

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA**



**" MONTAJE ELECTROMECHANICO Y PRUEBAS EN BLANCO  
DE LA S. E. CHULUCANAS 10/4/7 MVA ONAN  
60/22.9/10 kV "**

**INFORME DE INGENIERIA**

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

**MAX PEDRO YUPANQUI FLORES**

**PROMOCION 1994-II**

**LIMA-PERU**

**1999**

**A MIS PADRES POR SU APOYO INCONDICIONAL**

**MONTAJE ELECTROMECHANICO Y PRUEBAS  
EN BLANCO DE LA S.E. CHULUCANAS10/4/7 MVA  
ONAN 60/22.9/10 kV**

## **SUMARIO**

El presente informe para optar el título de Ingeniero Electricista, tiene por objeto describir los trabajos realizados en la etapa de pruebas en blanco de los equipos de la Subestación Chulucanas, así como de su respectivo montaje.

Así mismo, dado que por asignación laboral me ha tocado asistir a las Pruebas en Blanco de diversas Subestaciones de Alta Tensión construidas por el Ministerio de Energía y Minas desde el año 1995 a la fecha, aprovecho para presentar la recopilación de datos resultados de estas pruebas a los equipos, antes de energizar la Línea de Transmisión anexa.

Algunos cálculos efectuados en Obra por el suscrito (S.E. 10 MVA Andahuaylas, S.E. Paita, S.E. 10 MVA Huarmey, S.E. 7 MVA Chalhuanca y Chuquibambilla) también se presentan a modo de información y como parte del montaje de una Subestación en general.

Finalmente se presenta el metrado y costo real de acuerdo a la liquidación practicada a la Subestación Chulucanas.

Cabe mencionar que actualmente la L.T. 60 kV Piura-Chulucanas y Subestaciones Piura Oeste y Chulucanas se encuentran en servicio bajo operación y responsabilidad de la empresa Regional Electro Nor Oeste S.A.

## INDICE

	<b>Página</b>
<b>PROLOGO.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO I</b>	
<b>MEMORIA DESCRIPTIVA.....</b>	<b>4</b>
1 Generalidades.....	4
1.2 Ambito del proyecto.....	4
1.3 Características climáticas y geográficas.....	5
1.4 Demanda eléctrica.....	5
1.5 Características del sistema.....	6
1.5.1 Niveles de tensión de operación.....	6
1.5.2 Niveles de aislamiento.....	6
<b>CAPITULO II</b>	
<b>ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS EQUIPOS.....</b>	<b>8</b>
2.1 Generalidades.....	8
2.2 Transformador de potencia.....	8
2.3 Interruptor de potencia.....	11
2.4 Seccionadores.....	13

2.5	Transformador de tensión.....	19
2.6	Baterías y cargador rectificador.....	22
2.7	Tableros de control.....	26
2.8	Batería de acumuladores y cargador rectificador.....	30
2.8.1	Batería de acumuladores.....	30
2.8.2	Cargador rectificador.....	34
2.9	Tableros de control.....	36

### **CAPITULO III**

<b>MONTAJE ELECTROMECHANICO.....</b>	<b>40</b>	
3.1	Generalidades.....	40
3.2	Trabajos de montaje.....	40
3.3	Especificaciones y metodología para el montaje.....	41
3.3.1	Red de tierra.....	41
3.3.2	Estructuras de acero.....	41
3.4	Montaje de equipos en el patio de llaves.....	42
3.4.1	Transformador de potencia.....	42
3.4.2	Interruptor de alta tensión.....	44
3.4.3	Seccionador de alta tensión.....	45
3.4.4	Transformadores de corriente, tensión y pararrayos.....	45
3.4.5	Tableros de control y protección.....	46
3.4.6	Sistema de barras de alta tensión.....	47
3.4.7	Cables de control y servicios auxiliares.....	47

3.5	Descripción del equipamiento utilizado.....	48
3.5.1	Levantamiento topográfico.....	48
3.5.2	Movimiento de tierras.....	49
3.5.3	Excavación de fundaciones.....	49
3.5.4	Fundaciones .....	49
3.5.5	Vías de circulación.....	49
3.5.6	Instalaciones electromecánicas.....	49
3.5.7	Equipos de pruebas.....	50
3.5.8	Transporte de equipos, materiales.....	50

#### **CAPITULO IV**

	<b>PRUEBAS EN BLANCO Y PUESTA EN SERVICIO.....</b>	<b>51</b>
4.1	Generalidades.....	51
4.2	Verificación de distancias eléctricas.....	51
4.3	Estructuras, barras de alta tensión y conexiones aéreas.....	52
4.4	Transformadores de potencia.....	52
4.4.1	Control mecánico.....	52
4.4.2	Pruebas eléctricas en área de montaje.....	53
4.5	Interruptores automáticos (disyuntores).....	55
4.5.1	Control mecánico.....	55
4.5.2	Pruebas eléctricas.....	56
4.6	Seccionadores.....	56
4.6.1	Control mecánico.....	56

4.6.2 Pruebas eléctricas.....	57
4.7 Transformadores de corriente.....	57
4.7.1 Control mecánico.....	57
4.7.2 Pruebas eléctricas.....	57
4.8 Transformadores de tensión capacitivo.....	58
4.8.1 Control mecánico.....	58
4.8.2 Pruebas eléctricas.....	58
4.9 Transformadores de tensión inductivos.....	59
4.9.1 Control mecánico.....	59
4.9.2 Pruebas eléctricas.....	59
4.10 Pararrayos.....	60
4.11 Tableros de protección y mando.....	60
4.11.1 Control mecánico.....	60
4.11.2 Pruebas eléctricas.....	60
4.12 Transformador de servicios auxiliares.....	61
4.12.1 Control mecánico.....	61
4.12.2 Pruebas eléctricas.....	62
4.13 Resumen de pruebas.....	62
4.14 Puesta en servicio.....	63
<b>CAPITULO V</b>	
<b>METRADO EJECUTADO.....</b>	<b>81</b>
5.1 Generalidades.....	81

5.2	Costos de los Suministros.....	81
5.3	Valorización y presupuesto ejecutado.....	81
5.4	Resultados de la liquidación del Contrato.....	82
5.5	Costo de las pruebas en blanco.....	83
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>90</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>92</b>
	Anexo A: Resultados de pruebas en Blanco.....	93
	Anexo B: Archivo fotográfico Del montaje electromecánico y pruebas en blanco de la S.E.. Chulucanas 10/4/7 MVA ONAN 60/22.9/10 kV.....	115
	Anexo C: Planos.....	126
	Anexo D: Análisis de Precios Unitarios.....	135
	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>147</b>

## **PROLOGO**

El presente informe para optar el título de Ingeniero Electricista, tiene por objeto describir los trabajos realizados en la ejecución de la Subestación Chulucanas, principalmente en su etapa de Pruebas en Blanco y energización del Sistema. Así mismo complementariamente se presentan diversas experiencias con cálculos de Obra en la ejecución de otras Subestaciones de Alta Tensión, fundamentalmente en la etapa de Pruebas en Blanco.

### **Subestación Chulucanas.-**

El suministro de energía eléctrica en el área de Chulucanas y el Medio Piura anteriormente estaba basado casi exclusivamente en pequeñas centrales eléctricas aisladas con grupos diesel que no eran suficientes para cubrir adecuadamente la demanda. Chulucanas la ciudad mas importante de la zona, con una población aproximada de 50,000 habitantes, disponía de servicio eléctrico solo parcialmente durante las 12 horas del día teniendo además restricciones en las horas de punta.

Así mismo, Electronoroeste S.A. con las limitaciones ya indicadas, brindaba este servicio a las ciudades de Chulucanas, Morropón y Tambogrande. Las localidades como la Matanza, Buenos Aires y Salitral tienen un suministro de sus respectivos Concejos Municipales, el cual es extremadamente deficitario. No había pues

disponibilidad de energía eléctrica para cubrir las necesidades mínimas de la mayoría de los Centros Poblados, ni mucho menos para facilitar el desarrollo de las actividades productivas, ya que importantes sectores urbanos y rurales carecían enteramente de ella.

Ante esta deficiencia Electronoroeste S.A., como empresa encargada del servicio de electricidad de la Región Grau, se propuso ejecutar un proyecto que permita satisfacer eficientemente la demanda de energía de esta importante zona en el corto, mediano y largo plazo

Para ello, luego de las evaluaciones realizadas, consideró que lo mas conveniente era conformar un Sistema Eléctrico Zonal y unirlo eléctricamente por medio de una línea de transmisión a 60 kV al Sistema Piura - Sullana - Paita, que desde Mayo de 1992 está incorporado al Sistema Interconectado Centro Norte (SICN).

A fin de lograr este propósito, Electronoroeste S.A. elaboró el Estudio de Factibilidad Técnico-Económico para el Suministro de Energía Eléctrica a Chulucanas y El Medio Piura, en el que se concluyó con implementar una Línea de Transmisión en 60 kV entre la S.E. Piura Oeste y la CT Chulucanas. Asimismo Electronoroeste S.A. recomendó elaborar el Estudio Definitivo del proyecto mencionado.

Electronoroeste mediante Concurso por Invitación y la Orden de Servicio N° 0819-94, seleccionó a la Consultora Ingeniería & Productividad S.A. para que se encargue de la Elaboración del Expediente Técnico de la Línea de Transmisión Piura Oeste Chulucanas y Subestaciones Asociadas.

Ya en la siguiente etapa, la UNOPS (Organización de las Naciones Unidas - Oficina de Servicios para Proyectos) por encargo del Ministerio de Energía y Minas realizó la

Licitación OSP/PER/185/269 con el objeto de seleccionar una empresa contratista que se encargue de la ejecución de la Obra L.T. 60 kV Piura - Chulucanas y Subestaciones, resultando ganadora de la Buena Pro la empresa española COBRA S.A. mas adelante denominada O.C.P. CONSTRUCCIONES S.A.

Por lo que fue esta empresa la que realizó el montaje de la Obra, contractualmente en el plazo de 210 dias calendarios, y efectivamente en 226 dias calendarios. Esta Obra permite ampliar el Sistema Interconectado Norte llegando hasta la zona de Chulucanas, y en breve a las localidades aledañas por medio del Pequeño Sistema Eléctrico Bajo Piura.

# **CAPITULO I**

## **MEMORIA DESCRIPTIVA**

### **1.1 Generalidades**

La Subestación Chulucanas forma parte integrante de la Obra L.T. 60 kV Piura-Chulucanas y SSEE . En el presente informe de Tesis, solo se tratará acerca de la Subestación 10 MVA Chulucanas cuyo alcance de montaje comprende los siguientes elementos :

- Una celda de llegada para la Línea de Transmisión 60 KV Piura Chulucanas
- Un transformador de potencia de 60/22.9/10 KV, 10/4/7 MVA-ONAN , 13/5.3/9 MVA-ONAF
- Una celda metalclad 10 kV de llegada del transformador de potencia.
- Tres celdas metalclad 10 kV de salida.

Una celda metalclad 10 kV de protección del transformador de servicios auxiliares y del transformador de tensión.

Una celda metalclad de protección del transformador de puesta a tierra.

- Sistema de Barra Simple en 22.9 KV
- Tres celdas de L.T. en 22.9 KV para las salidas hacia: Morropón, Paccha y Tambo

### **1.2 Ambito del proyecto**

El ámbito del proyecto comprende a los centros poblados que forman parte de los Pequeños Sistemas Eléctricos de Chulucanas, Tambogrande y el Medio Piura.

### 1.3 Características climáticas y geográficas

Las condiciones meteorológicas en período normal de ésta obra (sin efectos del fenómeno del Niño) son las siguientes:

Temperatura Mínima	10 °C
Temperatura Máxima	38 °C
Temperatura Media Anual	25 °C
Humedad relativa promedio	90 %
Velocidad Máxima del Viento	60 Km/h
Meses de lluvias moderadas	Enero a Marzo
Altitud promedio	120 m.s.n.m.

### 1.4 Demanda eléctrica

Con el objeto de dimensionar los principales componentes del Sistema de Transmisión, se tomó como información de base el Estudio de Mercado Eléctrico realizado en el Estudio de Factibilidad para el Suministro de Energía Eléctrica a Chulucanas y el Medio Piura.

De las proyecciones efectuadas para estimar la Máxima Demanda de Potencia y el Consumo de Energía, se tienen los siguientes resultados

	Potencia	Energía
Año	Mwh	MwH
1995	3.5	9.3
1996	6.7	21.4
1997	10.3	29.9
2000	12.5	38.6

2014      25.2              84.5

Las cifras equivalen a un crecimiento Promedio anual para los 20 años de 10.9% para la potencia y 12.3 % para la energía. Dichas tasas son relativamente altas y son consecuencia de la integración al sistema de los centros de cargas conformados por los pequeños centros poblados; así como también de la incorporación de las cargas agroindustriales y pozos de bombeo.

## **1.5 Características del sistema**

### **1.5.1 Niveles de tensión de operación**

Los niveles de tensión de operación ejecutados son:

*S.E. Piura Oeste (Ampliación)*

Tensión nominal de Transmisión: 60 KV

- *S.E Chulucanas*

Tensión nominal de Transmisión: 60 KV

Tensión nominal de Subtransmisión: 22.9 kV y 10 Kv

### **1.5.2 Niveles de aislamiento**

Los niveles de aislamiento externo, debido a que se tiene una altura de instalación de menos de 1,000 m.s.n.m., son los que se indican a continuación:

EQUIPOS DE 60 kV

Frecuencia	60 Hz
Tensión Nominal de Servicio	60 kV
Máxima Tensión de Servicio	72.5 kV
Máxima. Sobretensión a 60 HZ	140 Kvef
Tensión de Impulso (BIL)	325 KV pico

Frecuencia 60 Hz

**EQUIPOS DE 22.9 kV**

Tensión Nominal de servicio 22.9 kV

Máxima Tensión de servicio 36 kV

Máxima Sobretensión a 60Hz, 1 min : 70 Vef

Tensión de impulso (BIL) 170 kV

Los niveles de Aislamiento Interno, para los equipos correspondientes son:

**Equipos 60 kV**

Tensión Nominal de Servicio 60 kV

Máxima tensión de servicio 72.5 kV

Máxima sobretensión a 60 Hz, 1 min 140 kV

Tensión de Impulso (BIL) 325 kV

**Equipos 22.9 KV**

Tensión Nominal de Servicio 22.9 kV

Máxima Tensión de servicio 24 kV

Máxima sobretensión a 60 Hz, 1 min 50 kV

Tensión de impulso (BIL) 125 kV

**Servicios auxiliares**

Corriente alterna ( 30, 10 ) 380/220 Vc.a.

Corriente Continua 220 Vcc.

## **CAPITULO II**

### **ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS EQUIPOS**

#### **2.1 Generalidades**

A continuación se describen las especificaciones técnicas con que fueron adquiridos los equipos montados en la Subestación Chulucanas.

Cabe mencionar que los Suministros se adquirieron dentro del programa del IV NON PROJECT donación del gobierno de Japón.

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

##### **OBJETO**

Lo siguiente está basado en las Especificaciones Técnicas del Ministerio de Energía y Minas MEM/DEP-221 [1] y definen las condiciones del suministro del Transformador de Potencia.

##### **Características generales**

###### **Condiciones Técnicas Generales**

El conjunto del suministro es previsto de manera que el diseño, la fabricación y el método de pruebas se rigen de acuerdo a la última revisión de las Especificaciones Técnicas del Ministerio de Energía y Minas MEM/DEP-221 [1]. Si hubiera alguna modificación, ésta se comunica al propietario, en ningún caso se admite un nivel Técnico inferior a lo indicado.

## **Tipo**

El transformador está previsto para servicio exterior, devanado sumergido en aceite, diseñado para dos (02) etapas de enfriamiento: Circulación natural de aceite y aire, ONAN, y circulación forzada de aire, ONAF (33% de la potencia ONAN).

El suministro instalado está equipado solamente para la etapa de ONAN, es sellado herméticamente y posee todos los accesorios necesarios para su instalación completa.

## **Condiciones de Operación**

- a) El transformador está diseñado para suministrar la potencia continua garantizada, en todas sus etapas de enfriamiento y en todas las tomas de rectificación.
- b) El transformador y su equipo de refrigeración funcionan con un nivel de ruido promedio que no excede lo establecido por la norma IEC, fue medido en fábrica de acuerdo a las condiciones establecidas por esta norma y a plena carga.
- c) Todas las piezas son fabricadas con dimensiones precisas, de tal manera que garantizan su intercambiabilidad.

## **Características Eléctricas**

Las características eléctricas, tensiones de cortocircuito y número de núcleos de los transformadores de corriente están dispuestas en los aisladores pasatapas ó bushing de los transformadores de potencia se indican en Cuadros de Datos Técnicos.

## **Requerimientos de diseño y construcción**

### **Núcleo**

La construcción del Núcleo de acuerdo a las Bases con que se adquirieron son tal que reducen al mínimo las corrientes parásitas. Se fabrican de laminaciones de acero eléctrico al silicio de alto grado de magnetización, de bajas pérdidas por histéresis y alta

permeabilidad. Cada laminación es cubierta de material aislante resistente al aceite caliente.

