|--------------------|----------------|--------------------|
| FACTOR DE MEDICION = 12,486.52                         |  |               | MEDIDOR Nº 1780918 |                |                    |
| ITEM   | DESCRIPCION                                  | Unidad Medida | Lectura Anterior   | Lectura Actual | CONSUMO            |
| 82   | Maxima Demanda Leida en Horas Punta          | Kw            | 0.17               | 0.18           | 2,248              |
| 93   | Maxima Demanda Leida en Horas fuera de Punta | Kw            | 0.15               | 0.14           | 1,748              |
| 104  | Energía Activa en Horas Punta                | Kwh           | 100.6              | 122.5          | 273,455            |
| 115  | Energía Activa en Horas fuera de Punta       | Kwh           | 268.6              | 326.5          | 722,969            |
| 126  | Energía Activa Total                         | Kwh           | 369.2              | 449            | 996,424            |
| 137  | Energía Reactiva Total                       | Kvarh         | 189.1              | 228.5          | 491,969            |
| 141  | Fecha de Lectura                             | dd/mm/aa      | 02/08/00           | 01/09/00       |                    |
| 151  | Hora de Toma de Lecturas                     | hh:mm         | 14:14:00 PM        | 13:00:00 PM    |                    |
|  |  |               |                    |                | LT+CCM = 1,013,675 |

| MEDIDORES DE CONSUMO DE ENERGIA EN C.C.M. DE C.H.V. |                                   |     |         |          |               |
|---|-----------------------------------|-----|---------|----------|---------------|
| FACTOR DE MEDICION = 130                            |                                   |     |         |          |               |
| 01  | Energía Activa Consumida en CCM-1 | Kwh | 4297.6  | 4364.8   | 8,736         |
| 02  | Energía Activa Consumida en CCM-2 | Kwh | 9219.0  | 9284.5   | 8,515         |
| <b>Energía Activa Consumida Total en C.C.M.</b>     |                                   |     |         |          | <b>17,251</b> |
|   |                                   |     | 3,594.0 | 13,657.0 |               |

|                                       |      |          |          |      |
|---------------------------------------|------|----------|----------|------|
| Horómetro del GENERADOR DE EMERGENCIA | Hrs. | 1,638.76 | 1,639.52 | 0.76 |
|---------------------------------------|------|----------|----------|------|

| RESUMEN   |        |            |             |                  |
|---|--------|------------|-------------|------------------|
|   | Unidad | Hora Punta | Fuera Punta | TOTAL            |
| MAXIMA DEMANDA DE POTENCIA  | kW     | 2,248      | 1,748       |                  |
| ENERGIA ACTIVA  | kWh    | 277,048.7  | 736,626.4   | 1,013,675        |
| ENERGIA REACTIVA  | KVARh  |            |             | 491,969          |
| HORAS DE SALIDAS DE CHV POR FALLA                                     | Hrs.   |            |             | 1.78             |
| HORAS DE SALIDAS DE CHV POR MTTD                                      | Hrs.   |            |             | -                |
| HORAS DE OPERACIÓN DE CHV   | Hrs.   |            |             | 742.22           |
| <b>ENERGIA ACTIVA MCHD</b>  |        |            |             | <b>75430</b>     |
| <b>ENERGIA ACTIVA TOTAL GENERADA POR LOS SISTEMAS HIDROELECTRICOS</b> |        |            |             | <b>1,089,105</b> |



| LECTURAS DE CONSUMO PARA FACTURACION MENSUAL        |                       |                      |                             |                           |                | FECHA<br>AGO2000                      |
|---|-----------------------|----------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------|---------------------------------------|
| ZONA  | SUBESTACION           | FACTOR<br>MULTIPLIC. | LECTURA<br>ANTERIOR<br>kW-h | LECTURA<br>ACTUAL<br>kW-h | DIFER.<br>kW-h | CONSUMO<br>kW-h                       |
| CHAO<br>AL-2  | BUENAVISTA            | 60                   | 8,520.4                     | 8,640.0                   | 119.6          | 7,176                                 |
|   | EL INCA               | 40                   | 2,196.0                     | 2,207.0                   | 11.0           | 440                                   |
|   | EL PORVENIR           | 20                   | 6,110.2                     | 6,200.0                   | 89.8           | 1,796                                 |
|   | PALERMO               | 1                    | 9,303                       | 9,707                     | 403.7          | 404                                   |
|   | EL LUNAR              | 1                    | 39,090                      | 40,508                    | 1,418.0        | 1,418                                 |
|   | NUEVO CHAO            | 1                    | 32,521.5                    | 37,027.0                  | 4,505.5        | 4,506                                 |
| <b>VENTA TOTAL RADIAL AL-2 DE SECH</b>              |                       |                      |                             |                           |                | <b>15,739</b>                         |
| CHAO<br>AL-1  | SOL PRODUCE           | 909.09               | 1,656.5                     | 1,800.7                   | 144.2          | 131,091                               |
|   | PUEBLO DE CHAO        | A.PUBLICO            |                             |                           |                | 14,642                                |
|   | PUEBLO DE CHAO        | A.DOMICIL.           |                             |                           |                | 80,048                                |
|   | AGROEXPORT. CHAO      | 1                    | 19,981                      | 20,180                    | 199.0          | 199                                   |
|   | SEDALIB               | 30                   | 692                         | 851                       | 159.0          | 4,770                                 |
|   | BELL SOUTH            | 90.91                | 280.5                       | 339.5                     | 59.0           | 5,364                                 |
| <b>VENTA TOTAL RADIAL AL-1 DE SECH</b>              |                       |                      |                             |                           |                | <b>236,113</b>                        |
| IRU<br>10K  | SOCORRO               | 1                    | -                           | 42                        | 42             | 42                                    |
|   | LA GLORIA: N°1840352  | 1                    | 118                         | 248                       | 130            | 130                                   |
|   | SARAQUE: N°1840510    | 1                    | 3                           | 584                       | 581            | 581                                   |
|   | CEPER                 | 1                    | 7,150                       | 7,463                     | 313            | 313                                   |
|   | Camposol-Mar Verde 1  | 54.55                | 1,806.5                     | 2,003.9                   | 197            | 10,768                                |
|   | Camposol-Agromas      |                      |                             |                           |                | (INCLUIRLO EN FACTURACION A CAMPOSOL) |
| <b>VENTA TOTAL VALLE DE VIRU -1, C. SAN JOSE</b>    |                       |                      |                             |                           |                | <b>11,834</b>                         |
| L.T-2<br>34,5KV                                     | AA.HH. SAN JOSE       | 80                   | 2,126.0                     | 2,242.0                   | 116.0          | 9,280                                 |
|   | Camposol-Agromas      | 36.36                | 0.7                         | 67.2                      | 66.5           | 2,418                                 |
| <b>VENTA TOTAL VALLE DE VIRU, A.A.H.H. SAN JOSE</b> |                       |                      |                             |                           |                | <b>11,698</b>                         |
| L<br>T<br>2<br>2<br>,<br>9<br>K<br>V                | SAN JUAN              | 1                    |                             |                           | -              | -                                     |
|   | QUENETO               | 1                    |                             |                           | -              | -                                     |
|   | TOMABAL-1             | 1                    |                             |                           | -              | -                                     |
|   | TOMABAL-2             | 1                    |                             |                           | -              | -                                     |
|   | EL NIÑO- 1            | 1                    |                             |                           | -              | -                                     |
|   | EL NIÑO-2             | 1                    |                             |                           | -              | -                                     |
|   | HUACAPONGO-1          | 1                    | 9,884                       | 9,884                     | -              | -                                     |
|   | HUACAPONGO-2          | 1                    |                             |                           | -              | -                                     |
|   | SUSANGA               | 1                    |                             |                           | -              | -                                     |
| <b>VENTA TOTAL VALLE DE VIRU - S.E. PUR PUR</b>     |                       |                      |                             |                           |                | <b>-</b>                              |
| BOCATOMA  | CHINECAS              | 181.82               | 45.1                        | 71.2                      | 26             | 4,746                                 |
|   | TANGUCHE              | 120                  | 2,057.5                     | 2,111.3                   | 53.8           | 6,456                                 |
|   | CHUQUICARA            | 1                    | 50,694                      | 53,432                    | 2,738          | 2,738                                 |
|   | MINERA (Pampa Blanca) | 30                   | 2,531.8                     | 2,600.1                   | 68.3           | 2,049                                 |
|   | CONSORCIO CHIMU       | 40                   | 956.8                       | 1,061.1                   | 104.3          | 4,172                                 |
|   | SHACSSHA              | 10                   | 29                          | 39                        | 10.0           | 100                                   |
|   | SHINGER               |                      |                             |                           | -              | -                                     |
|   | TUNIN                 | 10                   | 7                           | 8                         | 1.0            | 10                                    |
|   | QUILHUAY              | 40                   | 38                          | 49                        | 11.0           | 440                                   |
|   | SAN BLAS              | 40                   | 20                          | 31                        | 11.0           | 440                                   |
|   | TRANCA                |                      |                             |                           | -              | -                                     |
|   | MACATE                |                      |                             |                           | -              | -                                     |
|   | HUANROC               | 40                   | 56                          | 104                       | 48.0           | 1,920                                 |
|   | RAN RAN               |                      |                             |                           | -              | -                                     |
|   | ANCON                 |                      |                             |                           | -              | -                                     |
| CHIRIPAMPA  | 10                    | Falta Acta           | 32                          | Todavía                   |                |                                       |
| SHIQUISH  | 10                    | Falta Acta           | 1                           | Todavía                   |                |                                       |
| CAYAN   |                       |                      |                             | -                         | -              |                                       |
| <b>VENTA TOTAL ZONA DE BOCATOMA</b>                 |                       |                      |                             |                           |                | <b>23,071</b>                         |
| LUNAR   | GUERRA BALLADARES     |                      | 1                           | 18995                     | 19680          | 685                                   |
|   |                       |                      |                             |                           |                | 685                                   |
| <b>ENERGIA TRANSFERIDA A UDECh PARA VENTA</b>       |                       |                      |                             |                           |                | <b>298,455</b>                        |

**ACTA DE LECTURA DE CONSUMO DE HIDRANDINA**

MEDICION: RADIAL VIRU

MEDIDOR N° 01164105

AGOSTO-2000

FACTOR DE MEDICION = 10,000

| ITEM | DESCRIPCION                                  | Unidad<br>Medida | Lectura<br>Anterior | Lectura<br>Actual | CONSUMO |
|------|--|------------------|---------------------|-------------------|---------|
| 82   | Energía Activa en Horas Punta                | Kwh              | 435.38              | 440.45            | 50,700  |
| 93   | Energía Activa en Horas fuera de Punta       | Kwh              | 1266.23             | 1279.71           | 134,800 |
| 104  | Maxima Demanda Leida en Horas Punta          | Kw               | 0.048               | 0.047             | 470     |
| 115  | Maxima Demanda Leida en Horas fuera de Punta | Kw               | 0.045               | 0.046             | 460     |
| 126  | Energía Activa Total Consumida               | Kwh              | 1701.61             | 1720.16           | 185,500 |
| 141  | FACTOR                                       |                  | 0.240               | 0.240             |         |
| 152  | Fecha de Lectura                             | dd/mm/aa         | 01/08/00            | 01/09/00          |         |
| 151  | Hora de Toma de Lectura                      | hh:mm            | 09:50               | 01:00             |         |

MEDICION: RADIAL CARMELO

MEDIDOR N° 01164099

AGOSTO-2000

FACTOR DE MEDICION = 10,000

| ITEM | DESCRIPCION                                  | Unidad<br>Medida | Lectura<br>Anterior | Lectura<br>Actual | CONSUMO |
|------|--|------------------|---------------------|-------------------|---------|
| 82   | Energía Activa en Horas Punta                | Kwh              | 429.90              | 439.28            | 93,800  |
| 93   | Energía Activa en Horas fuera de Punta       | Kwh              | 1722.99             | 1756.84           | 338,500 |
| 104  | Maxima Demanda Leida en Horas Punta          | Kw               | 0.088               | 0.100             | 1,000   |
| 115  | Maxima Demanda Leida en Horas fuera de Punta | Kw               | 0.106               | 0.095             | 950     |
| 126  | Energía Activa Total Consumida               | Kwh              | 2152.89             | 2196.12           | 432,300 |
| 141  | FACTOR                                       |                  | 0.240               | 0.240             |         |
| 152  | Fecha de Lectura                             | dd/mm/aa         | 01/08/00            | 01/09/00          |         |
| 151  | Hora de Toma de Lectura                      | hh:mm            | 09:50               | 01:00             |         |

MEDICION: GRUPO TERMICO

MEDIDOR N° 01142167

AGOSTO-2000

FACTOR DE MEDICION = 10,000

| ITEM | DESCRIPCION                                  | Unidad<br>Medida | Lectura<br>Anterior | Lectura<br>Actual | CONSUMO |
|------|--|------------------|---------------------|-------------------|---------|
| 82   | Energía Activa en Horas Punta                | Kwh              | 71.10               | 71.10             | -       |
| 93   | Energía Activa en Horas fuera de Punta       | Kwh              | 212.11              | 212.11            | -       |
| 104  | Maxima Demanda Leida en Horas Punta          | Kw               | 0.000               | 0.000             | -       |
| 115  | Maxima Demanda Leida en Horas fuera de Punta | Kw               | 0.013               | 0.000             | -       |
| 126  | Energía Activa Total Consumida               | Kwh              | 283.21              | 283.21            | -       |
| 141  | FACTOR                                       |                  | 0.240               | 0.240             |         |
| 152  | Fecha de Lectura                             | dd/mm/aa         | 01/08/00            | 01/09/00          |         |
| 151  | Hora de Toma de Lectura                      | hh:mm            | 09:50               | 21:00             |         |

**ACTA DE LECTURAS DE CONSUMO PARA FACTURACION MENSUAL  
PUNTO DE ENTREGA S.E. CHAO**

MEDIDOR N° 001314585 (TOTALIZADOR-10KV)

AGOSTO-2000

FACTOR DE MEDICION = 2,608.69

| ITEM | DESCRIPCION                                  | Unidad Medida | Lectura Anterior | Lectura Actual | CONSUMO |
|------|--|---------------|------------------|----------------|---------|
| 82   | Energía Activa en Horas Punta                | Kwh           | 949.00           | 975.34         | 68,713  |
| 93   | Energía Activa en Horas fuera de Punta       | Kwh           | 2359.30          | 2436.08        | 200,295 |
| 104  | Maxima Demanda Leida en Horas Punta          | Kw            | 0.245            | 0.255          | 665     |
| 115  | Maxima Demanda Leida en Horas fuera de Punta | Kw            | 0.234            | 0.243          | 634     |
| 126  | Energía Activa Total Consumida               | Kwh           | 3308.30          | 3411.42        | 269,008 |
| 137  | Energía Reactiva Total Consumida             | Kvarh         | 1.200            | 1.200          | -       |
| 141  | Fecha de Lectura                             | dd/mm/aa      | 01/08/00         | 01/09/00       |         |
| 151  | Hora de Toma de Lectura                      | hh:mm         | 01:00            | 01:02          |         |

MEDIDOR N° 001314539 (ALIMENTADOR AL-1)

AGOSTO-2000

FACTOR DE MEDICION = 1,739.13

| ITEM | DESCRIPCION                                  | Unidad Medida | Lectura Anterior | Lectura Actual | CONSUMO |
|------|--|---------------|------------------|----------------|---------|
| 82   | Energía Activa en Horas Punta                | Kw            | 949.14           | 983.62         | 59,965  |
| 93   | Energía Activa en Horas fuera de Punta       | Kw            | 3060.26          | 3162.59        | 177,965 |
| 104  | Maxima Demanda Leida en Horas Punta          | Kw            | 0.326            | 0.340          | 591     |
| 115  | Maxima Demanda Leida en Horas fuera de Punta | Kw            | 0.311            | 0.319          | 555     |
| 126  | Energía Activa Total Consumida               | Kwh           | 4009.40          | 4146.21        | 237,930 |
| 137  | Energía Reactiva Total Consumida             | Kvarh         | 1.2              | 1.2            | -       |
| 141  | Factor de conversión interna.                |               | 1.2              | 1.2            |         |
| 152  | Fecha de Lectura                             | dd/mm/aa      | 01/08/00         | 01/08/00       |         |
| 163  | Hora de Toma de Lecturas                     | hh:mm         | 01:00            | 01:00          |         |

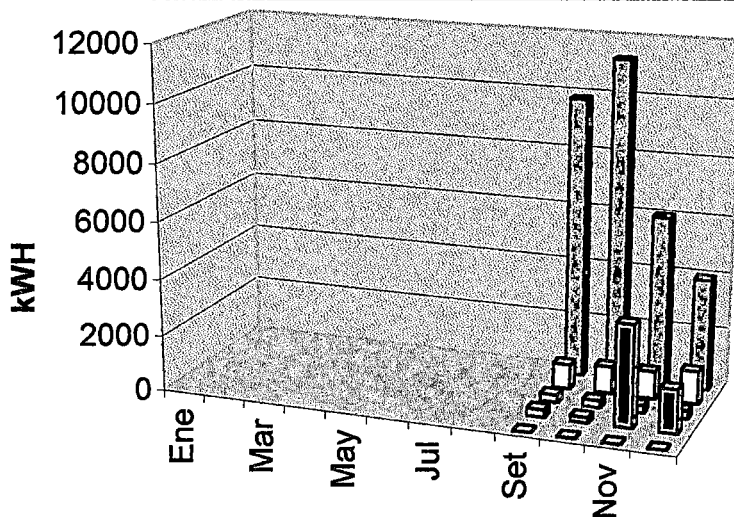
|   | OTROS CLIENTES                           | FACTOR | L. Anterior | L. Actual | CONSUMO | UNIDAD |
|---|--|--------|-------------|-----------|---------|--------|
| * | GUERRA BALLADARES, JOSE                  | 1      | 18995       | 19680     | 685     | Kwh    |
|   | medidor energía activa N° 58973176 T-1   | 30     | 692.00      | 851.00    | 4,770   | Kwh    |
| * | SEDALIB (14,4)                           | 30     | 1.44        | 1.44      | 43.2    | Kw     |
|   | medidor energía reactiva N° 58973195 T-2 | 30     | 6547.35     | 6591.00   | 1,309   | Kvarh  |
|   |  | 30     | 0.35        | 0.35      | 10.5    | Kvar   |
| * | AGROCHAO                                 | 1      | 19981       | 20180     | 199     | Kwh    |

| LECTURAS DE CONSUMO PROPIO - P. E. CHAVIMOCHIC |                                      |                       |                           |                                   |                   | FECHA<br>AGO2000 |        |
|--|--------------------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------------------|-------------------|------------------|--------|
| ZONA   | SUBESTACION                          | FACTOR<br>MULTIP.     | LECTURA<br>ANTER.<br>kW-h | LECTURA<br>ACTUAL<br>kW-h         | DIFERENC.<br>kW-h | CONSUMO<br>kW-h  |        |
| *  | C<br>H<br>A<br>O                     | CORTINA FORESTAL N° 1 | 20                        | 11,326.0                          | 11,436.8          | 111              | 2,216  |
|  |                                      | CORTINA FORESTAL N° 2 | 1                         | -                                 | -                 | -                | -      |
| *  |                                      | LA AGONIA             | 1                         | 19,941                            | 20,368            | 427              | 427    |
| *  |                                      | CHOROBAL              | 1                         | 42,566                            | 43,680            | 1,114            | 1,114  |
| Prom.  |                                      | SAN CARLOS (*)        | 20                        | 13,483.4                          | 13,483.4          | -                | 2,600  |
| <b>CONSUMO PROPIO TOTAL VALLE DE CHAO</b>      |                                      |                       |                           |                                   |                   | <b>6,357</b>     |        |
| *  | V<br>I<br>R<br>U                     | CAMP.SAN JOSE         | 20.0                      | 902.8                             | 1,092.0           | 189              | 3,784  |
| Prom.  |                                      | MAQUINARIA PESADA     | 1                         | -                                 | -                 | 284              | 284    |
| *  |                                      | CAMARA DE CARGA       | 1                         | 85,096                            | 87,842            | 2,746            | 2,746  |
| *  |                                      | PUR PUR               | 1                         | 28,587                            | 29,347            | 760              | 760    |
| *  |                                      | CHV-CCM               | 1                         |                                   |                   | 17,251           | 17,251 |
| <b>CONSUMO PROPIO TOTAL VALLE DE VIRU</b>      |                                      |                       |                           |                                   |                   | <b>24,825</b>    |        |
| *  | B<br>O<br>C<br>A<br>T<br>O<br>M<br>A | PAMPA BLANCA          |                           | Pasó como venta a Compañía Minera |                   |                  |        |
| Falta  |                                      | DESARENADOR           | 30                        | 4,321.1                           | 4,436.3           | 115              | 3,456  |
| Falta  |                                      | CAMP.BOCATOMA         | 30                        | 6,938.5                           | 7,094.1           | 156              | 4,668  |
| Falta  |                                      | BOCATOMA              | 80                        | 17,964.6                          | 18,027.0          | 62               | 4,992  |
| <b>CONSUMO PROPIO TOTAL BOCATOMA</b>           |                                      |                       |                           |                                   |                   | <b>13,116</b>    |        |
| <b>CONSUMO PROPIO TOTAL DEL PECH</b>           |                                      |                       |                           |                                   |                   | <b>44,298</b>    |        |

NOTA: (\*) CONSUMO PROMEDIO, DEBIDO A QUE MEDIDOR SE ENCUENTRA MALOGRADO

### CONSUMO VALLE CHAO

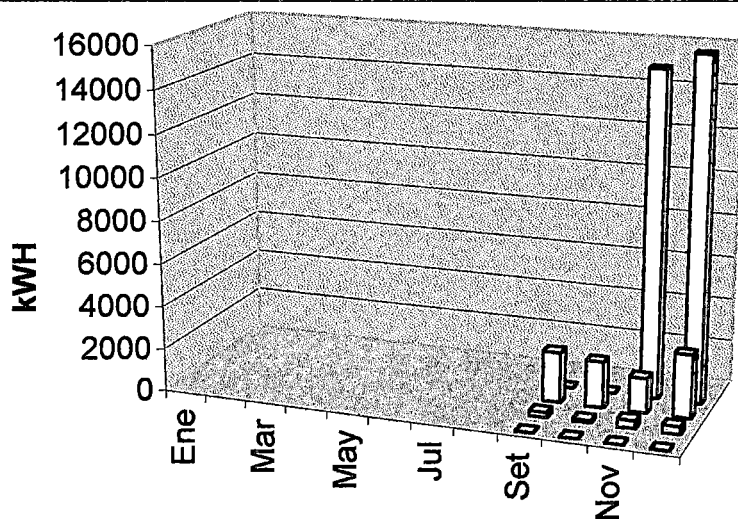
- CORTINA FORESTAL N° 2
- CORTINA FORESTAL N° 1
- LA AGONIA
- CHOROBAL
- SAN CARLOS (\*)



AÑO 1999

### CONSUMO VALLE VIRU

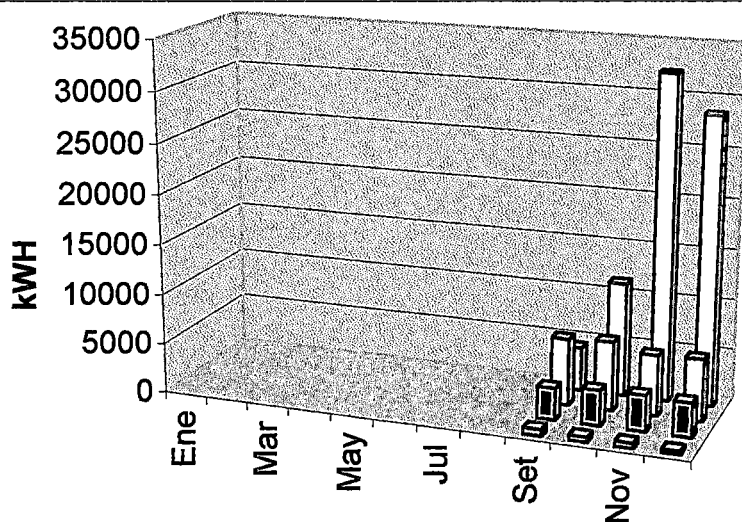
- MAQUINARIA PESADA
- PUR PUR
- CAMARA DE CARGA
- CAMP.SAN JOSE
- CHV-CCM



AÑO 1999

### CONSUMO BOCATOMA

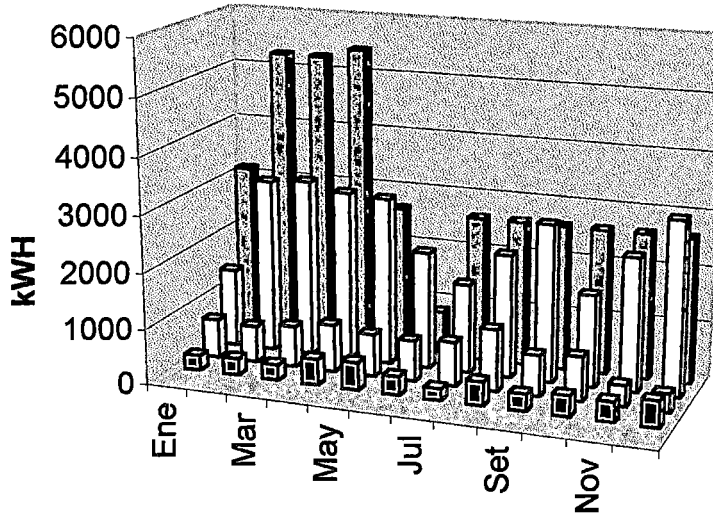
- PAMPA BLANCA
- DESARENADOR
- CAMP.BOCATOMA
- BOCATOMA