El armazón que soporta el núcleo es una estructura reforzada que tiene la resistencia mecánica adecuada que no presenta deformaciones permanentes en ninguna de sus partes, está diseñada y construida, de tal manera que queda firmemente sujeto a él tanque en ocho (08) puntos como mínimo tanto en la parte superior como en la inferior.

El circuito magnético está fuertemente puesto a tierra con las estructuras de ajuste del núcleo y con el tanque, de tal manera que la conexión se puede soltar de tierra cuando haya que retirar el núcleo en transformadores con capacidades de 5 MVA o mayores la conexión se efectuará con un cable de cobre, de la parte superior del núcleo, a la cubierta interior del tanque, con conector, a una distancia de 50 cm o menos de la escotilla de inspección.

### **Descripción**

Marca	TRAFO BRASIL
Tipo	TUC 7GOOf72.5 115
Serie	XA 0 755 A 001
Potencia Nominal	10/4/7 MVA
Relación	60/22.9/10 kV
Grupo Conexión	Yn / Yn / d5
Frecuencia	60 Hz
Norma	IEC - 76
Año	1996

### **Protecciones principales del transformador**

63T	Relé Buchhol
63C	Protección del Conmutador
Vs	Válvula de Seguridad
C	Termómetro de aceite
No	Indicador de nivel de aceite
26	Imagen Térmica para devanados 60-22.9 y 10 kV
Ps	Díspositivo presión súbita
90	Relé regulación de Tensión

### **2.3 Interruptor de potencia**

#### **Objeto**

Estas especificaciones técnicas definen las condiciones de Diseño y Fabricación.

#### **Características del Interruptor**

##### **a) Condiciones Técnicas Generales**

El conjunto del suministro está previsto de manera que cumple con las características de la presente especificación y con las recomendaciones de la IEC-56 [2] así como de la especificación ETS-SE-002 [3] del Ministerio de Energía y Minas.

##### **b) Tipo**

Los interruptores son tripolares, para servicio exterior, con cámara de extinción en hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) y sistema de mando mecánico.

##### **c) Sistema de Mando**

El sistema de mando de los interruptores es de accionamiento tripolar.

El sistema de mando de todos los interruptores está diseñado para operar con una

tensión auxiliar de 110 V en corriente continua.

### **Lado 60 kV**

#### **Descripción del Interruptor**

Marca	AEG
Tipo	SI-72.5 F1
Serie	3005614/4
Aislamiento	325 KV BIL
Corriente Nominal	2000 A
Corriente Interrupción Simétrica	25 KA
Ciclo de Operación	O-O.3-CO-3min-CO
Tensión Auxiliar	110 VAC
Año	1996

### **Lado 22.9 kv**

#### **Descripción del Interruptor**

Marca	GEC ALSTHOM
Tipo	GL 107
Serie	125 N-0010-1
Norma	IEC 56
Nivel Aislamiento	125 KV
Corriente Nominal	630 A
Corriente Interrupción Simétrica	25 KA
Corriente Interrupción Asimétrica	67.5 KA
Ciclo de Operación	0-0.3 seg-CO-3min-CO

Altitud de Operación 1000 msnm

Año 1996

### **Lado 10 kV**

#### **Descripción del Interruptor**

Marca GEC ALSTHOM

Tipo GL - 107

Serie 12511 - 0010 - 9

Tensión Nominal 17.5 KV

Corriente Interrupción 25 KA

Corriente Nominal 630 A

Ciclo De Operación 0-03 seg-CO-3 min-CO

Tiempo Total Interrupción 76.7 mseg

Tiempo Total Cierre 33.8 mseg

Tensión Auxiliar 110 V

Norma IEC 56

### **2.4 Seccionadores**

#### **Objeto**

Estas especificaciones técnicas definen el diseño y la fabricación del suministro de seccionadores o cuchillas desconectadoras. Cumplen con la última revisión de la Especificación ETS-SE-003 [4] del Ministerio de Energía y Minas

#### **Características de los Seccionadores**

a) Tipos

Las características eléctricas generales y particulares de los seccionadores de la Obra son descritas mas adelante.

b) Mecanismo de Operación

El mecanismo de operación es por medio de aislador giratorio y la conexión a los polos por varillas o tubos. Todo el conjunto y demás accesorios para superación, tienen la facilidad de poder accionarse desde la base de la estructura de montaje.

El funcionamiento del mecanismo es del tipo en que la operación se efectúa mediante el giro de la barra de mando.

Los aisladores rotatorios están equipados con baleros de bolas contenidas en cajas de acero inoxidable. Las otras partes rotatorias están equipadas con ejes de acero inoxidables y bujes de bronce.

b.1 Los equipos con clase de aislamiento 72.5 kV y superiores tienen mecanismo de accionamiento manual y motorizado del tipo tripolar y las tensiones de alimentación son de 110 V DC.

Los mecanismos de accionamiento de las cuchillas de puesta a tierra de los seccionadores de línea serán manual.

El motor del mecanismo de mando es de alto torque, de modo tal que la apertura ó cierre del seccionador se realiza en no más de 07 segundos.

El mecanismo permite también el accionamiento manual en condiciones de falla del sistema motorizado, y durante pruebas, inspecciones y mantenimiento.

b.2 Los equipos con clase de aislamiento 36 kV e inferiores tienen mecanismo de accionamiento manual del tipo tripolar.

Las cuchillas de puesta a tierra de los seccionadores de línea tienen mecanismos de accionamiento manual.

## **Requerimientos de diseño y construcción**

### **Contactos**

Los contactos se solicitan de manera tal que deberán ser capaces de soportar continuamente la corriente nominal a la frecuencia de operación, sin necesidad de mantenimiento excesivo. Autoalineables, plateados y construidos de un material no ferroso de alta conductividad, robustos, balanceados y estables contra choques debidos a corrientes de corto circuitos y alas operaciones bruscas de apertura y cierre.

Los contactos en la posición “cerrado” tienen una presión efectiva y están libres de contaminación o erosión por efecto corona.

### **Lado 60 kV**

#### **Descripción del Seccionador de Línea**

Marca	SDCEM
Tipo	SR 16200
Serie	86687-1 A-1B- 1C
Aislamiento	325 kV
Tensión Nominal	72.5 KV
Corriente Nominal	800 A
Corriente Corto Circuito	20 KA - 1 seg
Control Tipo	HR40 NIII 86687 - 4 11855

### **Lado 22.9 kV**

#### **Seccionador de Barras Vertical**

Marca	SDCEM
Tipo	SB - 17849 P
Serie	86668
Nivel de Aislamiento	125 KV
Corriente Nominal	630 A
Corriente Cortocircuito	20 KA - lseg
Tensión Nominal	24 KV

**Seccionador de barras salida 1**

Marca	SDCEM
Tipo	SB - 1717849 P
Serie	86668
Nivel de Aislamiento	125 KV
Corriente Nominal	630 A
Corriente Cortocircuito	20 kA - 1 seg
Tensión Nominal	24 kV
Año	1996

**Seccionador de barras salida 2**

Marca	SDCEM
Tipo	SS - 17849 P
Serie	86668
Nivel de Aislamiento	125 KV
Corriente Nominal	630 A
Corriente Cortocircuito	20 KA- lseg

Tensión Nominal 24 KV

Año 1996

**Seccionador de barras salida 3**

Marca SDCEM

Tipo SB - 17849 P

Serie 86668

Nivel de Aislamiento 125 KV

Corriente Nominal 630 A

Corriente Cortocircuito 20 KA - lseg

Tensión Nominal 24 KV

Año 1996

**Seccionador salida 1 : Morropon**

Marca SDCEM

Tipo SB17849P

Serie 866668

Nivel de Aislamiento 125 kV

Corriente Nominal 630 A

Corriente Cortocircuito 20 KA - 1seg

Corriente Auxiliar 110 Vcc

Año 1996

**Seccionador salida 2 : Paccha**

Marca SDCEM

Tipo SB 17849P

Serie 86668  
Nivel de Aislamiento 125 KV  
Corriente Nominal 630 A  
Corriente Cortocircuito 20 KA- lseg  
Corriente Auxiliar 110 Vcc  
Año 1996

**Seccionador salida 3 Tambo Grande**

Marca SDCEM  
Tipo SB 17849P  
Serie 86668  
Nivel de Aislamiento 125 KV  
Corriente Nominal 630 A  
Corriente Cortocircuito 20 KA - lseg  
Corriente Auxiliar 110 Vcc  
Año 1996

**Lado 10 kV**

**Seccionador de salida**

Marca SDCEM  
Tipo SB - 17849 P  
Serie 86668 42A 42B 42C  
Nivel Aislamiento 95 KV  
Corriente Nominal 630 A  
Corriente Cortocircuito 20kA - 1 seg

Corriente Auxiliar      110 Vcc

Año                      1996

## **2.5 Transformador de tensión capacitivo e inductivo**

### **Objeto**

Las presentes Especificaciones técnicas definen el diseño y la fabricación de los Transformadores de Tensión que fueron adquiridos para la Subestación Chulucanas y que cumplen con la última revisión de la Especificación Técnica del Ministerio de Energía y Minas ETS-SE-004 [5] .

### **Requerimientos de Diseño y Construcción**

El suministro requerido se indica ser entregado en perfecto estado de manera que de plena satisfacción durante el período de operación previsto.

En el período de Licitación, el Postor llena los cuadros, indicando los datos técnicos garantizados, los mismos que servirán de base para el posterior control de los suministros.

Los transformadores de tensión con Clases de Aislamiento de 72.5 kV y superiores son solicitados de tipo capacitivo, aislados con papel sumergido en aceite y colocado dentro de una envolvente de porcelana sellado herméticamente.

Los transformadores de tensión con Clases de Aislamiento hasta 36 kV, son solicitados de tipo Inductivo, para servicio exterior, sumergido en aceite y de sellado hermético.

#### **a) Tensiones Secundarias**

Los valores de las tensiones secundarias son de 110 V AC

#### **b) Clase y carga nominal de precisión**

La Clase de Precisión se designa por el máximo error admisible, expresada en porcentaje (%) para los errores de relación y en minutos para los errores de fase, que el transformador puede introducir en la medición de potencia operando con su tensión nominal primaria y a su frecuencia nominal. En los Cuadro de datos Técnicos presentados en el período de Licitación, se indican las que se requiere.

La Carga Nominal de Precisión debe estar basada en la tensión nominal secundaria y terciaria de acuerdo a lo indicado en los Cuadro de datos Técnicos.

c) Esfuerzos por cortocircuito

Se solicitan transformadores diseñados para soportar, durante un segundo, los esfuerzos mecánicos y térmicos debido a un cortocircuito en las terminales secundarias manteniendo, en las primarias, la tensión nominal del transformador, sin exceder los límites de temperatura recomendadas por las normas IEC.

d) Frecuencia

Los transformadores deben ser capaces de operar en sistemas con frecuencia nominal de 60 Hz. También deben ser capaces de operar continuamente a frecuencia nominal con una tensión, de 1.1 veces la Tensión Nominal.

e) Polaridad e identificación de terminales

En los terminales del equipo se solicita normalmente marcar la Polaridad perfectamente clara, fácilmente identificable y a prueba de intemperie.

Las marcas de los terminales deben identificar: los devanados primarios, secundarios y terciarios, las secciones de cada devanado, en caso de haberlas, las derivaciones intermedias y las polaridades relativas de los devanados.

**Lado 60 kV**

### **Descripción del Transformador de Tension Capacitivo**

Marca	GEC ALSTHOM
Tipo	CCV 72.5
Serie	96-XH 509405 001-003-004
Tensión Nominal	72.5
Tensión Primaria	60,000/V3 v.
Baja Tensión	100/V3 v.
VA	50 VA CL 0.5 , 50 VA CL 3 P
Capacitancia	14000 Pfd-5+10%
BIL	72.5/140/325 kV
Año	1996

### **Lado 22.9 kV**

### **Descripción del Transformador de Tension Inductivo**

Marca	GEC ALSTHOM
Tipo	VIE-25
Serie	96U 4006 - 01 - 02 - 03
Tensión Primaria	22900/V3
Baja Tensión	100/V3 - 100 v.
Precisión	50 VA - CL 0.5 ; 50 VA - CL 0.5
Carga Térmica	400 VA
Norma	IEC - 186/87
Año	1996

## **Lado 10 kV**

### **Descripción del Transformador de Tension Inductivo**

Marca	GEC ALSHTOM
Tipo	VLE - 15
Serie	96U4008 - 12 / 07 / 01
Tensión Primaria	10000/V3
Baja Tensión	110/V3 - 100
Carga Térmica	400 VA
Norma	IEC 186 - 87
Año	1996

## **2.6 Transformadores de corriente**

### **Objeto**

Las presentes especificaciones técnicas definen el diseño, la fabricación, pruebas y suministro de los transformadores de Corriente de acuerdo a la última revisión de la Especificación ETS-SE-005 [7] del Ministerio de Energía y Minas.

### **Requerimientos de diseño y construcción**

Los Transformadores de Corriente para clase de Aislamiento de 72.5 kV y superiores son de columna, tipo Multi-relación en el primario y para servicio exterior, aislados con papel sumergido en aceite y colocados en una envolvente de porcelana, sellado herméticamente.

#### **a) Aislamiento**

El aislamiento de los transformadores de Corriente es adecuado para conectarlo a la red en serie con las fases. En los Cuadros de Datos Técnicos se indican las características técnicas.

**b) Corrientes**

El comportamiento de los transformadores, tanto para medición como para protección, estará basado en la corriente nominal primaria y la carga secundaria.

Los transformadores de corriente son de tipo Multi-relación en el primario según normas IEC, mientras que los secundarios son de 5 A.

**c) Clase y carga nominal de precisión**

La Clase y Carga Nominal de Precisión para los núcleos de medición son 0.5, 30 VA y para protección 5P20, 30 VA.

**d) Esfuerzos por cortocircuito**

Los transformadores de corriente están diseñados para soportar, durante un segundo, los esfuerzos mecánicos y eléctricos debido a un cortocircuito en los terminales del primario, con el secundario en cortocircuito.

**e) Frecuencia**

Los transformadores operan en sistemas con frecuencia nominal de 60 Hz.

**f) Polaridad e identificación de terminales**

En los terminales del equipo se encuentra marcada la Polaridad perfectamente clara, fácilmente identificable y a prueba de intemperie.

Las marcas de los terminales identifican: el primario, los devanados secundarios de cada núcleo las derivaciones intermedias y las polaridades relativas de los devanados y sus secciones.

### **g) Condiciones y altura de instalación**

Todos los transformadores de corriente son para instalación a intemperie cuya temperatura y altura pueden variar entre  $-15^{\circ}\text{C}$  y  $40^{\circ}\text{C}$ , y el nivel del mar y 4,200 m.s.n.m., respectivamente.

Las características del Diseño de los transformadores prevén protección contra polvos, humedad y abrasivos, vibración, choques, golpeteos y transporte inadecuado.

### **h) Aisladores**

Los aisladores son de porcelana homogénea libre de burbujas o cavidades de aire, obtenida por proceso húmedo. El acabado es vidriado, color café, uniforme y libre de manchas u otros defectos. Son adecuados para servicio a intemperie y están dotados de Conectores apropiados. Soportan, sin riesgo, atmósferas salinas y contaminadas, así mismo pueden utilizarse al nivel del mar y a 4200 m.s.n.m.

Los transformadores de Corriente tienen las salidas y los aditamentos necesarios para efectuar mediciones de Capacitancia y Factor de Potencia.

El aislamiento del equipo es capaz de soportar continuamente la Tensión máxima de Diseño.

### **i) Cajas terminales secundarias**

Cada transformador de corriente se encuentra equipado con caja de conexiones para los terminales secundarios. También incluye dispositivos de corto circuito. La caja es resistente a la intemperie, a prueba de lluvias y del acceso de insectos y ventilada para evitar condensaciones. Tiene cubierta removible y provisiones para la entrada de tubo conduit de 25 mm de diámetro para la acometida de cables con espacio suficiente para permitir la conexión de los mismos.

Adicionalmente por cada tres (03) transformadores de Corriente adquiridos por el MEM se tienen suministrados una caja de Agrupamiento metálica para intemperie con puerta y chapa de seguridad para los cables del secundario. Conteniendo borneras tipo cortocircuito, control y calefactor en 220 VAC y provisiones para la entrada de tubos conduit de 50 mm de diámetro para la acometida de cables con espacio suficiente para permitir la conexión de los mismos.

**k) Placa de datos**

Es de acero inoxidable ubicado en un lugar visible. Contiene la siguiente información siguiente: Nombre del aparato, Marca, Número de serie, Tipo (designación del fabricante), Relación de Transformación, Clase y Potencia de Precisión, Frecuencia y Posición de montaje.