AÑO 1999

### CONSUMO VALLE CHAO

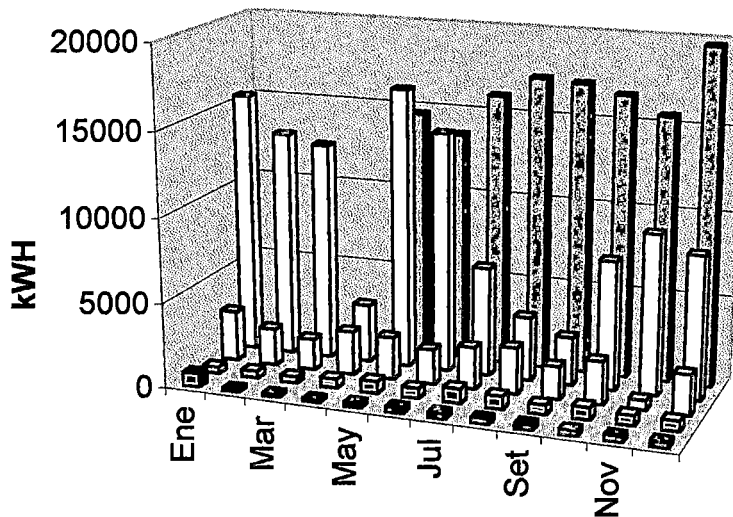
- CORTINA FORESTAL Nº 2
- LA AGONIA
- CHOROBAL
- CORTINA FORESTAL Nº 1
- SAN CARLOS (\*)



AÑO 2000

### CONSUMO VALLE VIRU

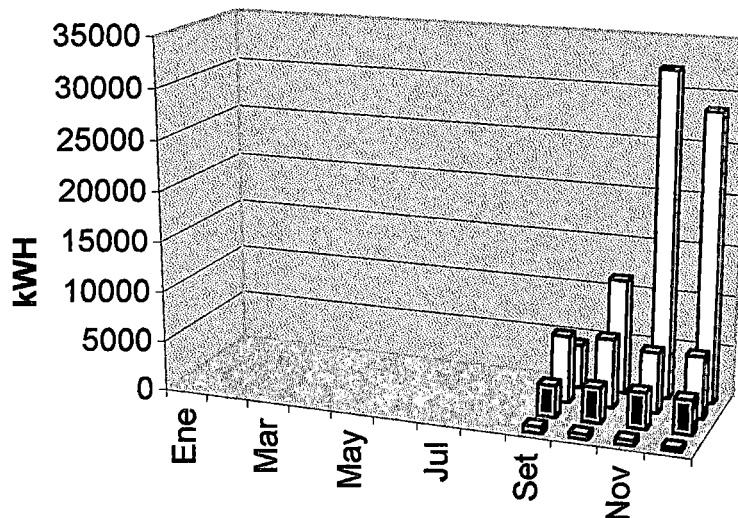
- MAQUINARIA PESADA
- PUR PUR
- CAMARA DE CARGA
- CAMP. SAN JOSE
- CHV-CCM



AÑO 2000

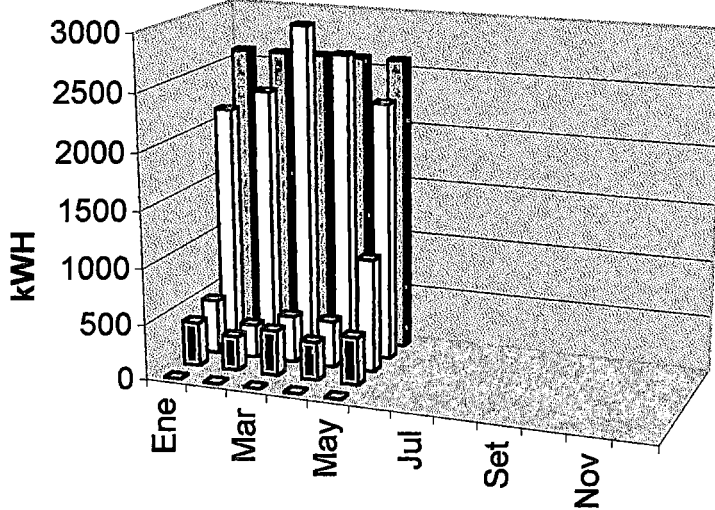
### CONSUMO BOCATOMA

- PAMPA BLANCA
- DESARENADOR
- CAMP. BOCATOMA
- BOCATOMA



AÑO 2000

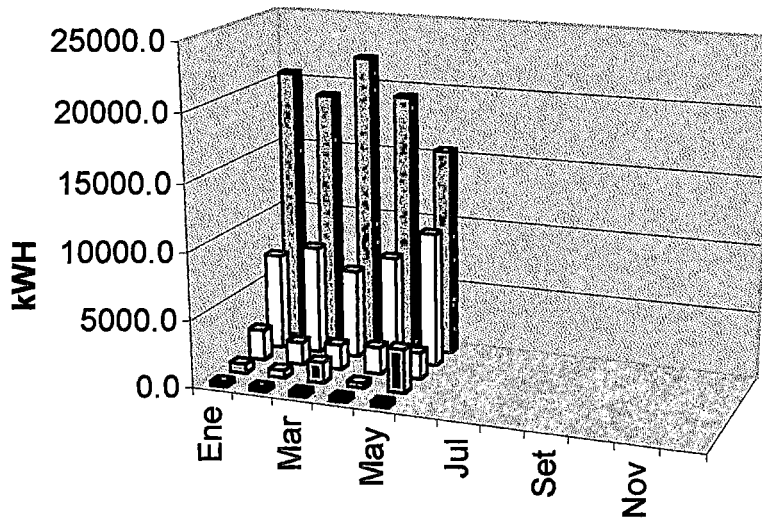
### CONSUMO VALLE CHAO



AÑO 2001

- CORTINA FORESTAL N° 2
- LA AGONIA
- CHOROBAL
- CORTINA FORESTAL N° 1
- SAN CARLOS (\*)

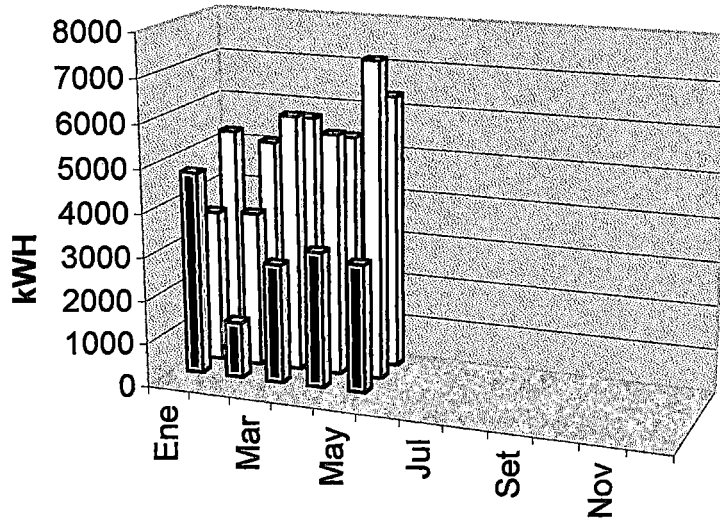
### CONSUMO VALLE VIRU



AÑO 2001

- MAQUINARIA PESADA
- PUR PUR
- CAMARA DE CARGA
- CAMP.SAN JOSE
- CHV-CCM

### CONSUMO BOCATOMA



AÑO 2001

- PAMPA BLANCA
- CAMP.BOCATOMA
- DESARENADOR
- BOCATOMA

### **3. MANTENIMIENTO**

El área de mantenimiento se encarga de programar y ejecutar las diversas actividades en los diferentes equipos electromecánicos, mecánicos, oleohidráulicos y electrónicos para mantenerlos en las condiciones óptimas de operación, que permitan darle al sistema la confiabilidad y eficiencia requerida, para brindar un servicio continuo y de calidad.

#### **3.1 Objetivo del Mantenimiento**

- Eliminar las averías de las máquinas y equipos (eliminar el mantenimiento correctivo).
- Información de la capacidad de producción a través del estado de las máquinas y equipos.
- Minimizar costos de mano de obra por reparaciones.
- Planificar las necesidades de mantenimiento.
- Coordinación entre las áreas de producción y de mantenimiento para programar y mantener la capacidad de generación.
- Reducir los costos por mantenimiento.

Debido a que estos objetivos nunca son estáticos y pueden ocurrir cambios en alguno de ellos según las circunstancias, el área de Operación y Mantenimiento está preparada para adaptarse rápidamente a los cambios cuando éstos se presenten, para no afectar el desempeño global de todo el Sistema.

#### **3.2 Componentes del Mantenimiento**

**Mantenimiento preventivo.**

**Mantenimiento predeectivo**



### **Mantenimiento proactivo.**

#### **Mantenimiento Preventivo**

Es un sistema de gestión del mantenimiento basado en la realización de trabajos cada cierto periodo. Esta filosofía se conoce como “Mantenimiento Histórico”.

#### **Mantenimiento Predictivo**

-Es la tecnología que permite determinar el estado de funcionamiento de la máquina sin necesidad de interrumpir su trabajo.

-Implica recoger datos y análisis del comportamiento de las máquinas y equipos para programar su mantenimiento antes de que ocurra una falla.

-Ofrece menores gastos, mayor seguridad e incremento de la confiabilidad y calidad de la producción.

#### **Mantenimiento Proactivo**

-La filosofía proactiva incorpora procedimientos del mantenimiento preventivo y predictivo utilizando tecnologías para maximizar la vida útil operativa de la máquina.

El mantenimiento correctivo queda virtualmente eliminado.

-Los resultados óptimos se obtienen mediante la identificación y corrección de las causas que producen las fallas.

-Todo equipo nuevo o reparación efectuada debe ser supervisado según normas.

-El sistema producirá con mayor eficiencia tan pronto como el programa de mantenimiento proactivo quede implantado y alcance su madurez.

#### **Mantenimiento Productivo Total (TPM):**

-Es un concepto de trabajo que maximiza la capacidad de mantenimiento que posee el sistema.

-Optimiza la disponibilidad y rendimiento de la maquinaria.

-Está basado en el automantenimiento, esto es, los operadores deberán estar capacitados para realizar los trabajos de mantenimiento que sean necesarios para mejorar la capacidad de generación.

### **3.3 Mantenimiento de los Sistemas Hidroeléctricos**

Se deben tener buenos registros para cumplir con el programa de mantenimiento:

#### **Central Hidroeléctrica Virú**

##### **Mantenimiento Preventivo**

Para garantizar el servicio de suministro de energía eléctrica, en forma continua, se realizaron las siguientes labores de mantenimiento preventivo:

- Purga de sedimentaciones acumuladas en cámara de carga mediante coordinación con operadores responsables de la cámara de carga para eliminar las sedimentaciones y cuerpos sólidos por la compuerta de limpia.
- Limpieza de equipos y panel local de la Cámara de Carga.
- Limpieza de equipos y paneles locales del patio de llaves CHV.
- Mantenimiento de los Sistemas de drenaje de los grupos de generación.
- Verificación de niveles de aceite y condiciones de humedad de la SILICA-GEL en los transformadores de potencia ubicados en el patio de llaves.
- Verificación del funcionamiento de los ventiladores, control de sus rodamientos.
- Control de la densidad, tensión, temperatura, nivel del electrolito de cada elemento de las baterías 125 Vcc y 48 Vcc. Limpieza de cada elemento, de los contactos y del área respectiva.
- Limpieza de los paneles de mando remoto, del carrier, de las unidades rectificadoras 125 Vcc y 48 Vcc, e inspección de los equipos ubicados en dichos paneles.