**Accesorios**

Los siguientes accesorios se encuentran suministrados por cada unidad de transformador de Corriente:

- Placa de identificación.
- Terminales de fase, tipo plano con cuatro huecos y fabricado de aluminio.
- Terminales de tierra para cables de 2/0 a 4/0 AWG fabricados de bronce
- Caja de conexiones de cables.
- Caja de agrupamiento. Una (01) por cada tres unidades.
- Estructura de soporte, con todas las tuercas y pernos necesarios.
- Herramientas necesarias.
- Controles y Pruebas

El Fabricante diseña, fabrica y prueba los transformadores de corriente a ser suministrados de acuerdo a las siguientes publicaciones de la Norma IEC vigentes:

Publicación No. 185(con sus addendums) [8]

Publicación No. 296(con sus addendums) [9]

## **2.7 Interruptor automático de recierre**

### **Objeto**

Estas especificaciones técnicas tienen por objeto definir las condiciones de Diseño, Fabricación, método de prueba y suministro de un dispositivo autocontrolado para interrumpir automáticamente una corriente alterna, con función de recierre, basada en secuencias (seleccionables) predeterminadas por intervalos temporizados, seguidos por una apertura definitiva, denominado, según ANSI/IEEE 'AUTOMATIC CIRCUIT RECLOSERS' (Interruptor Automático de Recierre).

### **Características del Recloser**

#### **a) Condiciones Técnicas Generales**

El conjunto del suministro está previsto de manera de cumplir con las características de la presente especificación y con las recomendaciones de la ANSI-IEEE C37.60, C37.61, C37.90.

#### **b)Tipo**

Los Reclosers son tripolares , para servicio exterior, con cámara de extinción en gas hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) y control automático de operación electrónico.

#### **c) Características**

Las características de los Reclosers actualmente mentados en la S.E. Chulucanas son las siguientes:

Salida 1: Morropón	Salida 2: Paccha	Salida 3: Tambo Grande
Marca : COOPER	Marca: COOPER	Marca: COOPER
Tipo : VWVE 27	Tipo: VWVE 27	Tipo: VWVE 27
Serie : 132668412	Serie: 13220	Serie: 13206

#### **d) Sistema de Mando**

El sistema de mando es Electrónico, de accionamiento tripolar de acuerdo a lo especificado en los Cuadros de Datos Técnicos. Además cuenta con un control manual para operación de emergencia y/o mantenimiento.

#### **Requerimientos de diseño y construcción**

##### **a) Elementos de conducción de la corriente:**

Los elementos conductores son capaces de soportar la Corriente Nominal continuamente a la frecuencia de operación sin necesidad de mantenimiento excesivo. Los terminales y conexiones entre los diferentes elementos están diseñados para asegurar, permanentemente, una resistencia de contacto baja.

##### **b) Mecanismo de interrupción del arco:**

El Recloser es capaz de romper la continuidad de cualquier corriente alterna automáticamente, con función de recierre, basada en secuencias (seleccionadas) predeterminadas por intervalos temporizados, seguidos por una apertura definitiva.

El mecanismo de interrupción del arco es diseñado con suficiente factor de seguridad, tanto mecánica como eléctricamente, en todas sus partes para resistir hasta cuatro (04) ciclos continuos de recierre.

##### **c) Aislamiento:**

Los aisladores de los Reclosers son de porcelana y diseñados de tal forma que si ocurre una descarga a tierra por Tensión de Impulso con el Recloser en las posiciones de 'abierto' o 'Cerrado', deberá efectuarse por la parte externa, sin que se presente flameo en la parte interna o perforación del aislamiento, Está diseñado para instalación al exterior y ambiente contaminado teniendo en cuenta una línea de fuga de 25mm/kV. Así mismo tiene la suficiente resistencia mecánica y física para soportar los esfuerzos debido a las operaciones de apertura y cierre, los esfuerzos razonables en los conectores y conductores, variaciones bruscas de temperatura y los producidos por sismo.

El aislamiento del Recloser es capaz de soportar continuamente la Tensión Máxima de Diseño.

d) Mecanismos:

d.1 Mecanismo General

El Recloser está diseñado para operación automática y manual, sobre un mecanismo por acumulación de energía por resorte.

d.2 Mecanismo de Apertura

Los Reclosers serán del tipo disparo libre.

El mecanismo de apertura está diseñado en forma tal que asegura la apertura del Recloser en el tiempo especificado si el impulso de disparo es recibido en las posiciones de totalmente o parcialmente cerrado.

Se cuenta con un dispositivo para efectuar la apertura manual localmente en caso de emergencia.

d.3 Mecanismo de Cierre:

Se diseña en tal forma que no interfiere con el mecanismo de Disparo. El mecanismo de Cierre es desenergizado automáticamente, cuando se completa la operación.

e) Requerimientos de Control:

El sistema de mando está previsto para ser accionado:

- Localmente, seleccionable mediante un conmutador ubicado en la caja de control del Recloser.
- Automáticamente por las órdenes emitidas desde las protecciones y automatismos.
- Dispositivo de disparo de emergencia (local).

f) Caja de Control:

Las cajas de control son a prueba de intemperie y disponen de un control y calefactor eléctrico para reducir la humedad relativa al nivel tolerado por los equipos.

Los solenoides de control, sistema de mando, automatismos, interruptores auxiliares, bloques terminales, etc, están alojados en una caja, centralizando el mando para los 3 polos.

g) Contador de Operaciones:

Los Reclosers poseen un contador mecánico de operaciones, ubicado en la caja de control.

h) Resistencia Mecánica

Los Reclosers están diseñados mecánicamente para soportar entre otros, esfuerzos debidos a:

- Cargas del viento

Fuerzas electrodinámicas producidas por cortocircuito.

- Fuerzas de tracción en las conexiones horizontales y verticales en la dirección más desfavorable.

i) Inspección

Los Reclosers son diseñados en consideración a la facilidad de inspección, especialmente para aquellas partes que necesiten mantenimiento rutinario.

Transformadores de corriente

Todos los Recloser tienen transformadores de corriente tipo BUSHING de las siguientes características:

Potencia	15 VA
Número de Núcleos	Dos (02)
Corriente	
Primario	400 A RELACION MULTIPLE
Secundario	5-5 A
Clase de precisión	5P10 (Núcleo N° 1) 0.5 (Núcleo N° 2)

## **2.8 Batería de acumuladores y cargador rectificador**

### **Objeto**

Las presentes Especificaciones técnicas tienen por objeto definir el diseño y la fabricación del equipo de corriente continua, consistente en rectificadores-cargadores y bancos de acumuladores estacionarios.

### **2.8.1 Batería de acumuladores**

### **Especificaciones de diseño y construcción**

El Banco de Acumuladores está formado por celdas del tipo Plomo Acido Multitubular abiertas.

Las baterías están diseñadas para larga duración (15 años mínimo) y mantenimiento reducido. Operan en un recinto cerrado y trabajan en carga flotante conjuntamente con el Cargador Rectificador respectivo. Los acumuladores, se instalan en bastidores con riel aislante de Polietileno a prueba de sismos y pintado de color gris con pintura resistente al ácido según ASA # 61.

Los conectores entre celdas tienen adecuada capacidad de corriente y están ajustados con pernos y tuercas, los bomes inicial y final están protegidos con cubiertas de Polietileno de color Rojo (+) y Verde.

Las celdas están protegidas contra el polvo y la suciedad, previstas contra la evaporación del electrólito, las celdas están montadas al interior de recipientes de plástico o vidrio de alta resistencia, dimensionados de tal manera que la celda contiene una reserva suficiente de electrólitos, que permite el funcionamiento de larga duración.

Las condiciones de temperatura de trabajo son:

Temperatura mínima	-10 °C
Temperatura media anual	15 °C
Temperatura máxima	40 °C

El fabricante ajusta las capacidades de las baterías para estas temperaturas.

El valor promedio del régimen de auto-descarga de la batería no debe ser mayor que el 0.5 % en veinticuatro (24) horas.

### **Características eléctricas**

Las Características Eléctricas se definen en los Cuadros de Datos Técnicos entregadas por el postor en el período de Licitación, mas adelante se describirán éstas características.

### **Accesorios**

Los siguientes elementos se solicitan ser suministrados con cada Batería de Acumuladores:

- Soporte del Banco de Baterías y Pernos de Anclaje.
- Conectores entre celdas.
- Hidrómetro.
- Termómetro del tipo respiradero.
- Voltímetro para celdas.
- Herramientas especiales necesarias y llaves para ajuste de pemos.
- Conectores terminales.
- Jeringas y embudos.
- Electrólito, en el caso de Baterías Abiertas Plomo-Acido.
- Jarm, para Electrólito.
- Placa de Identificación.
- Caja hermética en chapa de acero, equipada con fusibles del tipo extraíble por empuñadura de elevada capacidad de interrupción y dimensionados para una protección eficaz de la batería.

### **Puntos definidos**

- Tensión inicial, promedio y final de la batería a régimen de descarga de Diez (10) horas, Cinco (05) horas, Una (01) hora
  - Corriente permisible de descarga de corta duración (para un (1) minuto)
  - Eficiencia de Amperios - Hora
  - Eficiencia de Watios - Hora
- Valor promedio del régimen de autodescarga a 25 C
- Características iniciales de carga (tensión, densidad y temperatura del electrolito).
  - Tensión óptima y densidad del electrolito para las celdas bajo carga flotante.
  - Corriente máxima de carga.
  - Características de descarga
  - Características de:  
Anodo, Cátodo, Electrolito, Separadores, Terminales, Conectores entre celdas, Recipiente, Cubiertas, etc.
  - Dimensiones y pesos (con y sin Electrolito).
  - Herramientas y materiales especiales para instalaciones.
- Instrucciones para la instalación, carga, operación y mantenimiento.

### **Pruebas de los acumuladores**

Los acumuladores se someten a pruebas de Fabricación según las normas IEC respectivas.

Las pruebas individuales son ejecutadas en los laboratorios del fabricante con presencia de un (01) ingeniero inspector en representación del Propietario, cuyos costos

corren a cargo del Postor y servirán para el control final de los equipos y comprenderán como mínimo las siguientes:

- Control de la calidad de Fabricación.
- Control de operación del sistema de protección en condiciones análogas a las que pudieran realmente darse.
- Carga preliminar de baterías piloto seleccionadas del mismo lote de fabricación de los bancos hasta alcanzar su capacidad máxima (carga normal. seguida de carga-rifloating durante dos días, con control de las características de corriente de carga y tensión.
- Descarga de las baterías piloto sobre resistencia, para establecer la característica de descarga en 12 horas.
- Descarga inmediata de las, batería piloto para determinar las características de funcionamiento.

### **2.8.2 Cargador rectificador**

#### **Especificaciones de diseño y construcción**

El Cargador-Rectificador es usado como equipo de suministro de corriente continua de carga de equilibrio, y carga flotante del banco de Acumuladores.

El Cargador-Rectificador viene provisto de un regulador automático de tensión y reguladores controlados de silicio (SCR), el cual es controlado y supervisado en el sitio de instalación del cargador.

El Cargador-Rectificador es capaz de ajustar automáticamente la tensión de salida en corriente continua, para el caso de carga flotante, y efectúa la carga inicia, carga

ordinaria y la sobrecarga mediante un conmutador de control que está montado en el mismo tablero del cargador.

El rectificador cargador adquirido es solicitado con características de la más alta eficiencia, bajo rizado y durable bajo largos períodos de uso.

La sobre elevación de temperatura de los componentes se solicitó no ser mayor que los siguientes valores:

- Núcleos magnéticos y arrollamientos del transformador de poder 50 °C.
- Empalmes de los elementos rectificadores:

Tiristor	65 °C
Silicio	85 °C
Resistencias	150 °C

El equipo cargador-rectificador viene provisto de los elementos de protección necesarios a fin de proteger al conjunto contra fallas de cortocircuito y sobretensiones.

El diseño del tablero considera la radiación del interior y la provisión de los elementos refrigerantes necesarios, el acceso al equipo es por el frente abriendo la puerta, su construcción es mecánicamente robusta con pintura homogénea de color gris claro según ANSI # 61.

### **Descripción**

Marca	AEES
Tipo	CBI
Serie	96 / 30632P4
Tensión Entrada	3 x 380/390 V
Tensión Salida	110 Vcc

Frecuencia                60 Hz

Año                        1996

### **Accesorios**

Los siguientes accesorios se indican ser suministrados como mínimo con cada cargador rectificador, entre otros:

- Voltímetro y Amperímetro de salida.
- Bornes para medición de tensión de salida.
- Tarjeta de alarmas (Falla de tensión CA, Baja tensión CD, Falla de carga, Corto circuito, Positivo y Negativo a tierra, Desconexión por alta tensión de entrada y alta Temperatura.)
- Placa de identificación
- Lámparas indicadoras
- Aparatos marcadores
- Borne de tierra
- Otros necesarios

### **2.9 Tableros de control**

A continuación se definen las especificaciones técnicas de los Tableros de Control de la Subestación 10 MVA Chulucanas [6] , los cuales están constituidos por Paneles de Protección, Control, Medida, Mando, Señalización y de Servicios Auxiliares; incluyendo sus accesorios y cableados correspondientes a la Subestación materia del presente informe de Tesis.

### **Características Principales de Diseño y Montaje**

Los Paneles son para instalación al interior de la casa de control, sin partes accesibles bajo tensión con un grado de protección IPH 6 e IP 55.

Cada panel está construido considerando aproximadamente un 20% de borneras de reserva con un mínimo de 10 unidades para futuras ampliaciones y/o modificaciones.

Desde el inicio el fabricante de los Tableros de control presenta los planos y croquis de diseño para la aprobación por parte del Propietario y/o el supervisor. Esta es una condición obligatoria para la fabricación de los tableros.

Los paneles son para servicio interior, blindado, autosoportado, sin partes accesibles bajo tensión , con un grado de protección IPH – 6 e IP 55.

Los tableros vienen especificados con los siguientes requerimientos:

- El cableado de los circuitos de corriente y control se requieren ser realizados con conductor de cobre cableado, 7 hilos, de un calibre mínimo de 12 AWG y 14 AWG para cada caso respectivamente, cubierto con aislamiento de polietileno, resistente al calor y humedad, no inflamable y con un nivel de aislamiento de 600 V.
- El cableado es dividido en varios circuitos independientes por ejemplo los circuitos de tensión, mando, señalización, alarma, etc.; cada uno de éstos deberán estar protegidos por interruptores termomagnéticos de capacidad adecuada.
- Los circuitos de apertura de interruptor cuentan con una señal luminosa que indica pérdida de tensión auxiliar.
- Todos los cables son marcados adecuadamente, de tal forma que se identifica claramente el circuito al cual pertenece además van dentro de canaletas de fácil acceso.

- Se cuenta con un 20 % de terminales de reserva para futuras conexiones externas (para conductores N° 12 AWG).

- De acuerdo a standares con otras Subestaciones construidas, se ha respetando la identificación de colores siguiente:

Circuitos secundarios de los transformadores de tensión: Rojo

Circuitos secundarios de los transformadores de corriente: Negro :

Circuitos en corriente continua: Azul

Circuitos en corriente alterna excepto circuitos de potencia : Amarillo

Neutro : Marrón

Cables de salida trifásicos para circuitos en corriente alterna

Fase A : Blanco

Fase B : Verde

Fase C : Rojo

Cables alimentadores de corriente continua

Positivo : Blanco

Negativo : Negro

- El diseño es tal que permite sacar o reemplazar cualquiera de los equipos sin necesidad de afectar a los demás ni de remover conectores u otros elementos.
- El gabinete es fabricado con perfiles estructurales y planchas de acero de acabado liso de un espesor no menor a 2.5 mm. con puerta por parte posterior y chapa con llave.
- Las planchas de los extremos son removibles de modo que permiten adicionar o eliminar paneles.

- El gabinete tiene en la parte inferior una plancha metálica con una capa removible para el ingreso de los cables de control.
- Todas las partes metálicas son limpiadas y protegidas contra óxidos mediante un proceso de pintura a base de fosfatos el que es seguido inmediatamente por dos capas de impregnación de pintura anticorrosiva, añadiéndose las capas necesarias de acabado con sistema vinílico de color gris claro (**ANSI 61**).
- Los paneles son suministrados con orejas, fijados en la parte superior, que soportan el izamiento de todo el panel con su equipamiento completo montado en él.
- En la cara frontal al panel se tiene una barra mímica que representa las conexiones de los equipos principales. La barra mímica es de plástico de 7.00 mm. de ancho por 3.00 mm. de espesor firmemente asegurada al tablero.
- Todos los paneles tienen una barra de cobre de 5x25 mm. fija en la parte posterior e inferior del mismo para puesta a tierra. Esta barra lleva un terminal de cobre para un conductor de 2/0 a 4/0 AWG.

## **CAPITULO III MONTAJE ELECTROMECHANICO**

### **3.1 Generalidades**

Para la ejecución de la Subestación Chulucanas se tuvieron en cuenta los lineamientos establecidos por:

Especificaciones Técnicas impartidas por el Ministerio de Energía y Minas, Recomendaciones de los fabricantes de los Equipos, y el Código Eléctrico Nacional.

Asimismo en la medida de lo posible y dentro del alcance del presupuesto programado, la labor de construcción realizada correspondió a las mejores prácticas de ingeniería, así como a los mejores métodos de construcción, de modo que se presentó el día de la energización (18/7/97) un acabado limpio y seguro que no pone en peligro a las personas y equipos.