- Mantenimiento del Puente Grúa. Verificación de reductores, limpieza, engrase y lubricación.
- Mantenimiento del grupo electrógeno de emergencia. Revisión y rellenado de niveles de aceite, agua, electrolito de la batería.
- Mantenimiento de celdas del CCM, limpieza interior, verificación y limpieza de los contactos, inspección de barramientos, control de funcionamiento de los dispositivos de cada celda y engrase de contactos usando grasa de contacto.
- Mantenimiento de compresores SCHULZ 0,5 CV y 7,5 CV. Drenaje de la condensación del agua del tanque, limpieza del filtro de aire, control de las tensiones de las correas, nivel de aceite, ruido o vibración anormal.
- Verificación del funcionamiento y mantenimiento de las bombas de emergencia DC, para lubricación de los cojinetes en los tres grupos turbogeneradores.
- Limpieza total de los paneles de mando local y de media tensión de G1, G2 y G3. Control del funcionamiento de los diferentes equipos ubicados en dichos paneles.
- Mantenimiento de los filtros del Sistema de Ventilación forzada de la Casa de Máquinas.
- Control del nivel de aceite en unidades hidráulicas de lubricación forzada del cojinete guía y regulador de velocidad en los tres grupos. Limpieza de los circuitos de lubricación forzada y de las electrobombas. Verificación y corrección de fugas de aceite en los sistemas de lubricación forzada.
- Mantenimiento de los generadores síncronos 4,16kV; G1, G2, y G3. Verificación del funcionamiento de los sistemas de calefacción interior y de refrigeración.
- Verificación visual del funcionamiento del cojinete guía GLYCO y de la turbina en el grupo que está en funcionamiento y (G2) durante el mes, controlando temperatura, vibración, fugas de aceite, fugas de agua , diario.

- Mantenimiento del sistema de agua industrial. Limpieza periódica del filtro secundario, mensual del filtro primario y válvulas BERMAD 4".
- Purga de todo el sistema de agua industrial para evitar obstrucciones peligrosas por acumulación de sedimentos y caliche.
- Mantenimiento de la Correctivo Válvula BERMAD y filtros Primarios.

### **Mantenimiento**

El mantenimiento correctivo se aplica para la reparación de anomalías y daños que durante el servicio se presentan por fallas de los equipos en forma repentina, robos de líneas u otros. El área de mantenimiento, además, apoya en todo el Sistema Hidroeléctrico.

- Limpieza de rejilla de captación de la CHV en la Cámara de Carga .
- Limpieza de aisladores en la línea 34.5 KV
- Izamiento de postes
- Ajuste de unión universal del flujostato de la U. Hidráulica del R. Velocidad d
- Medición de la resistencia de puesta a tierra de los electrodos en el Patio de llaves.
- Reposición de conductores robados.

### **Subestaciones de Viru / Chao**

#### **Mantenimiento Preventivo**

Para garantizar el servicio de suministro de energía eléctrica en forma continua, en las subestaciones de transformación, se realizaron las siguientes labores de mantenimiento preventivo:

- Limpieza del panel de mando de entrada 10kV.
- Limpieza de equipos y paneles locales en patio de llaves.
- Verificación del estado de humedad de la SILICAGEL en el transformador de potencia ubicado en el patio de llaves

- Verificación de niveles de aceite en los diferentes transformadores en ambas Subestaciones.
- Limpieza y ajuste de contactos en los paneles locales ubicados en el patio de llaves de SEV y SECH, incluidos los transformadores de potencia, disyuntores y seccionadores.
- Limpieza de todos los aisladores ubicados en el patio de llaves de SEV y SECH.
- Verificación del funcionamiento del exaustor de la sala de baterías de la S.E. Chao, control de sus rodamientos.
- Control de la densidad, tensión, temperatura, nivel del electrolito de cada elemento de los bancos de baterías 125Vcc y 48Vcc, respectivamente. Limpieza de cada elemento, de los contactos y del área respectiva.
- Limpieza de los paneles de mando de interligación, del carrier, y de las unidades rectificadoras 125Vcc y 48Vcc. Inspección de los equipos ubicados en dichos paneles.
- Verificación del funcionamiento y mantenimiento de los disyuntores de operación en los paneles respectivos.
- Limpieza de las canaletas de los cables de control eléctrico en la sala de mando y patio de llaves en las subestaciones de Virú y Chao.

### **Mantenimiento Correctivo**

Se realizan las siguientes actividades.

- Señalización (pintado) de los cables de bajada a tierra de los equipos en el patio de llaves y pórticos.
- Señalización (pintado) de las pozas a tierra de las instalaciones y de los equipos en el patio de acceso.

- Medición de la resistencia de puesta a tierra de los electrodos en el Patio de llaves.

**También se tendrá en cuenta:**

**Mantenimiento de Equipos:**

**Generador:**

Limpieza general

Adicionalmente a la observación diaria del funcionamiento general, se debe establecer una rutina de inspección para verificar la limpieza general de la máquina, su lubricación y cojinetes, aislamiento y devanados, así como sus dispositivos accesorios.

Los polvos tales como: el polvo conductor, polvo duro, y el polvo de hierro son perjudiciales, causan cortocircuitos en los devanados y en el aislamiento.

El aire comprimido es ideal para remover el polvo suelto de las áreas inaccesibles.

Se recomienda usar aire seco con una presión de 30 PSI (207 Kpa).

**Devanado del estator**

Debe ser inspeccionado en forma visual; ya que una inspección superficial puede dejar una falsa sensación de seguridad.

**Bobinas**

Verificar en la extremidad de cada bobina.

**Núcleo**

Se debe examinar el núcleo del estator, diente/ranura por diente/ranura, para detectar si hay cuñas sueltas, empaquetaduras sueltas. Examinar también las láminas del núcleo para verificar si no tiene daños debido a una fricción del rotor durante el funcionamiento.

**Limpieza y secamiento de devanados**

Para la limpieza se debe usar detergente regularmente neutro y no-conductor (ejm.

Dubois Flow o un producto para limpieza alquídico de la Allied Chemical).

El secamiento completo de los devanados es importante para asegurar que la resistencia del aislamiento llegue a un nivel satisfactorio. Es preferible hacerse el secamiento en un horno equipado con circulación de aire, alternadamente se puede hacer por medio de calentadores de aire serpentíns de vapor debajo de una cubierta, junto con los devanados.

Calentar los devanados hasta 95°C, dejarlos por seis horas en el horno a esta temperatura y dejarlos ahí por más de dos horas a una temperatura de 125°C, hasta que la resistencia del aislamiento llegue a un valor mínimo aceptable.

También se puede usar el método de corriente alterna y corriente continua.

### **Cojinete**

Los alojamientos de los cojinetes tienen cámaras colectoras donde son recogidos polvo, suciedad y lama. La mayor parte de este material colectado escurre de la cámara al retirarse el espiche para drenar el aceite usado. Generalmente, esta es toda la limpieza necesaria en la ocasión del cambio periódico de aceite. No se debe usar ningún solvente de limpieza para lavar el alojamiento del cojinete.

Se debe hacer un examen periódico para determinar la cantidad de desgaste

Cualquier aumento de la vibración de la máquina debe ser investigada inmediatamente.

Al observar un aumento de temperatura de los cojinetes, se debe verificar el aceite, examinar el desgaste y pistas de asentamiento del eje.

### **Identificación de fallas y mantenimiento de rutina**

#### **Mantenimiento mensual de rutina**

- Hacer y registrar las mediciones de las resistencias de aislamiento del devanado del estator y de los calentadores, compararlos con los criterios de aceptación.

- Con el perno de corto de la extremidad de accionamiento girado para cima, medir y registrar la resistencia de aislamiento del cojinete para asegurar de que está arriba del valor mínimo aceptable.
- Registrar los niveles de vibración y compararlos con los ideales.
- Coger muestras de aceite y compararlos con los ideales de acuerdo al grado de viscosidad, etc de tal modo que cumplan con lo establecido.
- Verificar los flujos de aceite y su temperatura, deben estar en el estado y nivel establecido.
- Registrar todas las temperaturas ( de los cojinetes y de las tres fases del devanado del estator ) y compararlas con los establecidos.
- Procurar escuchar algún ruido in común.
- Limpiar todas las partes de acuerdo con la necesidad.
- Retocar cualquier defecto en la pintura.

#### **Mantenimiento anual de rutina**

- Probar el aceite con respecto a aceites que corresponden a los requisitos de lubricación para este motor.
- Llevar a efecto los demás ítem del mantenimiento mensual de rutina
- Si durante cinco años no hubo ninguna otra necesidad de desmontar el motor, se debe programarse una parada para hacerle una inspección y limpieza del devanado de su estator.

#### **Forma de identificar fallas**

##### **Síntoma**

Vibración excesiva

##### **Causa posible**

-Desalineo del acoplamiento

-Tornillos de fijación sueltos



## **Síntoma**

## **Causa posible**

- Vibración de la máquina accionadora
- Fricción de los sellos de vedamiento
- rotor térmicamente sensible
- Señales espurios del equipo sensor
- Rotor desequilibrado
- Eje curvo
- Cojinete(s) defectuoso(s)
- Entrehierro desigual
- Barras del rotor abiertas
- Base incorrectamente soportada
- Resonancia del sistema
- Carcaza torcida
- Corrientes del eje
- Conductos y líneas de agua torcidas por la armazón
- Corriente o tensión desequilibrada.

## **Ruido Mecánico**

- Cojinete(s)
- Desalineo del acoplamiento
- Laminaciones sueltas
- Ventilador rozando
- Rozamiento del núcleo del rotor

## **Síntoma**

Recalentamiento

## **Causa posible**

- Aislamiento o partes internas sueltas
- Detector de temp. con defecto
- Sobrecarga
- Tensiones de línea desequilibradas
- Corrientes del estator desequilibradas
- Averturas de ventilación obstruidas
- Pasaje de refrigeración obstruidas
- Temperatura ambiente muy elevada
- Devanado del estator en corto
- Tensión y/o frecuencia incorrecta
- Aceleración prolongada
- Limitaciones de partida superadas
- Interrupción del suministro de refrigeración
- Filtros de aire sucios
- Barras de rotor con defecto
- Agua de refrigeración cerrada
- Entrehierro desigual

## **Síntoma**

## **Causa posible**

**Cojinete Caliente**

-Temperatura del agua de refrigeración muy alta

-Flujo de agua muy bajo

-Cojinete instalado de manera incorrecta

-Detector de temperatura defectuoso

-Aceite inadecuado

-Flujo de aceite insuficiente

-Anillos de lubricación curvos o con circularidad imperfecta

-Cojinete sucio o desgastado

-Acoplamiento desalineado

-Corrientes del eje

-Filtros obstruidos

-Baja presión de aceite

-Unidad de suministro de aceite cerrada

-Aceite contaminado

**Vaciamiento de aceite**

-Unidad de reserva lleno

-Demasiada holgura entre el eje y el sello

## **Síntoma**

## **Causa posible**

- Flujo de aire muy rápido
- Anillos saltando y salpicando aceite
- Presión
- Flujo de aceite excesivo
- Drenos obstruidos

## **Corrientes del eje**

- Aislamiento defectuoso
- Bulbo del detector de temperatura a tierra
- Bulbo del termómetro a tierra
- Sellos de vedamiento de aceites metálicos tocando el eje.

## **Turbina:**

Durante las tareas de mantenimiento no solo se deben registrar los parámetros que se muestran como fuera de lo usual, sino todo aquellos que se indican aquí.

Estos registros junto a las observaciones y acciones tomadas durante todo el tiempo de marcha, configuran la “historia de máquina” que permite anticipar y determinar las causas de posibles fallas.

Las áreas de mantenimiento básicas son:

- Sistema de refrigeración de aceite
- Cojinete combinado
- Sello del eje
- Mecanismo de regulación
- Anillos laberintos
- Rodete
- Alabes distribuidor

Los operadores del equipo deben realizar el entrenamiento durante la puesta en marcha.

Lubricación:

Características del lubricante: calidad ISI VG68, debe responder a la Norma ISO 8068.

### **Controles y verificación de la calidad del mantenimiento**

Se realizan dos tipos de controles, cualitativos y cuantitativos. Los primeros son los más frecuentes y permiten detectar anomalías en servicio, los segundos, determinan la necesidad del cambio de aceite de la máquina.