### **3.2 Trabajos de montaje**

Los principales trabajos que se ejecutaron fueron, entre otros, los siguientes:

- Transporte de los materiales y equipos a obra.
- Obras Civiles
- Puesta a tierra de la Subestación
- Erección de las Estructuras Metálicas
- Tendido de Ductos
- Instalación Eléctrica en la Sala de Control
- Montaje de equipos en patio de la Subestación
- Instalación Eléctrica de la Sala de Control

- Instalación del Sistema de iluminación y Energía del patio de la Subestación
- Montaje y Corrección de conductores, barras, aisladores y conectores.
- Montaje y Cableado de cubículos, cajas de empalme y equipos de patio
- Montaje y Cableado de los equipos de servicios auxiliares.
- Pruebas y Puesta en Servicio

### **3.3 Especificaciones y metodología para el montaje**

#### **3.3.1 Red de tierra**

La red de puesta a tierra está formada por un conductor de cobre desnudo calibre 70 mm<sup>2</sup>.

Sobre la red se conecta el íntegro de las estructuras metálicas, con los siguientes lineamientos:

- Los empalmes de la red de tierra profunda y de la red de tierra superficial son de tipo soldado y se efectúan con moldes y soldaduras tipo Cadweld.
- Todas las conexiones de puesta a tierra superficial, son estañadas en sus extremos y luego fijadas con la grapa que se especifique.

Todos los bornes de conexión son limpiados previamente con una lija muy fina.

En el caso de los equipos del patio de alta tensión, la conexión de tierra llega a los bornes correspondientes, para lo cual, el conductor de tierra se fija adecuadamente en la estructura soporte del equipo.

#### **3.3.2 Estructuras de acero**

Antes de iniciar el ensamblaje de las estructuras de acero, se examinaron las piezas y se corrigieron en frío las deformaciones que éstas sufrieron por efecto del almacenaje ó transporte luego se procedió a su izaje y montaje sobre las bases establecidas por los planos.

Para la ejecución del montaje se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Nivel óptico en la comprobación de niveles.
- Plomada y nivel de burbuja para comprobar la verticalidad y horizontalidad.
- Cinta metálica para comprobación de ejes.
- Cordel para los alineamientos.

### **3.4 Montaje de equipos en el patio de llaves**

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

Como comentario previo cabe resaltar el contratiempo que se tuvo en el montaje de este suministro debido a un accidente que sufriera durante su transporte.

A consecuencia, el representante del fabricante tuvo la necesidad de soldar una brida del colector en el lado de la caja principal. El desnivel existente generó el deterioro de una empaquetadura que presentó fuga de aceite aislante durante la operación de llenado y recirculación del aceite inhíbido, empaque que fue reemplazado de inmediato.

Así mismo, el golpe que sufriera el Trafo en el accidente señalado, causó la ruptura de tapa de la caja del accionamiento motorizado del conmutador bajo carga; el mismo que ha quedado cerrado precariamente (amarrado y sellado con silicona.) para prevenir el ingreso de agua proveniente de las lluvias naturales de la zona, agente que podría causar oxidamiento de los contactos o componentes internos e incluso provocar fallas con actuación de las protecciones del trafo y el consecuente corte de servicio de energía.

En consecuencia, no obstante el resultado satisfactorio de las pruebas protocolares, por recomendación del representante del fabricante, el conmutador bajo carga ha quedado en una posición de "TAP FIJO" hasta que el Ministerio de Energía y Minas en coordinación con el concesionario Electro Noroeste reparen o cambien la caja de

accionamiento defectuoso del conmutador y lo coloquen en régimen de operación automática bajo carga.

Respecto al montaje propio, el transformador se instaló mediante maniobras con las plumas, sobre vías de rodamiento adecuadas cerca de su ubicación final y luego se realizaron las siguientes actividades:

- Inspección de daños externos visibles.
- Verificación de la presión del nitrógeno usado para protección contra la humedad en el transporte.

Luego se procedió al armado de radiadores, aisladores, conservador de aceite, accesorios, etc. Para esta labor se tuvo en cuenta las condiciones ambientales y no se permitió la presencia de fuego de ninguna naturaleza en las cercanías.

El armado se efectuó siguiendo estrictamente las instrucciones del supervisor del fabricante brasileño TRAF0.

Se procedió al llenado de aceite con la siguiente secuencia:

Se probó el aceite con el uso de un espinterómetro para determinar el grado de contaminación alcanzado durante el manipuleo, transporte y almacenamiento.

Para reducir al máximo la cantidad de sólidos, humedad y gases, y asegurar que las características dieléctricas del aceite queden dentro del nivel de calidad adecuado, se realizó el tratamiento del aceite.

Se procedió luego al secado del transformador mediante alto vacío y calor.

A continuación se llenó el transformador con aceite.

- Pruebas de campo después del montaje, como:
- Prueba de relación de transformación
- Comprobación del equipo de conexión

- Verificación del nivel de aceite
- Medición del aislamiento
- Verificación de los elementos de protección
- Prueba del conmutador de mando.

Así mismo se realizó el alineamiento y fijación definitiva del transformador mediante cuñas, de acuerdo a lo indicado en planos del fabricante.

Se conexionaron y posteriormente probaron todos los cables de control, de acuerdo a planos.

Se probó el sistema de protección del Transformador.

### **3.4.2 Interruptor de alta tensión**

El montaje de los interruptores se efectuó de acuerdo con lo indicado en las especificaciones técnicas y con lo recomendado por el fabricante del equipo. De acuerdo con esto, se realizaron las siguientes actividades principales:

Izaje, ensamblaje, alineamiento, nivelación y fijación de los polos del interruptor sobre su estructura soporte.

Instalación de la caja de mando sobre su respectiva estructura y conexión de los accionamientos entre polo y caja de mando.

- Regulación y control de ajustes.
- Llenado de gas.
- Verificación de la alarma y bloqueo por falta de presión de gas.
- Verificación de los valores funcionales del interruptor como: tiempo de cierre y apertura Presión de gas
- Medición de la resistencia de contactos.
- Prueba de simultaneidad de los contactos.

- Prueba de los accionamientos y bloqueos remotos.
- Aislamiento

### **3.4.3 Seccionador de alta tensión**

El montaje del seccionador se ejecutó de acuerdo a las especificaciones técnicas impartidas por el MEM y a las recomendaciones del fabricante del equipo. Las actividades principales fueron :

Armado de la estructura soporte y montaje de ésta en su base correspondiente.

lzaje, ensamblaje, alineamiento, nivelación y fijación de las diferentes partes del seccionador sobre la estructura soporte.

Instalación de los sistemas de control, mandos mecánicos y eléctricos con sus respectivas estructuras soportes, incluyendo todos los accesorios.

- Regulación y control de ajuste.
- Medición de la resistencia de contactos.
- Medición del tiempo de cierre y apertura con mando motorizado.
- Prueba de los accionamientos y bloqueos remotos.
- Aislamiento

### **3.4.4 Transformadores de corriente, tensión y pararrayos**

Las principales actividades para la ejecución del montaje de estos equipos fueron:

Ensamblaje y montaje de la estructura soporte.

lzaje, alineamiento, nivelación y fijación de cada equipo sobre la estructura soporte.

Conexión de baja tensión

Así mismo se realizaron posteriormente las siguientes pruebas :

- Polaridad
- Relación de Transformación

- Aislamiento

### **3.4.5 Tableros de control y protección**

Los tableros de control vinieron montados, cableados y probados de fábrica (FIANSA-Trujillo) por lo que el contratista se encargó de montar y nivelar en el lugar indicado por la ingeniería de detalle así como realizó las siguientes verificaciones:

- Estado del tablero
- Correcta identificación de los componentes
- Conexión a tierra
- Control visual del cableado
- Prueba de los controles y mandos de los equipos de maniobra
- Prueba de los bloqueos
- Prueba de alarmas audio-visuales
- Prueba y regulación de los relés de protección, considerando:
  - . Verificación de conexiones externas.
  - . Punto de operación
  - . Tiempo de operación
  - . Operación de Alarma
- Accionamiento de los aparatos de maniobra que deben operar con la protección
- Verificación de lectura de los instrumentos de medida.
- Medición del aislamiento

### **3.4.6 Sistema de barras de alta tensión**

Se efectuó el montaje de todo el sistema de barras a los niveles indicados en los planos, respetando las características de cada tramo. Se tomaron las precauciones necesarias para evitar que los conductores y barras rígidas sufran daños de cualquier

naturaleza durante su traslado y montaje. Asimismo, se evitó que el conductor y las barras rígidas tengan contacto con el terreno ó superficies duras que puedan dañarlos.

El traslado de los aisladores se efectuó con mucho cuidado y antes de instalarlos se limpiaron cuidadosamente del polvo y materiales del embalaje.

Las conexiones de los conductores se hicieron de acuerdo a lo especificado en los planos. Hay que tener especial cuidado en el acabado de los cables de conexión, controlando la figura, verticalidad y alineamiento de éstos.

El ajuste de los pernos en los bornes de conexión de los equipos se efectuaron cuidadosamente, mediante el sistema de dos llaves, sin transmitir esfuerzos peligrosos a los equipos.

#### **3.4.7 Cables de control y servicios auxiliares**

Se efectuó el tendido, fijación y conexionado de los cables de control respectivos entre los equipos de alta tensión, paneles de control, tableros de servicios auxiliares, baterías, etc., de acuerdo a los esquemas que el Contratista elabora en la Ingeniería de Detalle aprobados por la supervisión.

Con relación a ésto, se realizaron principalmente las siguientes actividades:

Tendido según el esquema de recorrido estudiado por el contratista , cuidándose de obtener el mejor ordenamiento y el mínimo de superposiciones y cruces.

De las bobinas de cable, se seccionaron las longitudes requeridas, comenzando por los tramos de mayor longitud y dejando en cada extremo una longitud adicional adecuada para las conexiones a efectuar.

Se montaron todos los elementos de fijación necesarios en el recorrido de los cables, tales como soportes, grapas y platinas para obtener una buena fijación y un buen acabado.

Para efectos del conexionado, los conductores fueron convenientemente identificados y, antes de la conexión misma del conductor en su borne respectivo, se realizaron las pruebas de continuidad y aislamiento eléctrico.

### **Prueba de Operación Experimental**

La prueba de operación experimental de todos los equipos montados se inicia luego de la energización del sistema y para efectos contractuales tiene una duración de un mes.

### **3.5 Descripción del equipamiento utilizado**

#### **Subestacion Chulucanas:**

Se describen a continuación los equipos utilizados para cada una de las actividades en la ejecución del Proyecto.

#### **3.5.1 Levantamiento topográfico**

1 teodolito WILD.

1 Nivel óptico.

- Winchas, miras y herramientas menores.

#### **3.5.2 Movimiento de tierras**

1 Tractor D6D.

1 Camión volquete 6 m<sup>3</sup>.

1 Rodillo Vibratorio.

- Herramientas varias.

#### **3.5.3 Excavación de fundaciones**

- Herramientas varias.

#### **3.5.4 Fundaciones.** (Colocación de fierro, encofrado, concreto, (pernos de anclaje).

1 Mezcladora de 16 p<sup>3</sup>.

- 2 Vibradores (de concreto de péndulo).
- Cizallas manuales para corte de fierro de construcción.
- Tanques para almacenamiento de agua.  
1 Nivel óptico para nivelar pernos de anclaje.
- Herramientas y materiales menores
- Taladros portátiles.
- Apisonadoras manuales
- Apisonadoras motorizadas

### **3.5.5 Vías de circulación**

1 Volquete de 6 m<sup>3</sup>

Rodillo Vibratorio.

### **3.5.6 Instalaciones electromecánicas**

1 Camión - Grúa de 5 Tn.

- 4 Gatas Hidráulicas de 100 Tn.

6 Tir-fors de 3 Tn.

- 6 Tecles ratchet 3 Tn.
- Herramientas menores
- Taladros portátiles.

### **3.5.7 Equipos de pruebas**

- 2 Meghómetros de 5 kV.
- 4 Multitester  
1 Equipo de medición de resistencia de contactos (Micro ohmetro).  
1 Equipo de medición de puesta a tierra.  
1 Equipo de pruebas para relés (Maletas de tensión y corriente).

### **3.5.8 Transporte de equipos, materiales**

- 2 Trayler de 25 Tn.

1 Camión - Grúa de 5 Tn.

## **CAPITULO IV PRUEBAS EN BLANCO Y PUESTA EN SERVICIO**

### **4.1 Generalidades**

En general, las pruebas realizadas a los equipos de las diversas Subestaciones construidas por el Ministerio de Energía y Minas se ciñen a los formatos preparados por el Contratista y presentados a la Supervisión para su aprobación. De modo que el circuito y el formato aprobado es el que rige la modalidad de prueba en obra. En éste caso, en la Subestación Chulucanas se realizaron, realmente, las pruebas que se anotan en el anexo al final del presente informe de tesis (aprobación y firma por parte de : el Contratista, La Supervisión, La Empresa Regional ENOSA, y el M.E.M.) . A continuación se describen estas pruebas.

### **4.2 Verificación de distancias eléctricas**

Las distancias de seguridad (Ver Figs. 4.1-4.2-4.3 y 4.4) fueron basadas en el National Electrical Safety Code (NESC) los cuales se muestran denotados de la siguiente manera “**d norma / d real**”:

<b>Nivel de tensión:</b>	<b>60 kV</b>	<b>22.9 kV</b>	<b>10 kV</b>
Distancia mínima entre fases	2.3/2.0 m	1.3/1.3 m	0.90/1.0 m
Distancia de fase a partes aterradas	0.95/0.95 m	0.50/0.50 m	0.30/0.30 m
Altura mínima al piso	3.00/3.00 m	2.60/2.60 m	2.60/2.60 m

Altura mínima de barras                      7.00/8.00 m    6.70/7.50 m                      6.00/6.00 m

### **4.3 Estructuras, barras de alta tensión y conexiones aéreas**

Se realizaron las siguientes comprobaciones:

- a. Control de la existencia física de la puesta a tierra de las estructuras.
- b. Control de la separación entre fases y entre fase y tierra.
- c. Control de secuencia de fases según uso de fasímetro en la L.T.
- d. Limpieza de los aisladores y verificación de su estado.

### **4.4 Transformadores de potencia**

Se tuvieron en cuenta los siguientes controles:

#### **4.4.1 Control mecánico**

- a. Control de las características de placa según protocolo de fábrica.
- b. Revisión de los sitios previstos con empaquetaduras, para comprobar el buen estado de ésta.
- c. Control de montaje y conexionados, fijación del transformador, conectores y acometidas sobre los terminales.
- d. Se inspeccionaron los siguientes Accesorios:
  - La conexión del neutro en el lado de mayor tensión
  - La conexión del neutro en el lado de menor tensión
  - Se verificó la conexión a tierra del tanque del transformador
  - Se revisaron las válvulas de drenaje
  - Se revisó el tanque conservador de aceite
  - Se inspeccionó la caja terminal de menor tensión y de servicios auxiliares
  - Se verificó el elemento de entrada de aire seco para el tanque del conservador

- e. Se controlaron las tomas de derivaciones para la regulación de tensión, tanto sin carga como bajo carga los que fueron operados por cada uno de los medios previstos en cada una de sus posiciones, comprobando sus bloqueos, para el caso de que se presentase una inadecuada operación.
- f. Se verificó el funcionamiento del Relé Buchholz del transformador y del conmutador
- g. Se controló el nivel de aceite, así como de la posición de todas las válvulas de cierre, en los ductos del aceite y radiadores de refrigeración.
- h. Se controló la estanqueidad del tanque.

#### **4.4.2 Pruebas eléctricas en área de montaje**

Así mismo en la parte eléctrica se efectuaron las siguientes pruebas:

- a. Prueba en Vacío con tensión de 380/220 V, 60 Hz en todas las posiciones del conmutador.
- b. Transformador de Corriente

En este caso se verificaron la resistencia del aislamiento y luego lo siguiente :

- b. 1 Medición de la resistencia del arrollamiento secundario.
- b.2 Inyección primaria para identificación de polaridad y verificación de relación de transformación.
- c. Resistencia de Aislamiento

Se realizaron pruebas de medición de aislamiento para comprobar que el transformador no ha sufrido daño durante el transporte y montaje. Estas pruebas fueron realizadas con un megóhmetro de 5,000 Vcc, aplicándolo entre cada fase y masa, y entre una fase, y otra. El tiempo de aplicación del megóhmetro para la medición fue de un (1) minuto.

d. Prueba del Relé Buchholz

Verificación de funcionamiento

e. Prueba de los Relés de Imagen Térmica

Verificación de su funcionamiento

f. Verificación del nivel de aceite y prueba de rigidez dieléctrica.

g. Cambiador de Tomas Bajo Carga

Medición de la resistencia del aislamiento del circuito y verificación de funcionamiento con los comandos local/remoto y manual/motorizado.

h. Ventiladores

Verificación de arranque y parada además del sentido de giro.

Pruebas eléctricas en posición Final

a. Cambiador de Toma Bajo Carga

Verificación de su funcionamiento.

b. Se hacen operar mediante excitación directa todas las alarmas y disparos para la protección del transformador

c. Resistencia de Aislamiento

Medición de resistencia de aislamiento de cada uno de los bobinados.

#### **4.5 Interruptores automáticos (disyuntores)**

Se efectuaron las siguientes pruebas:

##### **4.5.1 Control mecánico**

a. Verificación del número de interruptores y ubicación.

b. Control de montaje, conexionado y fijación, puesta a tierra del interruptor, distancia espinterométrica.

- c. Control de datos de placa según protocolo de fábrica,
- d. Control del equipamiento de los paneles de accionamiento y mando eléctrico.
- e. Control de fugas de SF<sub>6</sub>
- f. Polo del Interruptor

Se verificó que todos los polos estén en la posición "abierto".

Se reapretaron las contratueras del sistema de varillas.

- g. Mecanismo de operación

- Se verificó que el mecanismo de operación no estuviese dañado.

Se inspeccionó visualmente que no haya habido fugas de aceite de los amortiguadores en el mecanismo de operación.

Se verificó que la manivela de operación y el dispositivo de bloqueo del dispositivo de operación estén en los lugares provistos para ello.

- Por recomendación del fabricante, se apretaron los tornillos en las cajas terminales que fueron afectadas durante el montaje.

- h. Llenado de gas:

Se conectó el dispositivo de operación para control remoto desde un lugar protegido, en relación al llenado de gas y la operación de prueba.

- Se conectó el equipo de llenado de gas para proceder al llenado del mismo desde un lugar protegido (más adelante se detallará la manera correcta de llenado).
- Se verificó el funcionamiento de la resistencia de calefacción.
- Se verificó que el termostato esté ajustado a 10 °C

#### **4.5.2 Pruebas eléctricas**

Para las pruebas eléctricas se consideraron las siguientes:

- a. Verificación de operaciones de apertura y cierre con cada uno de los tipos de demanda previsto y del correcto funcionamiento de los contadores de maniobras.
- b. Verificación del funcionamiento del relé antibombeo.
- c. Verificación del ciclo de operación y del indicador de posición.
- d. Medición del tiempo de apertura, entre la orden y la separación de los contactos hasta la extinción del arco, y medición del tiempo de cierre entre la orden y la unión de los contactos.
- e. Verificación del cierre y apertura simultáneos de los contactos.
- f. Medición de la resistencia de los contactos.
- g. Para todos los disyuntores, tensión mínima de operación de bobina de disparo.
- h. Verificación por simulación de las protecciones, recierres, alarmas y señalizaciones.
- i. Se realizaron pruebas de medición de aislamiento con megóhmetro de tensión de 5,000 Vcc , aplicándolo entre cada fase y masa, y fases entre sí. El tiempo de aplicación del megóhmetro fué de 1 minuto.

## **4.6 Seccionadores**

### **4.6.1 Control mecánico**

- a. Se verificaron el número y ubicación de los seccionadores.
- b. Se verificaron los datos de placa según protocolo de fábrica.
- c. Se controló el montaje, conexiones de líneas y puesta a tierra.
- d. Se controló el mecanismo de accionamiento.
- e. Se controló el bloqueo mecánico en los grupos de seccionadores de línea y de tierra.
- f. Se verificaron y midieron los tiempos de cierre y apertura

### **4.6.2 Pruebas eléctricas**

Se efectuaron las siguientes pruebas:

- a. Operaciones de apertura y cierre con cada uno de los equipos.
- b. Verificación de los enclavamientos y de la indicación de posición en los tableros, si los hay.
- c. Verificación de los enclavamientos entre seccionadores interruptores.
- d. Verificación del cierre y apertura simultáneos de los contactos.
- e. Medición de la caída de tensión en los contactos.
- f. Se realizaron pruebas de medición de aislamiento con megóhmetro de 5,000 Vcc aplicándolo entre fase y masa, y fases entre sí.

El tiempo de aplicación del megóhmetro fue de un (1) minuto.

#### **4.7 Transformadores de corriente**

##### **4.7.1 Control mecánico**

Análogamente en algunos casos, se efectuaron las siguientes pruebas:

- a. Verificación del número, ubicación y montaje.
- b. Control de datos de placa según especificación de fábrica.
- c. Control del montaje, conexionado y puesta a tierra.
- d. Control de caja de bornes,
- e. Verificación del nivel de aceite y/o dieléctrico especial

##### **4.7.2 Pruebas eléctricas**

- a. En este ítem se realizaron pruebas de medición de aislamiento con megóhmetro de 5,000 Vcc, aplicándolo entre cada fase y fases entre sí. El tiempo de aplicación del megóhmetro fue de un (1) minuto.
- b. Chequeo del uso apropiado de los secundarios del transformador de medida.

c. Pruebas de intensidad de corriente primaria.

Consiste en la aplicación de corriente a través de los circuitos primarios de todos los transformadores de corriente con el fin de verificar la relación de transformación y la correcta conexión de los circuitos secundarios de corriente, verificando la polaridad.

Esta prueba de intensidad primaria se realiza con una corriente mínima del 25 % de la corriente nominal.

#### **4.8 Transformadores de tensión capacitivo**

##### **4.8.1 Control mecánico**

Se tuvieron presentes las siguientes verificaciones:

- a. Verificación de ubicación y Montaje de los Transformadores con sus respectivos soportes.
- b. Control de datos de Placa
- c. Se verificó el conexionado, y la forma de la puesta a tierra.
- d. Se verificaron la ubicación correcta de la caja de agrupamiento.

##### **4.8.2 Pruebas eléctricas**

Se puede apreciar en la fig. 4.5 la representación esquemática del Transformador Capacitivo así como la forma de conexión de los voltímetros para la verificación de la relación de Transformación, esto fue efectuado en obra, y anotado en la tabla No. 4.4. También se puede apreciar en las hojas de prueba del Anexo A.

Análogamente en la Fig. 4.6 se tiene el esquema de conexiones para verificación de la polaridad. Estas conexiones deben ser efectuadas en vacío.

Adicionalmente se realizaron las mediciones de resistencia de aislamiento, los mismos que se muestran el Anexo A.

## **4.9 Transformadores de tensión inductivos**

### **4.9.1 Control mecánico**

En la parte mecánica se tomaron en cuenta los siguientes controles:

- a. Primeramente se verificaron el número, ubicación y montaje.
- b. Se tuvo control de datos de placa según protocolo de fábrica.
- c. Se controló el conexionado, fijación y puesta a tierra del transformador.
- d. Se verificó el la ubicación de la caja de bornes.

### **4.9.2 Pruebas eléctricas**

Se puede apreciar en la Fig. 4.7 la forma de medición de la resistencia de aislamiento en los devanados primarios.

Así mismo en la Fig. 4.8 se muestra el uso del megohmetro para verificar el correcto aislamiento entre los devanados secundarios. Las mediciones se efectúan entre fases interponiendo el megohmetro a los terminales del devanado.

En la Fig. 4.9 se aprecia la forma de conexión de los instrumentos para obtener la resistencia de los arrollamientos en conjunto . (Tres fases). Análogamente el mismo circuito es empleado para obtener los valores de resistencia de los devanados secundarios. La función de la resistencia variable es controlar la corriente continua circulante que no afecte al miliamperímetro.

Adicionalmente se realizaron mediciones del aislamiento en los devanados primarios y secundarios, los mismos que se muestran en el Anexo A.

## **4.10 Pararrayos**

En este caso la verificación del aislamiento es sencilla como se puede apreciar en las Figs. 4.10 y 4.11 . Se interpone el megohmetro entre cada borne de alta tensión en cada

fase. Análogamente se efectúa con el punto de masa del Pararrayo y Tierra, en cada fase.(Fig. 4.11)

Para verificar el buen funcionamiento del contador de descarga se dan toques momentáneos a los bornes de éste con los polos de la batería de 12 V.

Adicionalmente se realizaron los siguientes controles:

- a. Verificación del número de pararrayos y ubicación
- b. Control de datos de placa según protocolo de fábrica.
- c. Control de montaje y estado
- d. Puesta a tierra
- e. Control del equipamiento: contador de descargas.

#### **4.11 Tableros de protección y mando**

##### **4.11.1 Control mecánico**

Se realizaron las siguientes pruebas y verificaciones:

- a. Verificación del número y ubicación de las celdas
- b. Control del montaje y estado del tablero y equipos
- c. Identificación de componentes
- d. Conexión a tierra (de los paneles, bases porta-borneras, etc.)
- e. Control visual del cableado interno
- f. Verificación de las alarmas acústicas
- g. Numeración de los cables de control y nomenclatura de sus hilos y sus borneras.

##### **4.11.2 Pruebas eléctricas**

En este apartado se realizaron las siguientes pruebas:

- a. Prueba de aislamiento de las barras con megóhmetro de 2,500 Vcc. El tiempo de aplicación del megohmetro fue de un (1) minuto.
- b. Se probaron el panel de alarma así como las señalizaciones ópticas y acústicas.
- c. Se verificaron los bloqueos entre interruptores y seccionadores.
- d. Se verificó la apertura de interruptores con fallas simuladas.
- e. Se pusieron en servicio los relés, según tablas de ajuste correspondiente
- f. Así mismo se realizaron las pruebas con tensión en vacío para: Verificar el chequeo de sincronismo, Verificar la lectura de voltímetros, Accionar los interruptores y seccionadores.
- g. Pruebas con carga:  
  
Se verificó la lectura de los aparatos de medida  
  
Se verificaron los accionamientos de interruptores
- h. Se probaron en algunos casos (por muestreo) el aislamiento contra masa de los hilos conductores del cableado interno, con megóhmetro de 500 Vcc.

#### **4.12 Transformador de servicios auxiliares**

##### **4.12.1 Control mecánico**

Se tuvieron presente los siguientes controles:

- a. Control del número y montaje
- b. Control de datos de placa y equipamiento, según protocolo de fábrica
- c. Control de conexiones y puesta a tierra.

##### **4.12.2 Pruebas eléctricas**

Se realizaron las siguientes pruebas:

- a. La medida del aislamiento con megohmetro

- b. Se verificó la llegada de tensión a bornes del tablero de distribución
- c. Se ajustó el tap del conmutador
- d. Se efectuó la medición de la rigidez dieléctrica del aceite.

#### **4.13 Resumen de pruebas**

Para tener un mejor panorama **de comparación**, he considerado conveniente presentar además de los resultados obtenidos en las pruebas de los equipos de la S.E. Chulucanas, **TABLAS** (del No 4.-1 al 4-5) con resultados de pruebas a los equipos de Alta Tensión efectuados en otras Subestaciones construidas recientemente por el Ministerio de Energía y Minas.

Estas TABLAS permiten apreciar cuanto varía el valor medido en equipos semejante pero en diferente ubicación geográfica.

Las pruebas en blanco que marcan el inicio de este resumen se realizaron en la S.E. 10 MVA Andahuaylas en setiembre de 1995 como etapa final antes energizar la L.T. 60 kV Abancay - Andahuaylas , siendo esta una extensión de la recientemente construida L.T. 138 kV Cachimayo - Abancay y SSEE.

Para el caso de la TABLA N° 5-2 se tiene como primera medición la resistencia de aislamiento, para ello se utilizó un megómetro de 5 kV (Ver capítulo III-página 30 la relación de instrumentos utilizados ), cuyos valores en Megohmios se muestran.

En la segunda medición se tienen los valores de presión en el llenado de SF<sub>6</sub> al Interruptor de Potencia. En la Subestación Chulucanas no fue anotada mientras que en las otras Subestaciones se tienen valores de 6.2 BAR y 6.5 BAR debiendo estar según recomendación del fabricante bajo una presión de 3.8 BAR, por lo tanto existe sobrepresión.

En la medición N° 3 de la TABLA N° 5-2 se tienen los valores de resistencia en el contacto del Interruptor cuando éste se encuentra cerrado. El valor recomendado por el fabricante es de 30 micro-ohmios.

#### 4.14 Puesta en servicio

##### Comentarios :

- a. Se puede apreciar en la Fig. 4.12 un diagrama en el cual se resumen las principales tareas que hay que efectuar para verificar el estado de los equipos antes de iniciar cualquier maniobra de energización.
- b. En la Fig. 4.13 se puede apreciar claramente los pasos a seguir para energizar la L.T. en 60 kV. El diagrama mostrado resume las verificaciones previas y maniobras realizadas en la **S.E. Piura Oeste**. Es necesario incluir este diagrama de bloques dado que mientras no se efectúe esta secuencia no se tendrá energía eléctrica en la S.E. Chulucanas.  
  
Al cerrar finalmente el Interruptor de Potencia exitosamente , se tiene ya la L.T. en 60 kV energizada. Es decir que en la S.E. Chulucanas (exactamente en los Transformadores de Tensión Capacitivo) ya se cuenta con una tensión aproximada de 60 kV . Esto se puede verificar en el Tablero de Medida y Mando, ya que los Transformadores de Tensión Capacitivo son los primeros equipos que trabajan reduciendo 60kV a 100 V.
- c. En la Fig. 4.14 se aprecia la secuencia de operaciones para energizar propiamente el Transformador de Potencia de la **S.E. 10 MVA Chulucanas**.
- d. En la Fig. 4.15 se podrá apreciar la secuencia a seguir para energizar desde el Transformador de Potencia hasta las barras en 22.9 kV.

e. En la Fig. 4.16 se observa la secuencia de maniobras para energizar cada una de las salidas en 22.9 kV . La toma de carga es apreciada en el Tablero de Medida. Cabe mencionar que ante cualquier contingencia (posible falla en la Línea de 22.9kV ) el Recloser correspondiente a la salida con falla, actuará iniciando apertura, de persistir la falla efectuará dos veces mas el cierre antes de quedar definitivamente abierto.

De no detectar este Recloser de Línea la falla, actuará el Recloser de respaldo (de barra) el mismo que desenergizará a las tres salidas en conjunto.