Se recomienda realizar cada mes, sobre una muestra extraída del sistema, y comparada con una de aceite nuevo del siguiente control.

La presencia de sedimentos, de agua libre, de barros insolubles, de carbón de fibras, polvos, etc.

También verificar el color que debe ser claro, y la presencia de agua en el aceite es perjudicial a si como el barro que son los que obstruyen los filtros.

Se deben realizar los debidos cambios de aceite para evitar la corrosión

### **Tareas de mantenimiento – Frecuencias:**

#### **Diarias (en marcha)**

Los parámetros críticos del equipo están controlados por sensores que darán alarma y/o producirán la salida de servicio, un control por lecturas locales de los instrumentos y una observación del comportamiento de la máquina, evita una salida de servicio no prevista.

Debe entonces mantenerse un registro de lecturas y observaciones realizadas diariamente y en cada turno de operarios.

Estos registros tendrán todos los parámetros a registrar y además se debe verificar:

-Pérdidas de aceite

-Pérdidas de agua

-Nivel de aceite tanque sumidero

-Nivel de ruidos y/o vibraciones

Estado de los sensores de control automático

### **Mensuales (en marcha)**

-El control de lubricación

-Control de desgaste del sello del eje y del caudal de drenaje el agua debe salir fría

-Realizar un registro de los valores diarios como promedio del mes.

### **Anuales (8000/10000 Horas de marcha)**

Del análisis de registros mensuales debe decidirse una parada o no del grupo.

El análisis de aceite, es determinante para decidir y planificar las paradas de máquina.

Debe realizarse, sin embargo, luego del primer año de marcha (8000/10000 horas de marcha) una inspección con parada de máquina, en la que se realizan las tareas listadas más abajo.

### **Tareas anuales: (Máquina detenida)**

- Sello del eje:

-Desmontar conexiones de alimentación y drenaje de sello: verificar y registrar desgaste de sello (mm) un desgaste mayor de 1mm/1000 horas indica desgaste excesivo. El agua filtrada que ingresa al sello a mayor presión (4 bar – 5bar) mantiene la cámara del sello con una barrera de agua limpia si la presión de esta es menor que la existente en la tapa superior puede ingresar agua sucia y aumentará el desgaste.

-Ajustar los resortes de precarga del sello. Si el desgaste es mayor de 20mm debe cambiarse el sello, en esa parada o planear otra parada a las 3000 horas siguientes.

Al rearmar controlar temperatura, presión, y caudales de agua y ajustar según instrucciones de manual respectivo.

- Tubo de aspiración

-Se desmonta y se verifica la superficie interna recubriendo si es necesario las partes dañadas.

- Rodete anillos laberintos

-Se miden y registran los huelgos entre ellos si éstos son mayores de 0.15mm indican que se deben cambiar los sellos

- Alabes del distribuidor y placas de desgaste

-Se realiza una inspección visual sobre todos los álabes del distribuidor y las placas de desgaste.

- Cojinete combinado

-Se desmonta la cubierta superior del cojinete dejando al descubierto el eje, en la zona del deslizamiento. Verificar la ausencia de marcas sobre el eje la mitad superior del casquillo.

- Mecanismo de regulación:

-Se verifican que no existan juegos en ninguno de los componentes del mecanismo (pernos, bujes y dispositivo de fricción).

- Equipo de refrigeración de aceite:

-Tuberías y tanque de aceite :

Se debe drenar el aceite de todo el sistema y retirar los elementos de filtrado de los filtros de línea.

Se realizará un lavado por circulación con aceite de lavado (baja viscosidad) tipo “shell Flushing” drenando luego todo el sistema.

-Motores y bombas

Verificar desgaste del sello mecánico de la bomba.

- Equipo de frenos

-Se controla el espesor de desgaste de las zapatas: desgaste mayor del 50% indica que los forros de frenos deben ser cambiados

### **Disyuntores:**

Antes de ejecutar cualquier operación de mantenimiento o de inspecciones siempre necesario:

-Dejar el disyuntor fuera de operación.

-Dejar el mando en la posición de abierto y con los resorte de cierre descargados.

-Retirar la tapa de protección del mando para luego colocarla terminada la operación.

El mantenimiento que se le realiza a este equipo es la de la limpieza, lubricación (reposición de grasa), ajuste de tornillos y tuercas así como también pasadores y anillos de bloqueo.

Después de 50000 maniobras, el mando deberá ser enviado para una completa revisión o sustitución.

### **Regulador de velocidad:**

El mantenimiento de este equipo se resume a la calidad del aceite con que está operando, frecuentemente lubricadas, éste deberá ser analizado y cambiado en la misma frecuencia del aceite de los demás componentes principales.

Y en general se realizan mantenimientos a todos los equipos según sea la urgencia y necesidad del caso, basándose en los reglamentos y manuales.

### **Micro Centrales Hidroeléctricas Tanguche / Desarenador**

#### **Mantenimiento Preventivo y Correctivo**

Los trabajos de mantenimiento son similares a la de la Central .H.V.

**También se debe tener en cuenta:**



## **Turbina:**

- Rutina

Verificar que no existan fugas de agua y que todos los pernos estén ajustados.

Verificar y resanar cualquier daño en cuanto a la pintura.

- Luces y tolerancia

Las luces y tolerancias de los componentes de las turbinas son:

| Al Diámetro                                    | Nominal | Máximo |
|--|---------|--------|
| -Luces entre sello de agua y eje de alternador | 1.2     | 1.8    |
| -Luces entre rueda Francis y escudo            | 4       | 8      |

- Mantenimiento mayor

Cuando para una misma apertura de servomotor hidráulico se vea que la potencia de salida baja en más de 10%, o sea han producido erosiones y/o cavitación cuyas indicaciones superan los 5 mm de diámetro, es señal clara de que un mantenimiento mayor se hace necesario

Por ningún motivo dejar que la turbina se degrade más.

## **Alternador**

- Rutina

El servicio mantenimiento de rutina se limita a mantener limpio el Alternador, a lubricar los cojinetes y a revisar la resistencia del aislamiento después de un periodo largo en el que no se ha utilizado la máquina.

- Lubricación

El lubricante recomendado: Grasa con base de Litio.

Generalmente sólo los cojinetes del lado accionado requieren re-engrase .

El tiempo de servicio es de 4000 horas o 6 meses.

Siempre se harán cambios de grasa nunca rellenos de grasa.

- Revisión de los cojinetes
- Los cojinetes tipo sellado se han calculado para durar más de 50000 horas bajo condiciones normales de operación, cumplida esta cantidad de horas se reemplazará el rodamiento, también tener en cuenta el calentamiento, vibración y ruido son indicadores para una revisión.

### **Gobernador de velocidad**

- Quincenal

Gobernador de Velocidad nivel y limpieza del aceite.

Fuente hidráulica de poder, presión de aire del acumulador .

- Mensual

Fuente hidráulica de poder inspección del filtro de aceite de la bomba. Control del nivel y limpieza. Rellenar 20mm (3/4) sobre la marca del mínimo.

- Horas 2500

Gobernador de velocidad, cambio de aceite

Fuente de poder, control de presión de aceite

- Horas 10000

Fuente de poder, cambio de aceite.

- Horas 15000

- Servomotor

Cambios de sellos de aceite.

- Horas 20000

Distribuidor hidráulico, servicio completo

Motor eléctrico de sensado, cambio de rodamientos

Fuente hidráulica de poder, cambio de rodamientos del motor, servicio a la válvula de alivio también al acoplamiento flexible.

## 4. ANÁLISIS DE COSTOS

### Metrados y Costos Reales

El costo final de la Obra que ocasionó la ejecución de la Central Hidroeléctrica Virú de 7.5 MW, se muestra en forma global en el cuadro siguiente;

| CONCEPTO  | US \$                |
|---|----------------------|
| Central Hidroeléctrica Virú 7.5MW                               |                      |
| Básico  | 11 471 988.70        |
| Reajuste  | 3 019 399.21         |
| Intereses, mayores costos, nuevos tributos y variación de tasas | 51 555.63            |
| Deducciones por pago adelantado en Valorización Dic-92          | 37 901.70            |
| IGV   | 531 853.53           |
| <b>Total</b>  | <b>15 112 698.77</b> |

| DESCRIPCION                             | COSTO ( S/.)        |
|---|---------------------|
| Obras Preliminares                      | 130 132.38          |
| Microcentral Hidroeléctrica Desarenador | 1 510 997.46        |
| Microcentral Hidroeléctrica Tanguche    | 1 771 021.19        |
| Canal Pampa Blanca                      | 942 669.92          |
| <b>Costo directo</b>                    | <b>4 354 820.95</b> |
| Gasto generales (15%)                   | 653 223.14          |
| Utilidad (10%)                          | 435 482.10          |
| <b>Costo de Obra</b>                    | <b>5 443 526.19</b> |
| IGV (18%)                               | 979 834.71          |
| <b>Costo Total (En nuevos soles)</b>    | <b>6 423 360.90</b> |

## **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES:**

- La Central Hidroeléctrica Virú se encuentra casi reestablecida de los efectos del Fenómeno del Niño que lo desconectó del SICN y está en proceso de regresar a dicho Sistema.
- Por más que un sistema este automatizado, requerirá personal para ser operado. Y en el caso de la Central Hidroeléctrica Virú algunos equipos quedaron semiautomáticos a causa de los efectos del fenómeno del Niño.
- Cualquier operación de emergencia, no debe ser hecha sin necesidad y sin justificación.
- Si en Julio de 1997 se tuvo un ingreso de S/. 101104.40 (Sin incluir IGV), por energía vendida, actualmente (Junio-2001) se tiene un ingreso de S/. 204691.23 (Sin incluir IGV). Por lo cual se viene cumpliendo con los objetivos trazados.
- Se debe evitar el máximo rechazo de altas cargas; siempre que sea posible, sacar éstas paulatinamente de menor a mayor hasta más o menos 0.1 MW y entonces abrir el disyuntor de la máquina (34.5 KV).
- Se debe evitar en lo posible la toma brusca de cargas.
- Antes de ligar cualquier equipo, hacer una inspección visual rápida acerca del mismo, para ver si todo esta conforme.
- Siempre se debe tener el control de los niveles de aceite de las unidades, cojinetes, etc. para mantener en óptimas condiciones los equipos y no dejarlos que se deterioren más.

- Antes de poner carga en los equipos, dejar que los mismos se enfríen, trabajando sin carga, por lo menos 10 minutos y cada vez que ocurra una salida se deberá rearmar todos los relés que actuaron.
- No cambiar el modo de operación (automático-manual) hasta que termine toda la operación de ligar o desligar la turbina.
- Se debe estar siempre atento en cuanto a fallas de instrumentos de protección.
- Evitar generar en baja carga, debe generarse cuando sea posible en el punto de mayor rendimiento de la Turbina +/- 2.40 MW.
- Inspeccionar siempre el Tablero CCM si todos las llaves están ligadas.
- Coordinar todas las maniobras con el personal a cargo de las subestaciones y con todos los puntos involucrados al sistema, cumpliendo con las Normas de Seguridad y así evitar accidentes.
- Todo sistema de producción debe aplicar el mantenimiento proactivo.
- Debe existir un compromiso global e integrado de parte de todas las áreas del sistema, promoviendo la participación de todos los involucrados.
- Desarrollar proyectos de electrificación rural.
- Incentivar el consumo de energía en el valle para pozos de bombeo.
- Tener en cuenta que la energía no debe ser interrumpida para ello se deben realizar las operaciones respectivas
- La División de Sistemas Hidroeléctricos viene cumpliendo con sus metas y objetivos, reflejándose en los hechos los resultados esperados.

## **RECOMENDACIONES:**

- La Central Hidroeléctrica Virú dependerá de muchas acciones para cumplir con sus objetivos,
- Se debe agilizar la interconexión al SINC; ya que la Central Hidroeléctrica Virú viene generando por debajo del 50% de su Potencia Instalada.
- El Gobierno debería dar inicio a la ejecución de la Tercera Etapa del Proyecto Chavimochic debido a su gran necesidad y demanda en la región.
- Se debe proporcionar información técnica de operación y mantenimiento, para que el personal pueda mantener sus conocimientos que le permitan desarrollar diversos aspectos relacionados con su actividad.
- Se debe capacitar al personal para situaciones de emergencia para que éste actúe correctamente ante adversidades de la naturaleza.
- Los equipos de protección en la salida de la Subestación Virú hacia la Subestación de Hidrandina, debería ser calibrados o cambiados para que ante una falla en cualquiera de sus radiales, no saque fuera de servicio a la Central.

## BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA, Descripción y Estudios Técnicos - Obra Final  
Proyecto Chavimochic Octubre de 1994

CONSORCIO GEMPSA IMPSA DO BRASIL S.A, General Electric do Brasil S.A.

CONSORCIO CHIMU ORGANIZACION ODEBRECHT, GRAÑA Y MONTERO,  
Manuales y Especificaciones Técnicas de la Central Hidroeléctrica Virú – Etapa  
Operación, 1994.

STOTZ, D., J. FITZPATRICK; T. PARKER III AND D. MOSKOVITZ, Neotropical  
Birds. Estudio hidrológico. The University o Chicago Press. Chicago and  
London,1996

ASEA ABB, Descripción e instrucciones sobre el Funcionamiento de Equipos  
Eléctricos y Electrónicos

GONZÁLES DE TÁNAGO, MARTA Y D. GARCÍA DE JALÓN, Estudios de ríos  
para Centrales Hidroeléctricas. Universidad Politécnica de Madrid, 1995

BARCELLI G. GUILLERMO, Gestión del Mantenimiento Industrial, Lima –Perú 1992

GARZON CAMILO E. Water Quality in Hydroelectric Projects Considerations for  
Planning in Tropical Forest Regions,1984

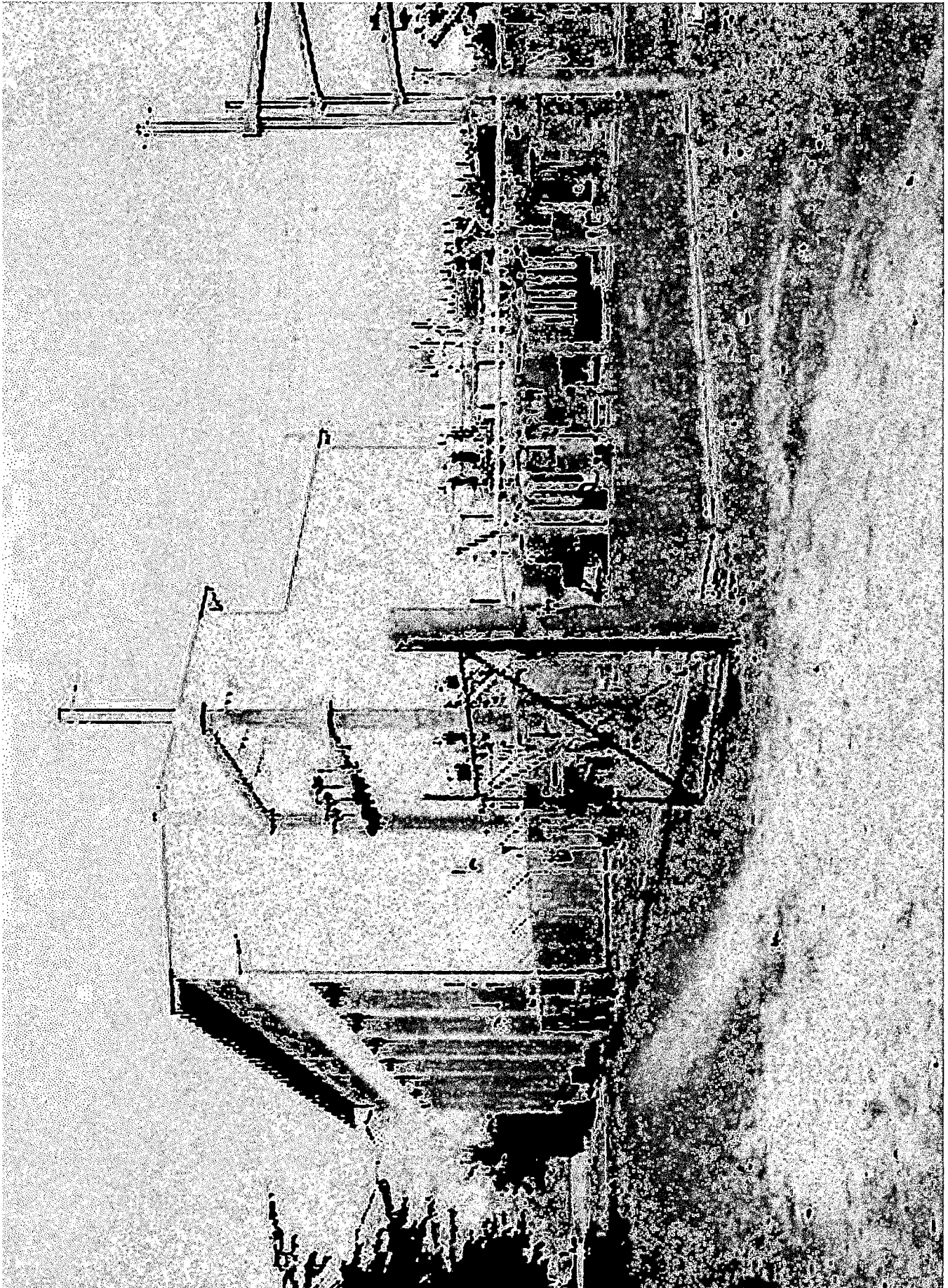
LOURIVAL AUGUSTO TAVARES Y D’ALESSIO IPINZA FERNANDO, Sistema  
de Programación y Control de Mantenimiento Apeman Lima-Perú, 1992

LOURIVAL AUGUSTO TAVARES, Control de Mantenimiento por computador. Sao  
Paulo Brasil, 1989



ANEXOS

PLANOS



CAMARA DE CARGA

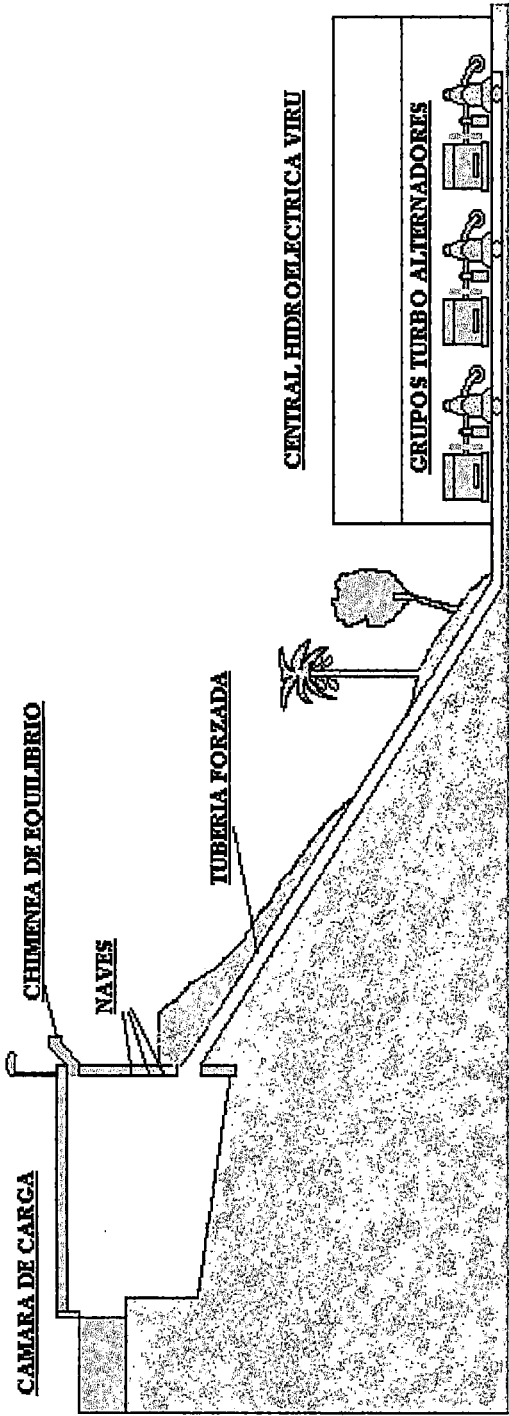
CHIMENEA DE EQUILIBRIO

NAVES

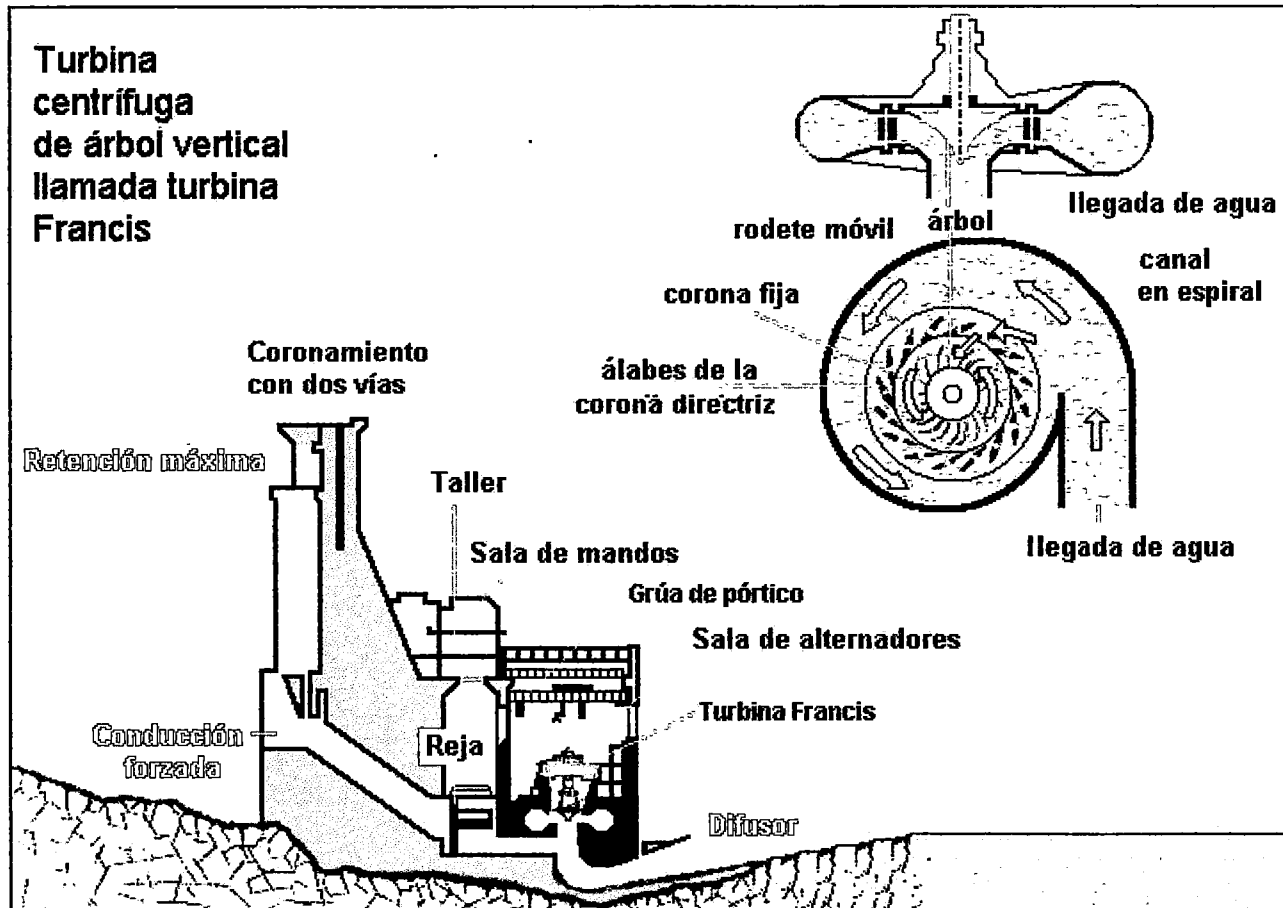
TUBERIA FORZADA

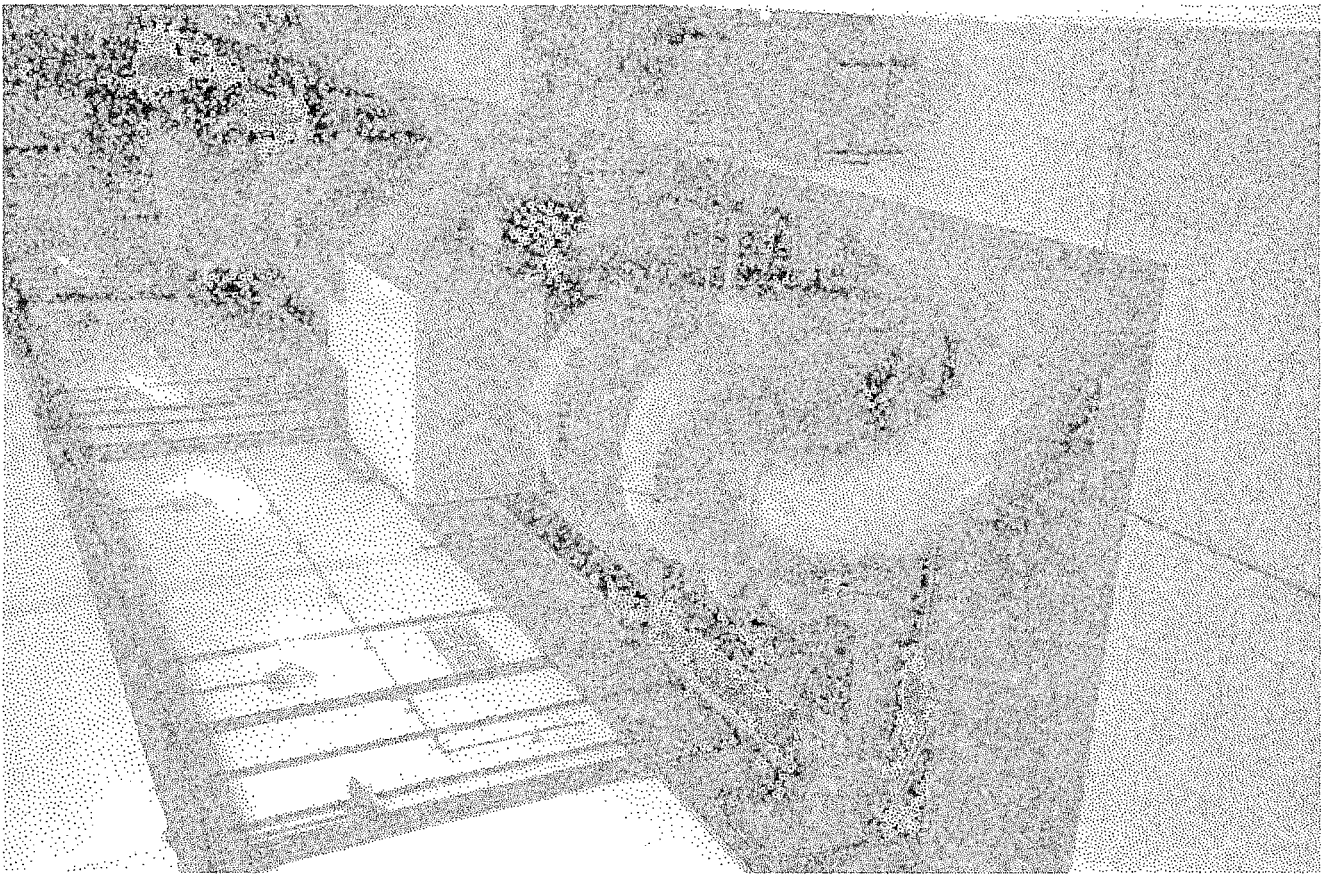
CENTRAL HIDROELECTRICA VIRU

GRUPOS TURBO ALTERNADORES



**Turbina  
centrífuga  
de árbol vertical  
llamada turbina  
Francis**

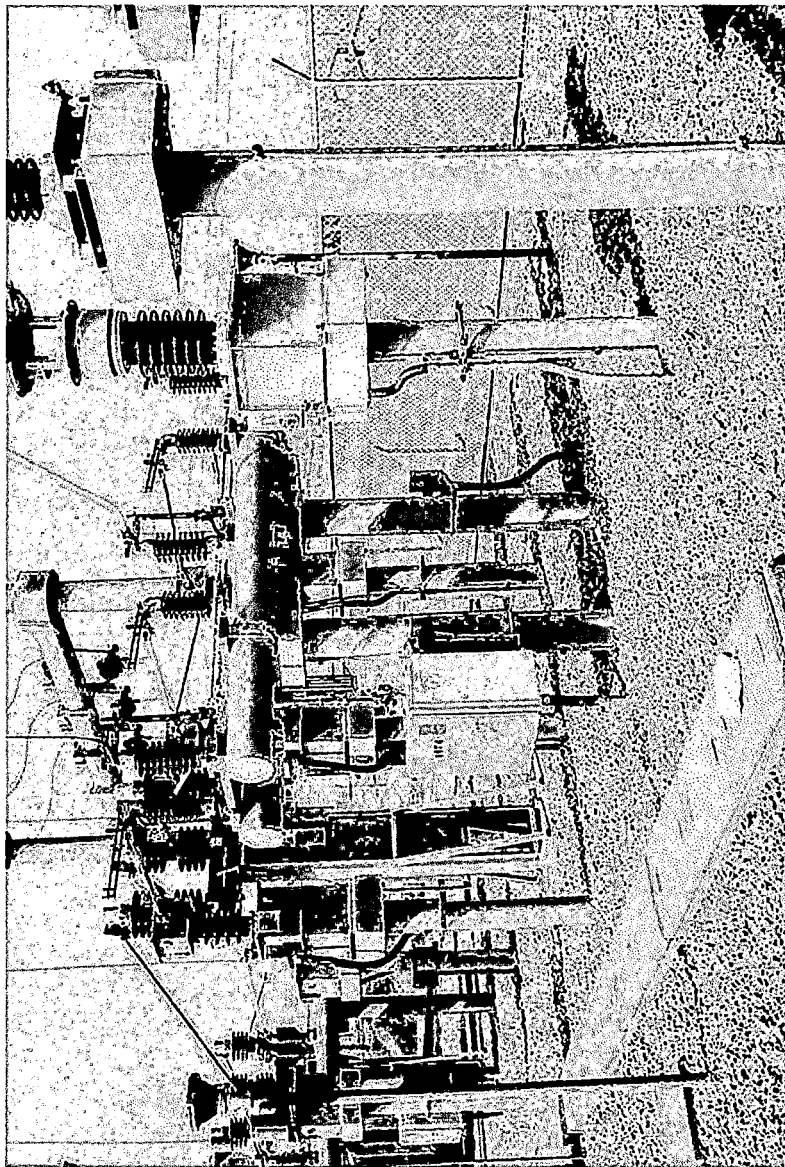




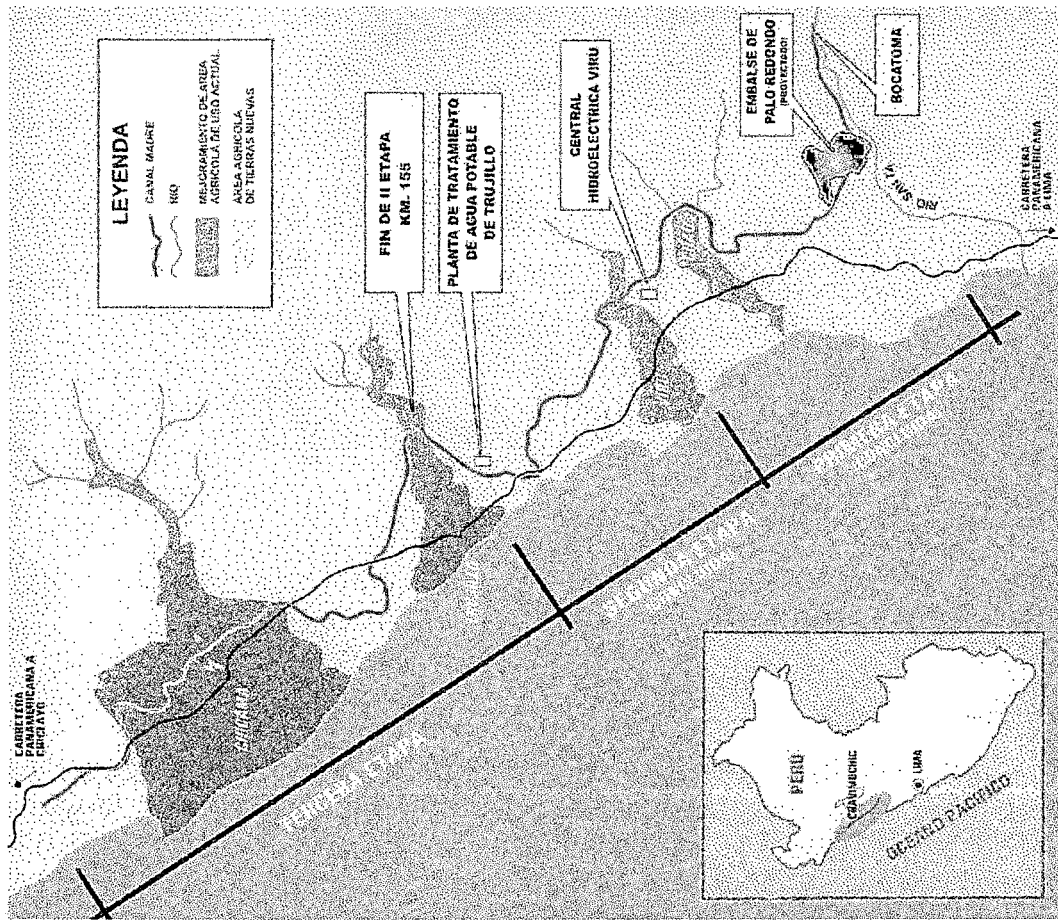


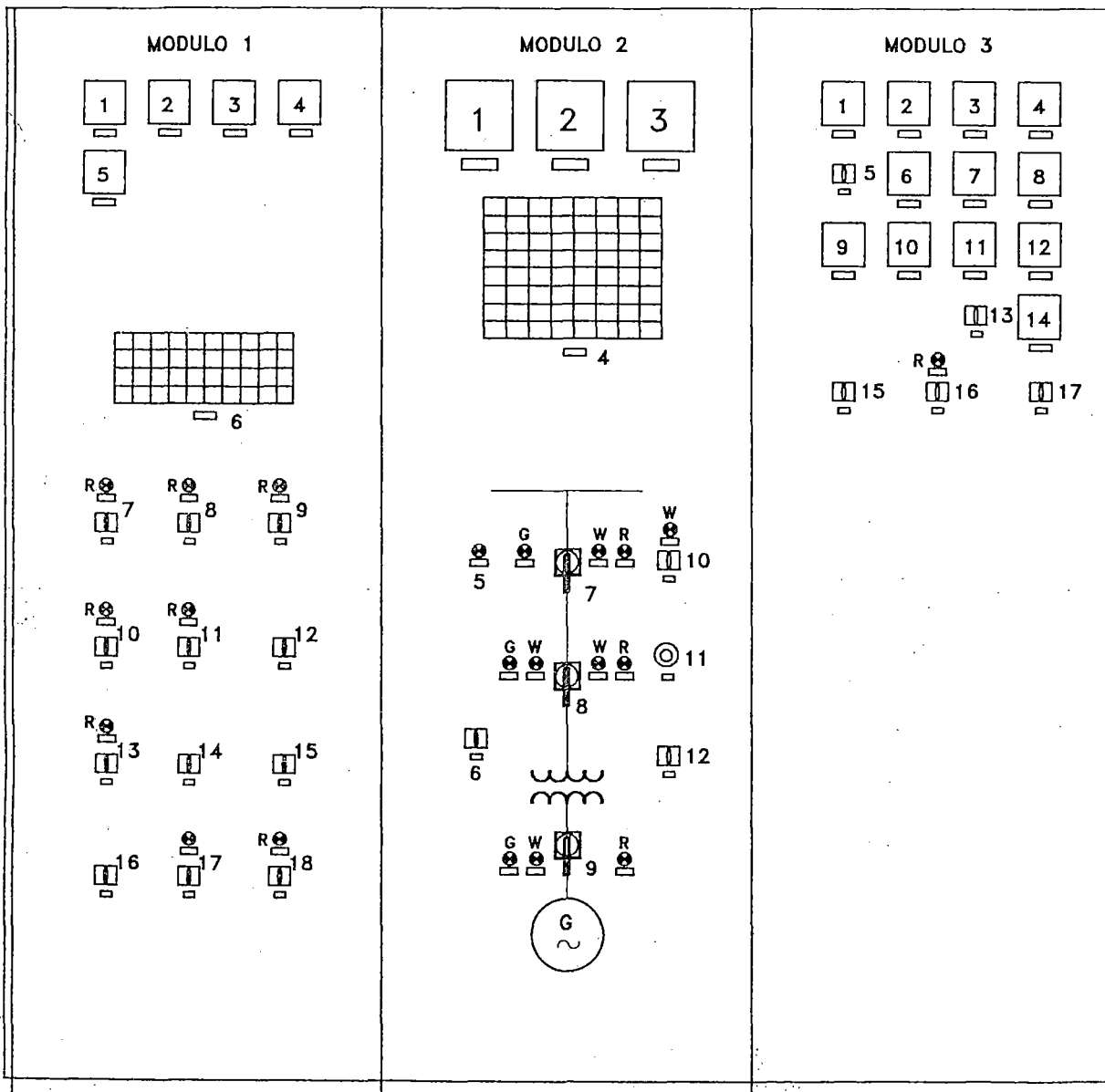












VISTA FRONTAL

MODULO 1 - TURBINA

1. WATIMETRO
2. INDICADOR DE RPM
3. INDICADOR DE POSICION DE DISTRIBUIDOR
4. INDICADOR DE POSICION LIMITACION DISTRIBUIDOR
5. TEMPERATURA DEL COJINETE
6. INDICADOR DE SECUENCIA DE ARRANQUE
7. REFRIGERACION-CONECTA/DESCONECTA
8. AGUA SELLO TURBINA-CONECTA/DESCONECTA
9. BOMBA COJINETE CONECTA/DESCONECTA
10. REGULADOR DE VELOCIDAD CONECTA/DESCONECTA
11. BOMBA REGULADOR VELOCIDAD CONECTA/DESCONECTA
12. SELECCION BOMBA2/BOMBA1-COJINETE
13. VALVULA MARIPOSA ABRE/CIERRA
14. SELECCION BOMBA1/BOMBA2-COJINETE
15. LIMITACION DISTRIBUIDOR-AUMENTA/DISMINUYE
16. VELOCIDAD-AUMENTA/DISMINUYE
17. FRENO-APLICAR/DESAPLICAR
18. ARRANQUE MANUAL LOCAL/PARADA