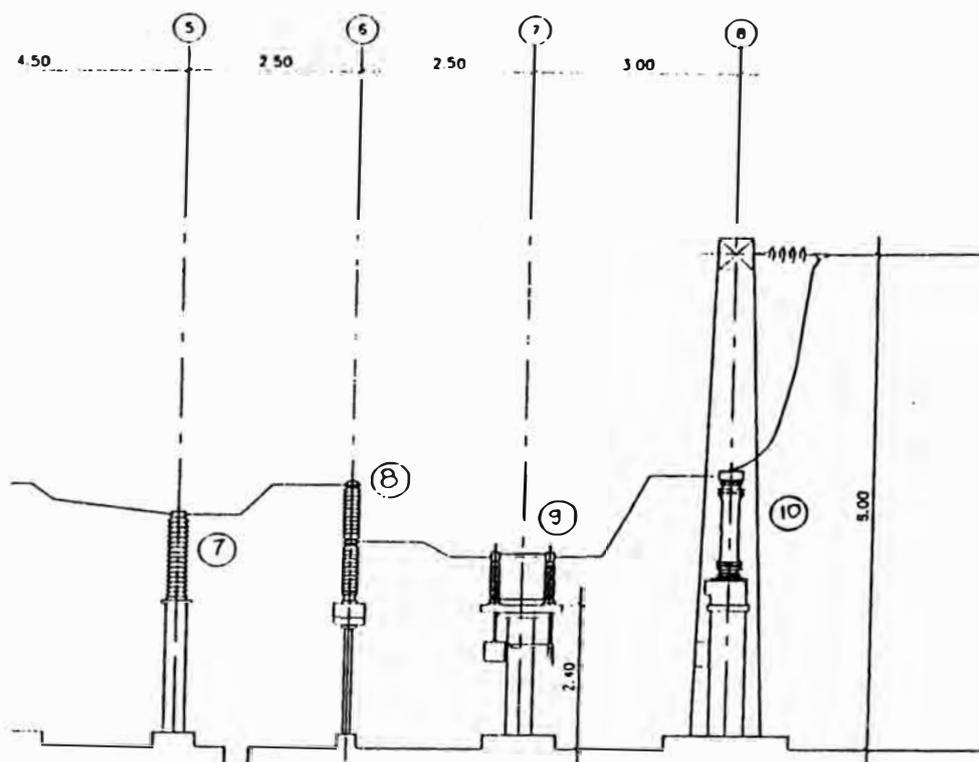


Fig. 4.1 Lado de 60 kV – Distancias conforme a Obra

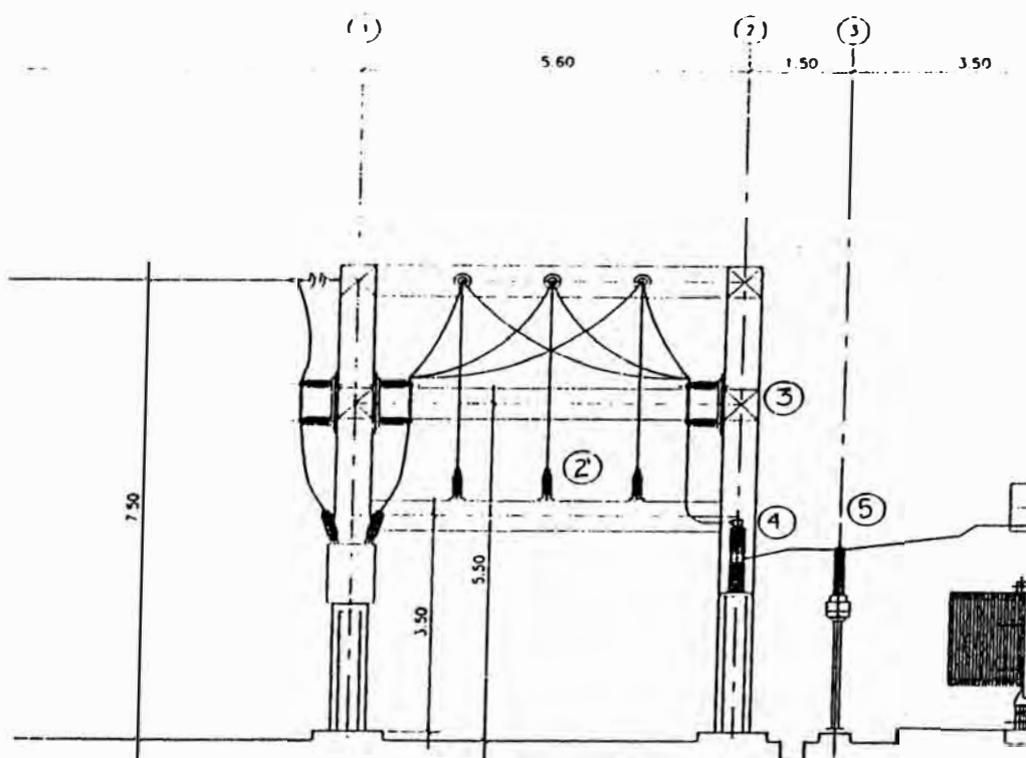


Fig 4.2 Lado de 22.9 kV – Distancias conforme a Obra

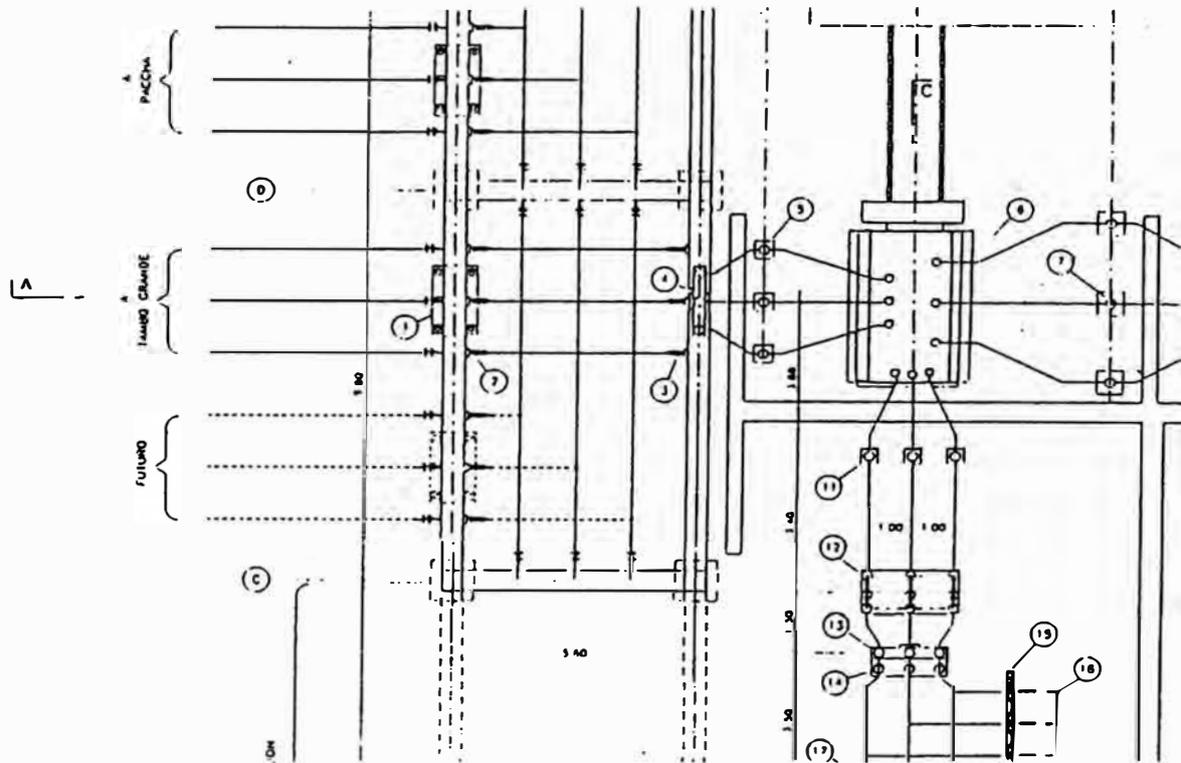


Fig. 4.3 Lado de 22.9 kV – Distancias conforme a Obra

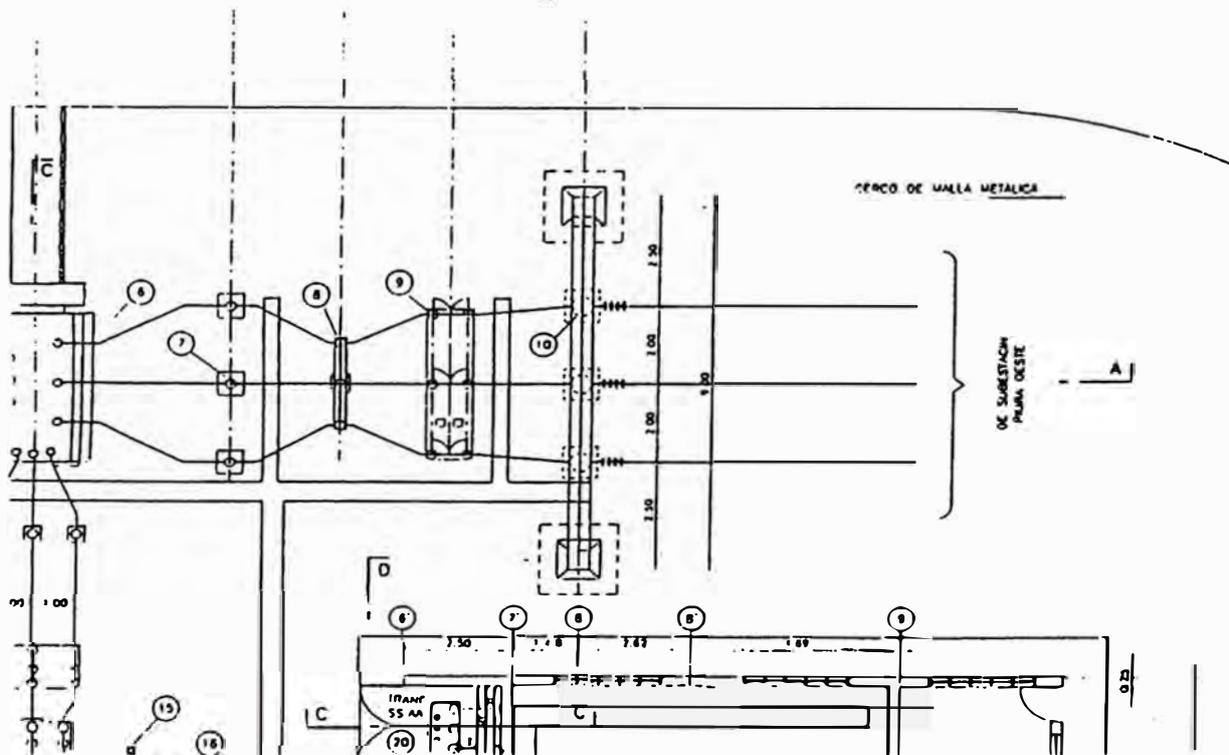
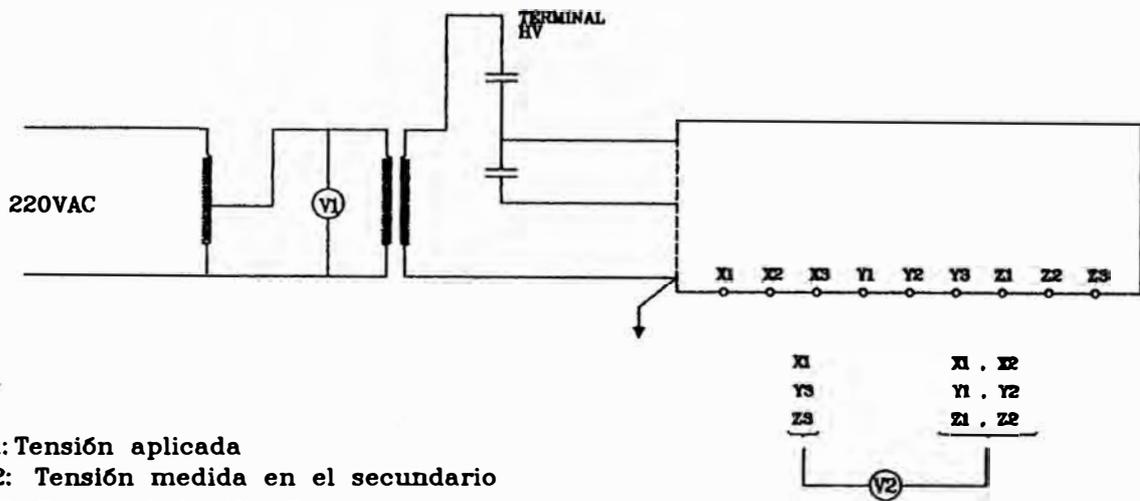


Fig. 4.4 Lado de 60 kV – Distancias conforme a Obra

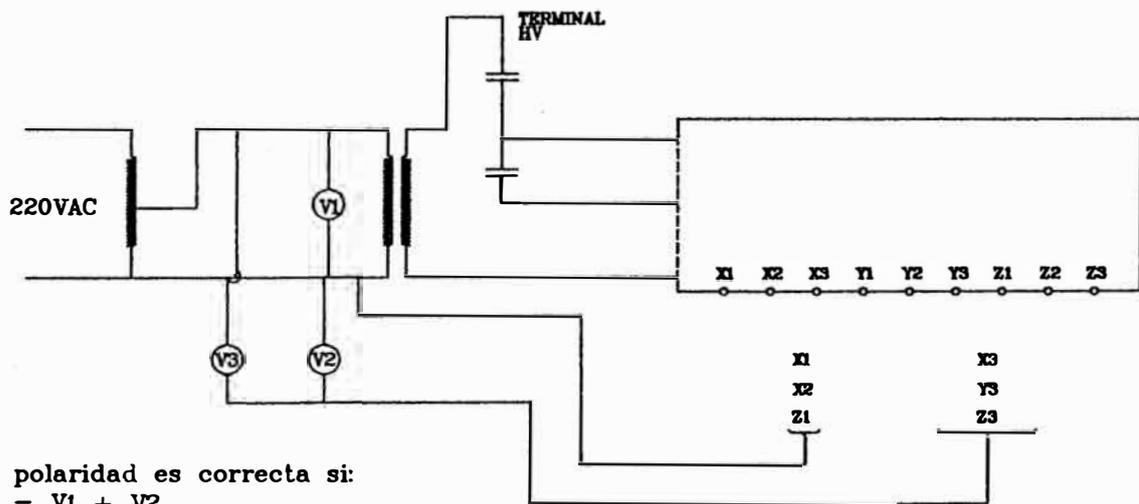


V1: Tensión aplicada  
 V2: Tensión medida en el secundario  
 HV: Terminal de Alta Tensión  
 x,y,z,(1,2,3): Bornes de secundario

Fig.4.5

Transformador de Tensión Capacitivo

Verificación de la relación de transformación ( $V1/V2$ )

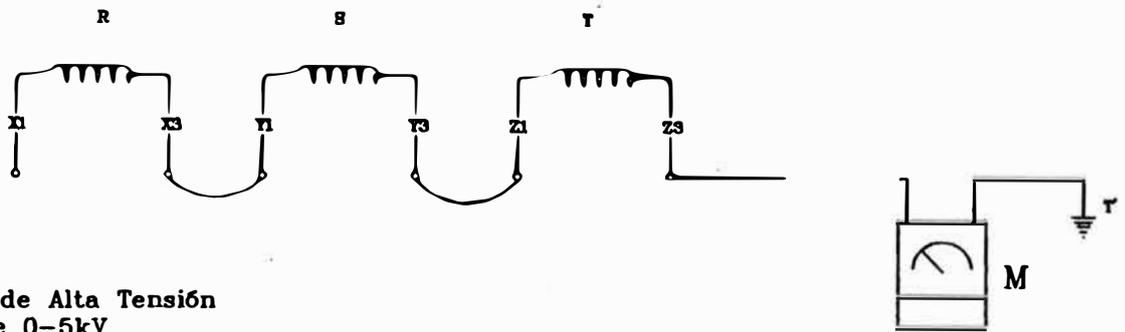


La polaridad es correcta si:  
 $V3 = V1 + V2$   
 x,y,z,(1,2,3): Bornes del secundario

Fig. 4.6

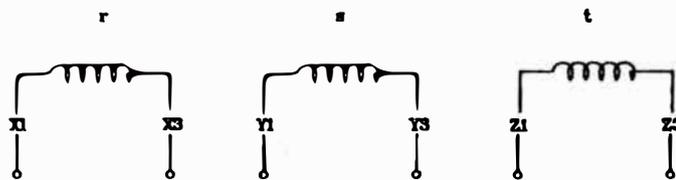
Transformador de Tensión Capacitivo

Verificación de polaridad



x,y,z(1,3): Bornes de Alta Tensión  
 M: Megohmetro de 0-5kV  
 T: Malla de Tierra de la S.E.  
 R,S,T: Devanados de Alta Tensión

Fig. 4.7  
 Transformador de Tensión Inductivo  
 Prueba de Aislamiento Alta Tensión-Tierra



x,y,z(1,3): Bornes de Baja Tensión  
 M: Megohmetro de 0-5kV  
 r,s,t: Devanados de Baja Tensión

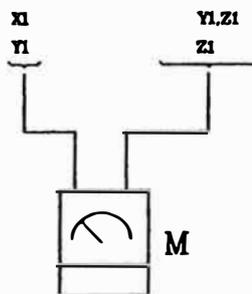
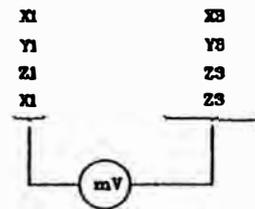
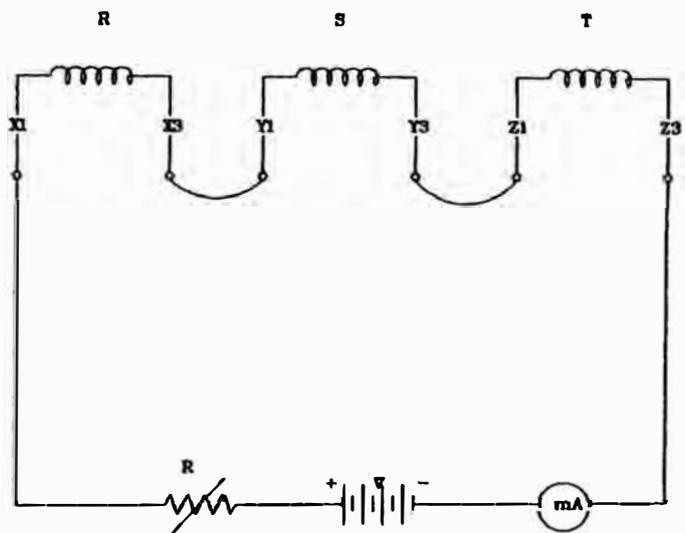


Fig. 4.8  
 Transformador de Tensión Inductivo  
 Prueba de Aislamiento entre los bornes de Baja Tensión.