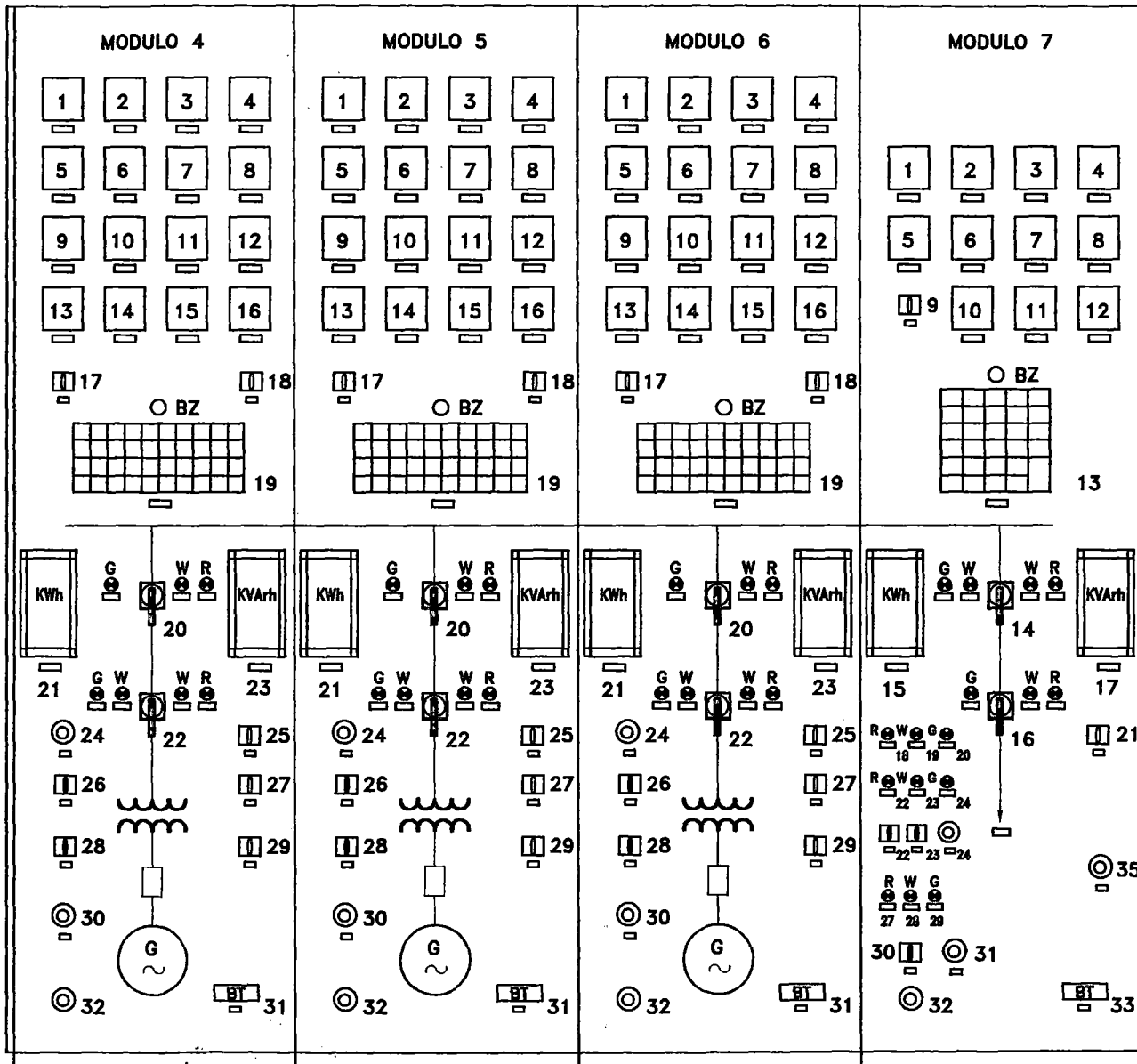
MODULO 2 - SINCRONIZACION/PATIO

1. VOLTIMETRO DOBLE
2. SINCRONOSCOPIO
3. FRECUENCIMETRO DOBLE
4. ANUNCIADOR
5. PRUEBA DE LAMPARAS
6. LLAVE SELECTORA MODO DE OPERACION
7. LLAVE DE MANDO SECCIONADOR 34.5 KV
8. LLAVE DE MANDO DISYUNTOR 34.5 KV
9. LLAVE DE MANDO DISYUNTOR 4.18 KV
10. RELAY DE BLOQUEO
11. PARADA DE EMERGENCIA
12. ARRANQUE/PARADA-AUTOMATICA

MODULO 3 - GENERADOR

1. VOLTIMETRO GENERADOR
2. AMPERIMETRO FASE A
3. AMPERIMETRO FASE B
4. AMPERIMETRO FASE C
5. LLAVE CONMUTADORA VOLTIMETRO
6. VARIMETRO
7. FRECUENCIMETRO
8. COSFIMETRO
9. VOLTIMETRO DE EXCITACION
10. AMPERIMETRO DE EXCITACION
11. VOLTIMETRO DE ECUALIZACION DE SEÑAL DEL REGULADOR
12. CONTROLADOR INDICADOR DE TEMPERATURA DEL ESTATOR
13. LLAVE DE ECUALIZACION REGULADOR DE TENSION-MANUAL/AUTOMATICO
14. LLAVE SELECTORA DIGITAL PARA TERMO RESISTENCIA
15. AUMENTA/DISMINUYE EXCITACION
16. CONECTA/DESCONECTA-REGULADOR DE TENSION
17. REGULADOR AUTOMATICO MANUAL

TABLERO DE MANDO Y CONTROL



VISTA FRONTAL

MODULO 4 / MODULO 5 / MODULO 6

1. INDICADOR DE TEMPERATURA DEL COJINETE
2. INDICADOR DE TEMPERATURA DEL ESTATOR
3. LIMITACION-POSICION-DISTRIBUIDOR
4. POSICION-DISTRIBUIDOR
5. WATIMETRO
6. VARIMETRO
7. COSFIMETRO
8. RPM
9. AMPERIMETRO-FASE A
10. AMPERIMETRO-FASE B
11. AMPERIMETRO-FASE-C
12. FRECUENCIMETRO
13. VOLTIMETRO GENERADOR
14. AMPERIMETRO-EXCITACION
15. VOLTIMETRO EXCITACION
16. VOLTIMETRO DE ECUALIZ. MANUAL
17. CONMUTADOR VOLTIMETRICO
18. AJUSTE DE ECUALIZACION
19. INDICADOR-SECUENCIA DE ARRANQUE/ANUNCIADOR
20. LLAVE MANDO SECCIONADOR
21. MEDIDOR DE ENERGIA ACTIVA
22. LLAVE DE MANDO DISYUNTOR
23. MEDIDOR DE ENERGIA REACTIVA
24. PARADA DE EMERGENCIA
25. EXCITACION-AUMENTE/DISMINUYE
26. ARRANQUE/PARADA-AUTOMATICO
27. LIMITACION AVERTURA DEL DISTRIBUIDOR-AUMENTA/DISMINUYE
28. CONMUTADOR-SINCROINISMO-AUTOMATICO/MANUAL
29. VELOCIDAD-AUMENTA/DISMINUYE
30. PRUEBA DE LAMPARAS
31. BLOQUE DE PRUEBAS
32. TOMA PARA PULPITO DE SINCROINISMO

MODULO 7

1. AMPERIMETRO FASE A
2. AMPERIMETRO FASE B
3. AMPERIMETRO FASE C
4. FRECUENCIMETRO BARRAMIENTO
5. VOLTIMETRO BARRAMIENTO
6. VOLTIMETRO LT.
7. INDICADOR NIVEL CAMARA DE CARGA
8. FRECUENCIMETRO LT.
9. CONMUTADOR VOLTIMETRO BARRAMIENTO
10. COSFIMETRO
11. WATIMETRO
12. VARIMETRO
13. ANUNCIADOR DE ALARMA
14. LLAVE DE MANDO DISYUNTOR
15. MEDIDOR DE ENERGIA ACTIVA
16. LLAVE DE MANDO SECCIONADOR
17. MEDIDOR DE ENERGIA ACTIVA
18. COMPUERTA EN AUTOMATICO
19. COMPUERTA EN MANUAL
20. BOMBA ACEITE CONECTADA UNID. HIDRAULICA
21. CONMUTADOR-SINCROINISMO
22. COMPUERTA 1 LEVANTADA
23. COMPUERTA 1 EN MOV.
24. COMPUERTA 1 BAJADA
25. LLAVE.MANDO COMPRTA. 1
26. CERRAMIENTO DE EMERGENCIA COMPUERTA 1
27. COMPUERTA 2 LEVANTADA
28. COMPUERTA 2 EN MOV.
29. COMPUERTA 2 BAJADA
30. LLAVE.MANDO COMPTA. 2
31. CERRAMIENTO DE EMERGENCIA COMPTA. 2
32. TOMA PARA PULPITO DE SINCROINIZACION
33. BLOQUE DE PRUEBAS
34. LLAVE P/SELECCION DE ORDEN DESCONEXION DE LAS MAQUINAS
35. PRUEBA DE LAMPARAS.

TABLERO DE MANDO Y CONTROL

**PECH  
SISTEMAS HIDROELECTRICOS**

**LOGROS ALCANZADOS POR LA DIVISION**

| AÑO<br>2001  | VENTA<br>ENERGIA (P)<br>MWH | IMPORTE<br>(P)<br>S/. | VENTA<br>ENERGIA ( R )<br>MWH | IMPORTE<br>(R)<br>S/. | LOGRO<br>ALCANZADO<br>% |
|--------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| ENE          | 800                         | 200,000               | 971.95                        | 225,717.16            | 112.86                  |
| FEB          | 800                         | 200,000               | 897.87                        | 226,791.10            | 113.40                  |
| MAR          | 800                         | 200,000               | 948.96                        | 238,102.52            | 119.05                  |
| ABR          | 800                         | 200,000               | 900.25                        | 228,518.56            | 114.26                  |
| MAY          | 800                         | 200,000               | 911.54                        | 231,693.85            | 115.85                  |
| JUN          | 800                         | 200,000               | 814.07                        | 204,691.23            | 102.35                  |
|              |                             |                       |                               |                       |                         |
|              |                             |                       |                               |                       |                         |
|              |                             |                       |                               |                       |                         |
|              |                             |                       |                               |                       |                         |
|              |                             |                       |                               |                       |                         |
|              |                             |                       |                               |                       |                         |
|              |                             |                       |                               |                       |                         |
| <b>TOTAL</b> | <b>4,800</b>                | <b>1,200,000</b>      | <b>5,444.64</b>               | <b>1,355,514.42</b>   | <b>113</b>              |

Nota: Los montos no incluyen IGV.

(P) Valores proyectados

(R) Valores reales