**x,y,z(1,3):** Bornes del Transformador  
**R,S,T :** Devanados de Alta Tensión  
**R:** Resistencia variable  
**V:** Fuente de 12 Voltios (Batería)  
**mA:** miliamperímetro  
**mV:** milivoltímetro



**Fig. 4.9**  
**Transformador de Tensión Inductivo**  
**Medición de la Resistencia de Arrollamiento**  
**(mV/mA)**

- A: Borne de Alta Tensión
- B: Lado a Masa (A-B : Pararrayos)
- C: Borne del Megohmetro
- r: Resistencia interna del megohmetro
- M: Megohmetro de 0-5kV

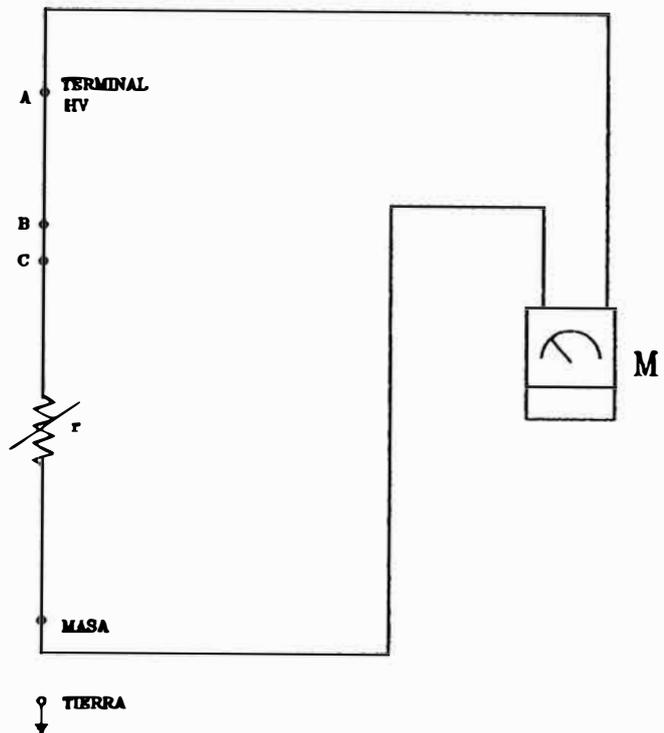


Fig. 4.10

Pararrayos

Medición de la Resistencia de Aislamiento HV-Tierra

- A: Borne de Alta Tensión
- B: Lado a Masa (A-B : Pararrayos)
- C: Borne del Megohmetro
- r: Resistencia interna del megohmetro
- M: Megohmetro de 0-5kV

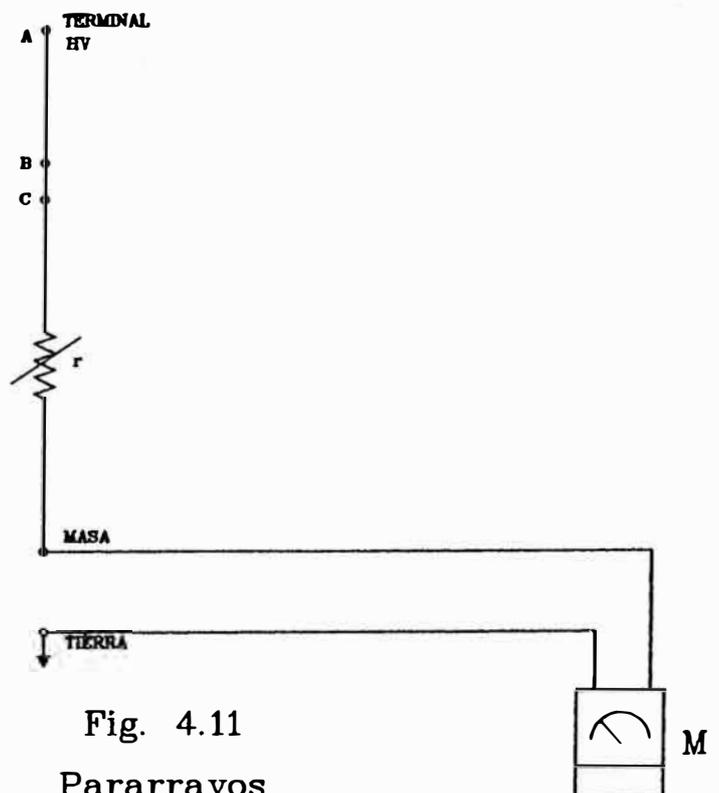


Fig. 4.11

Pararrayos

Medición de la Resistencia de Aislamiento Masa-Tierra

## TRANSFORMADOR DE POTENCIA

10-13/4-5-3/7-9 MVA/ ONAN - ONAF 60/22-9/10 kV	SUBESTACION CHALHUANCA	SUBESTACION CHUQUIBAMBILLA	SUBESTACION POMATA	SUBESTACION CHULUCANAS
<b>Resistencia de arrollamientos</b>  Ho - H2 Xo - X2 Y1 - Y2	1.042 Ohmios 0.198 Ohmios 0.304 Ohmios	1.390 Ohmios 0.414 Ohmios 0.527 Ohmios	----- ----- -----	**
<b>Resistencia de Aislamiento</b> AT - Tierra / MT - Tierra BT - Tierra / AT - MT AT - BT / MT - BT ( a 17° C y 60 seg )	----- ----- -----	----- ----- > 20,000 MOhmios	3,200 MOhmios/3,800 MOhmios 4,000 MOhmios/2,900 MOhmios 4,100 MOhmios/3,500 MOhmios	** ** **
<b>Relación de transformación</b>	-----	-----	$\frac{AT}{MT} = 2.95\text{prom.}$	**

NOTA :

\*\* Se efectuaron en fábrica - TRAF0 BRASIL

### TABLA N° 4-1

Medición de Resistencia de arrollamiento y de Aislamiento  
 Comparación con los medidos en otras Subestaciones  
 Esta medición efectuada en obra es solo informativa dado que el Transformador de  
 Potencia ha sido probado rigurosamente en el Laboratorio del fabricante

## INTERRUPTOR DE POTENCIA

N°	72.5 kV, 800 A, 20 kV, 325(BIL)	SUBESTACION CHULUCANAS			SUBESTACION ANDAHUAYLAS	SUBESTACION PUQUIO	SUBESTACION CHUQUIBAMBILLA	SUBESTACION CHALHUANCA
		R	S Megohmios	T	Megohmios	Megohmios	Megohmios	Megohmios
1	Resistencia de aislamiento (Megohmios) (5-15 kV , 60 seg.) Entrada/Salida Salida/Tierra Entrada/Tierra	210,000 150,000 54,000	210,000 225,000 45,000	240,000 135,000 90,000	> 100,000 ( R,S,T )	> 300,000 (R,S,T)	13,000 (R,S,T)	11,000 (R,S,T)
2	Presión SF6 nominal de llenado	Sin medición			Sin medición	0.58 MPa. Prom.	6.2 Bar (64.7° F)	6.5 Bar (R,S,T)
3	Resistencia de contactos(micro-ohms)	32	32.7	30.5	Sin medición	Sin medición	24 micro ohms(R,S,T)	27 micro ohms(R,S,T)
4	tiempo apertura		36 msg		32 ms (R,S,T)	35 msg (R,S,T)	36.7 msg (R,S,T)	36 msg (R,S,T)
5	tiempo cierre		90 msg		86 ms (R,S,T)	80 ms (R,S,T)	79.4 msg (R,S,T)	80.5 msg (R,S,T)
6	Peso SF6	6 KG ( 3 polos )			6 KG ( 3 polos )	6 KG ( 3 polos )	6 KG ( 3 polos )	6 KG ( 3 polos )

**TABLA N° 4-2**

Resultados de diversas pruebas efectuadas al Interruptor de Potencia  
Se comparan los resultados obtenidos en la S.E. Chulucanas con los efectuados en otras Subestaciones

## SECCIONADOR DE POTENCIA

De línea 72.5 kV,800 A, 326 kV (BIL)	SUBESTACION CHULUCANAS	SUBESTACION ANDAHUAYLAS	SUBESTACION CHALHUANCA	SUBESTACION PUQUIO	SUBESTACION CHUQUIBAMBILLA
Resistencia de Aislamiento	28°C/15 kVDC/ 60 sg R) 1' 500,000 M-Ohmios S) 2' 100,000 M-Ohmios T) 1' 500,000 M-Ohmios	R) >100 G-Ohmios S) >100 G-Ohmios T) >100 G-Ohmios	5 kV / 60 sg R, S, T > 20 G-Ohmios	5 kV / 60 sg R, S, T = 13 G-Ohmios	15 kV / 60 sg R, S, T = 13 G-Ohmios
Resist. De contactos (micro-ohmios) con 100 A	R) 1' 500,000 M-Ohmios S) 2' 100,000 M-Ohmios T) 1' 500,000 M-Ohmios	R) 62 micro-Ohmios S) 72 micro-Ohmios R) 57 micro-Ohmios	R) 38 micro-Ohmios S) 39 micro-Ohmios R) 38 micro-Ohmios	R,S,T = 39 micro - Ohmios	R) 36.47 micro-Ohmios S) 29.9 micro-Ohmios T) 33.85 micro-Ohmios
tiempo apertura	-----	-----	2.44 seg.	1.26 seg.	-----
tiempo cierre	-----	-----	5.15 sg.	-----	-----

**TABLA N° 4-3**

Valores de medición de Resistencia de Aislamiento y de contacto de cuchillas  
Comparación con las mediciones efectuadas en otras Subestaciones

**TRANSFORMADOR DE TENSION CAPACITIVO**

60/√3 / 0.1/√3 - 0.1/√3, 50VA, 325 KV(BIL)	SUBESTACION CHULUCANAS	SUBESTACION ANDAHUAYLAS	SUBESTACION PUQUIO	SUBESTACION CHUQUIBAMBILLA	SUBESTACION CHALHUANCA
<p align="center"><b>FASE R</b></p> <p align="center">( 31°C/15kVprueba/60 sg )</p> <p align="center">135,000 / 38,000 / 300,000 Megohmios</p> <p><b>- Resistencia de Aislamiento</b></p> <p>AT - TIERRA/ BT - TIERRA / AT - BT</p> <p><b>- Relación de Transformación</b> relación real / relación nominal</p> <p align="center">a - n                      error</p> <p align="center">608.71 / 600    =1.0145    =&gt;1.45%</p> <p align="center">da - dn</p> <p align="center">351.06 / 346.41    =1.0134    =&gt;1.34 %</p>	<p align="center"><b>FASE R</b></p> <p align="center">( 10°C / 5kV / 60 sg )</p> <p align="center">&gt;100 G-Ohms / 20 G-Ohms / 100 G-Ohms</p> <p align="center">error</p> <p align="center">x1 - x2 : 683/1.155 = 581.34 =&gt; 0.9856 %</p> <p align="center">y1 - y2 : 683/1.148 = 594.947 =&gt; 0.9916 %</p>	<p align="center"><b>FASE R</b></p> <p align="center">( 15°C /15kV / 60 sg )</p> <p align="center">375 G-Ohms / 80 G-Ohms / 390 G-Ohms</p> <p align="center">a - n                      error</p> <p align="center">584 / 600    =0.9733    =&gt; -2.7 %</p> <p align="center">da - dn</p> <p align="center">341 / 346.8    =0.9832    =&gt;-1.64 %</p>	<p align="center"><b>FASE R</b></p> <p align="center">( 80°F /5kV / 60 sg )</p> <p align="center">9 G-Ohms / 20 G-Ohms / 14 G-Ohms</p> <p align="center">error</p> <p align="center">1a-1n :        -0.30%</p> <p align="center">2a-2n :        -0.10%</p>	<p align="center"><b>FASE R</b></p> <p align="center">( 21°C / 5, 0.5 kV / 60 sg )</p> <p align="center">20 G-Ohms / &gt;20 G-Ohms / 20 G-Ohms</p> <p align="center">error</p> <p align="center">a - n :         0.19%</p> <p align="center">da - dn :       1%</p>	
<b>Capacitancia total</b>	14,000 Pfd	6,000 Pfd	-----	14,000 Pfd	-----
<b>Pesototal</b>	-----	335 kg	-----	-----	-----

**TABLA N° 4-4**

Valores de Resistencia de Aislamiento y Errores en la Relación de transformación  
Comparación de las mediciones efectuadas en la S.E. Chulucanas con los de otras Subestaciones.

## PARARRAYOS

De OZn 60 kV , 350 kV (BIL)	SUBESTACION CHULUCANAS	SUBESTACION ANDAHUAYLAS	SUBESTACION CHALHUANCA	SUBESTACION PUQUIO	SUBESTACION CHUQUIBAMBILLA
<b>Resistencia de Aislamiento</b>	<b>FASE " R "</b> 25°C/15 kV	<b>FASE " R "</b> 20°C/5kV	<b>FASE " R "</b> 18°C/5 kV	<b>FASE " R "</b> 20° C/ 60 sg./ 5 kV/0.5KV	<b>FASE " R "</b> 20°C/5kV/60sg
AT - TIERRA	570,000 M-Ohmios	100,000 M-Ohmios	>20 Giga-Ohmios	450,000 M-Ohmios	13,000 M-Ohmios
Terminal de Tierra Pararrayo	480,000 M-Ohmios	110,000 M-Ohmios	>20 Giga-Ohmios	>200,000 M-Ohmios	>20,000 M-Ohmios
<b>Contador Descarga</b>	-----	OK	-----	N° 7	N° 6

**TABLA N° 4-5**

Medición de Resistencia de aislamiento  
Comparación con las mediciones efectuadas en otras subestaciones

SECUENCIAS DE MANIOBRA

SUBSTACION CHULUCANAS  
PUESTA A PUNTO ANTES DE LA ENERGIZACION

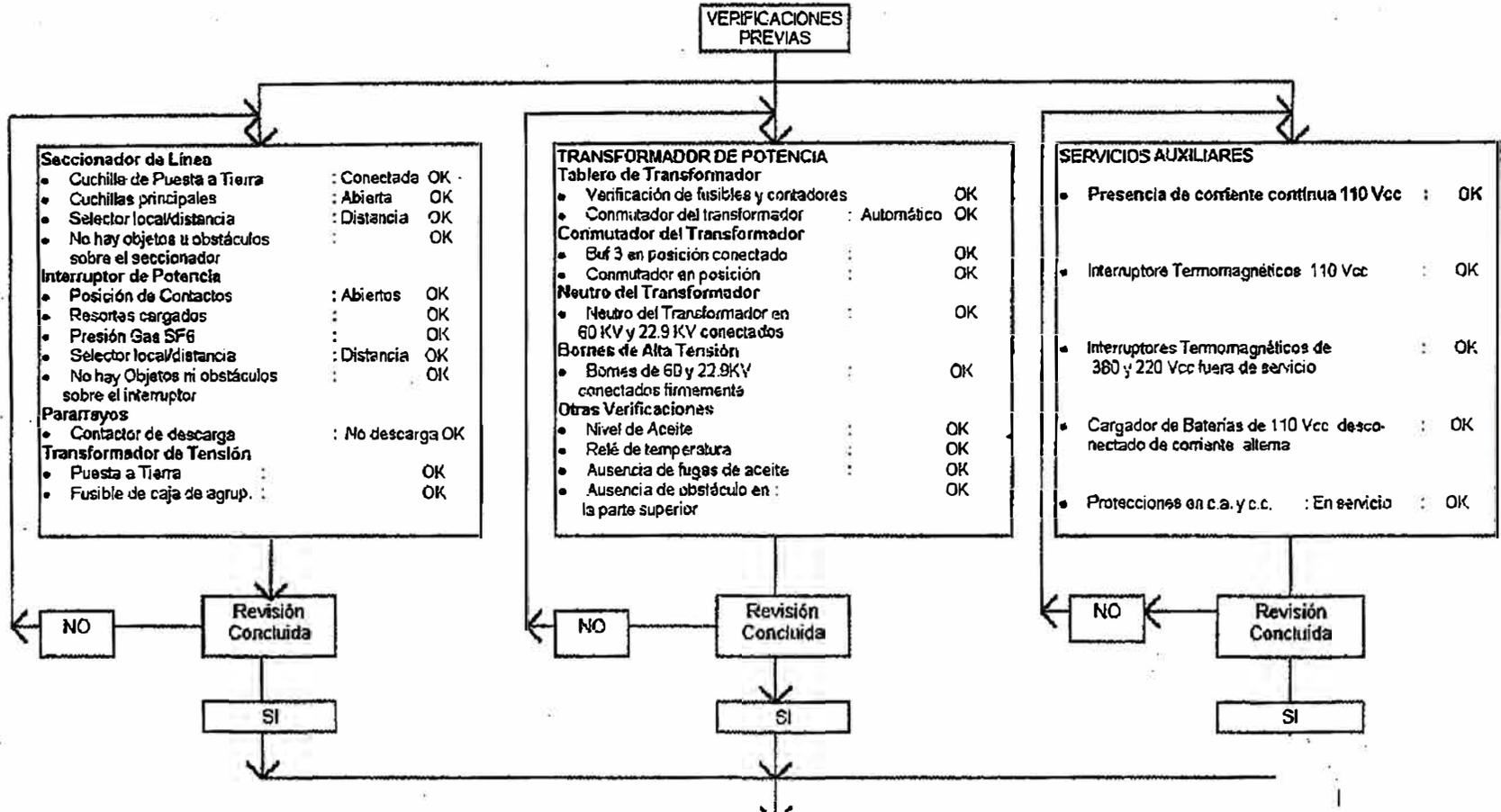
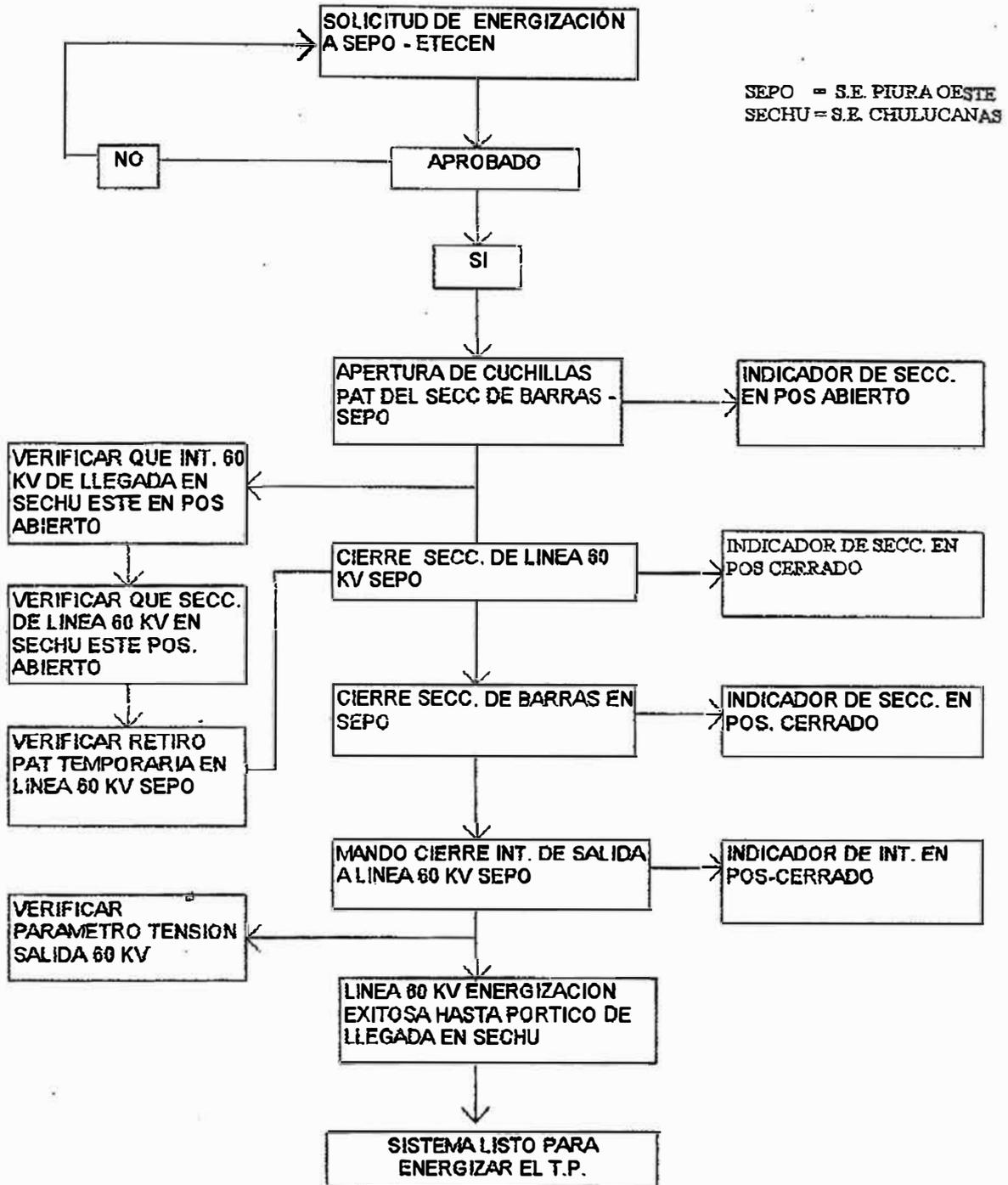


Fig. 4.12 Verificaciones en la S.E. 10 MVA Chulucanas.

**ENERGIZACION DE LINEA 60 KV**



**Fig. 4.13**

**Energización de la Línea de Transmisión 60 kV Piura-Chulucanas**

## ENERGIZACION DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA

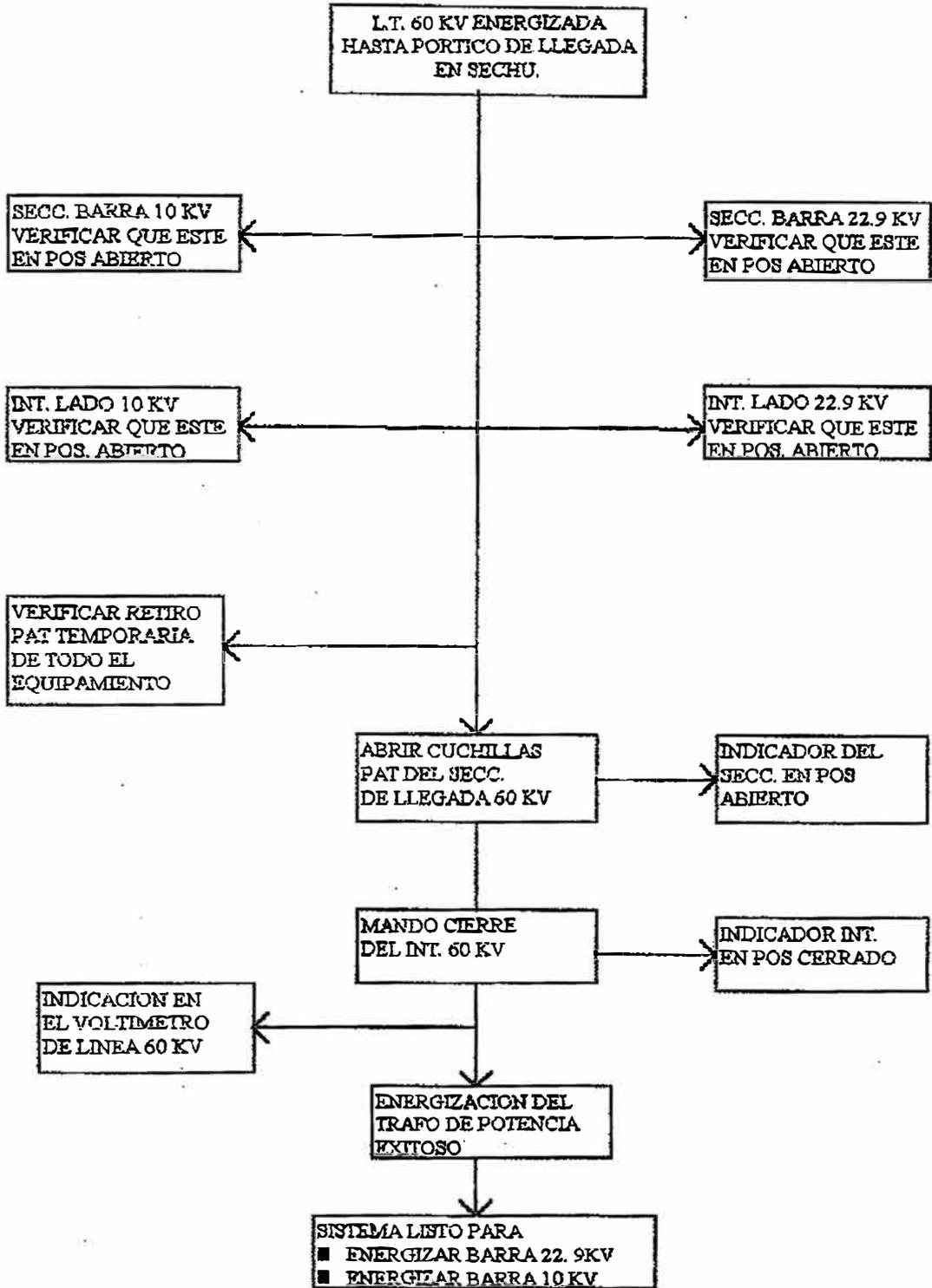


Fig. 4.14

Diagrama de bloques para la puesta en servicio del Transformador de Potencia

## ENERGIZACION DE BARRAS 22.9 KV

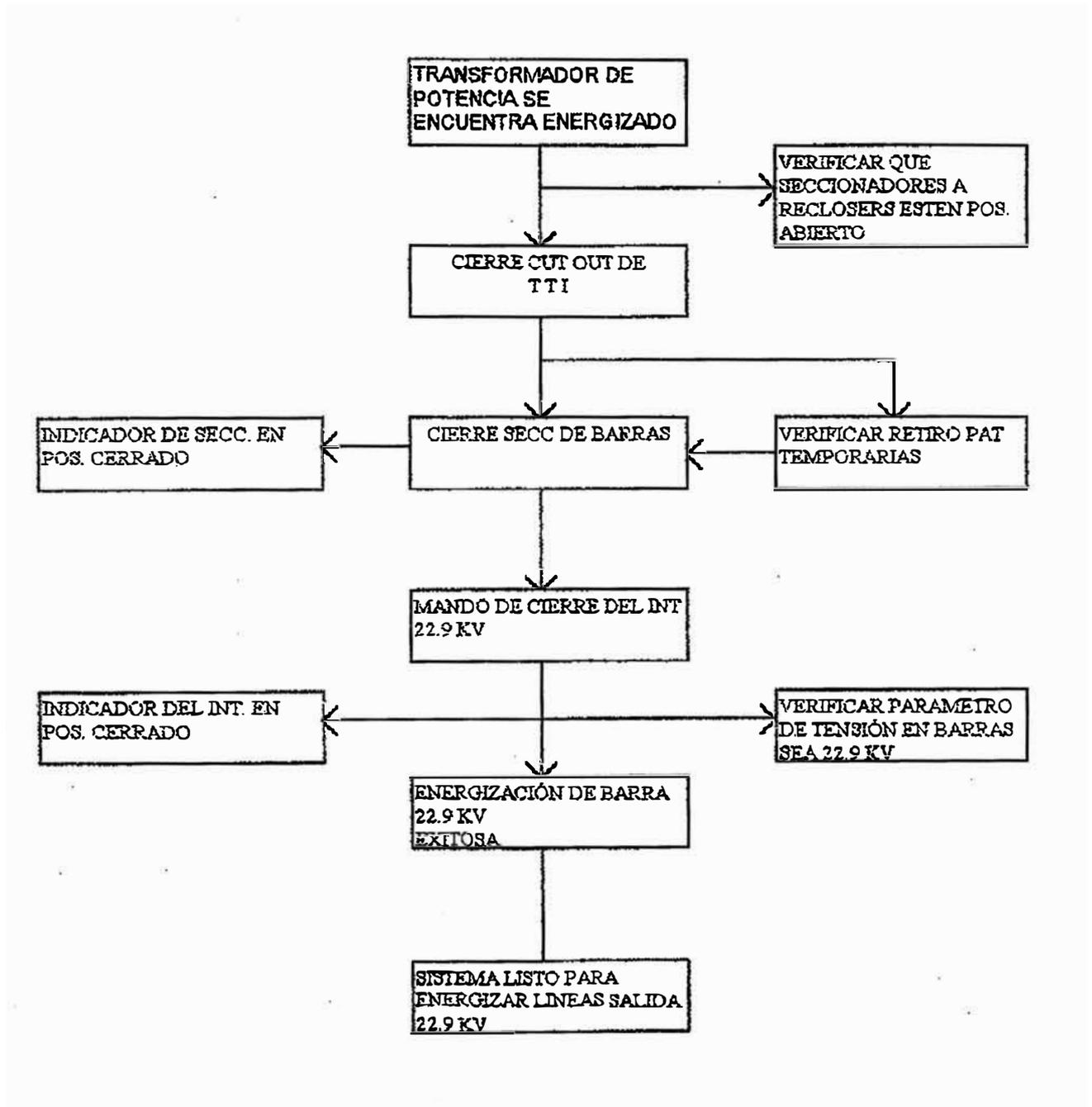
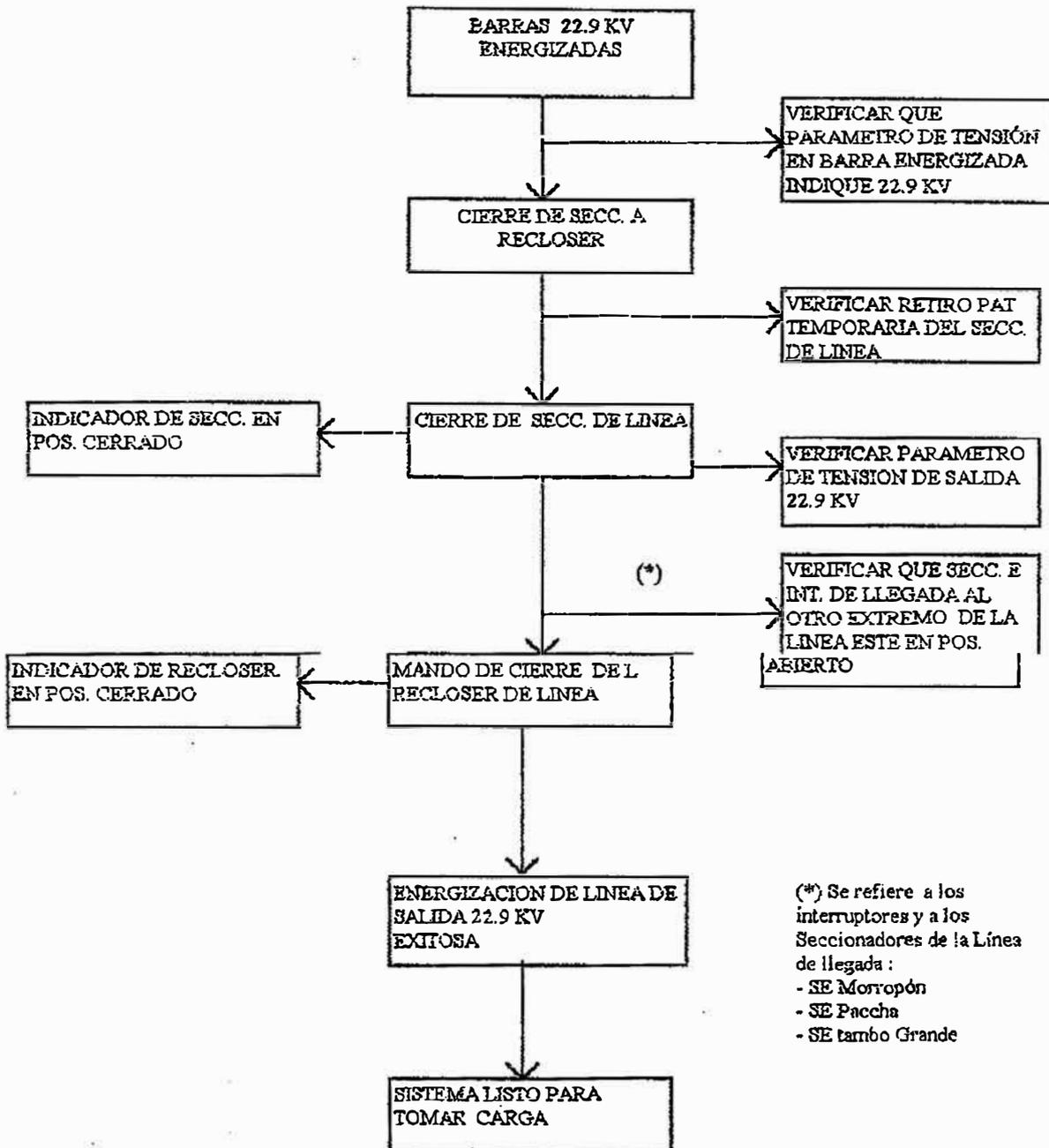


Fig. 4.15

Diagrama de bloques para la energización de barras en 22.9 kV

## ENERGIZACION LINEAS DE SALIDA 22.9 KV



**Fig. 4.16**

**Diagrama de bloques para la energización de las salidas en 22.9 kV  
 Finalmente éstas salidas quedan en la posición abierto**

## **CAPITULO V METRADO EJECUTADO**

### **5.1 Generalidades.-**

En este capítulo se muestran los resultados desde el punto de vista económico. A mas de un año de la puesta en servicio de la Subestación 10/4/7 MVA Chulucanas ya se cuenta con la liquidación del contrato el cual nos permite comparar el monto ejecutado realmente con el monto contratado.

Cabe mencionar que el monto final invertido en la obra L.T. 60 kV Piura-Chulucanas y Subestaciones es 1.099 veces el monto inicialmente contratado..

### **5.2 Costos de los Suministros.-**

En este capítulo se presentan primeramente en la tabla 5.1 los costos de cada equipo aportado por el Ministerio de Energía y Minas para el montaje por parte del Contratista COBRA S.A. en la Subestación Chulucanas.

### **5.3 Valorización y Presupuesto ejecutado.-**

Respecto al montaje de la Subestación Chulucanas (materia del presente informe), en las tablas 5.2-5.3 y 5.4 se muestran los cuadros que permiten visualizar y comparar lo siguiente:

- a.) por cuánto se contrató el montaje en cada partida
- b.) cuánto fué lo realmente ejecutado como obra.

c.) cuánto es lo que se ha valorizado a lo largo de los meses de ejecución de la obra

#### **5.4 Resultados de la liquidación del contrato.-**

Al final de la Obra el cronograma de ejecución conforme a obra se muestra en la Tabla 5.6 , los desembolsos efectuados a lo largo de estos meses conllevan a la etapa de liquidación en la que ya se consideran los descuentos en el presupuesto del Contratista. Estos descuentos llegan a la suma de US \$ 660.89 debido a menores metrados los que a continuación se mencionan

- 1) Por el montaje del transformador de corriente toroidal 50/5 A, 15 VA del transformador ZIG-ZAG ,lado 10 kV que finalmente no fue realizado debido a que el toroidal venía incorporado.(US \$ 54.33)
- 2) No se llegaron a adecuar las celdas ni las barras de 10 kV debido a que estas que eran existentes, se encontraban en buen estado, por ello no se consideró el pago contractualmente previsto de US \$ 606.56

Finalmente el monto total de montaje fué de **US \$ 96,636.89** , monto menor al contractual (US \$ 101,854.81) debido a menores metrados existentes en las partidas señaladas con asterisco (\*) en las tablas 5.2 – 5.3 y 5.4 .

#### **5.5 Costo de las Pruebas en blanco.-**

Como se aprecia del cuadro N° 5.4 el costo de las pruebas en blanco fue US \$ 6,884.43, que incluye la S.E. Piura Oeste. Una comparación considerando la cantidad de equipos de la S.E. Piura Oeste con la S.E. Chulucanas permite estimar que el costo de las pruebas solo en la S.E. Chulucanas está en el orden de US \$ 5,163.32 .

Dado que las empresas especialistas de Pruebas en Blanco cotizan de manera global (no por equipo) , una cotización a la fecha (18/2/99) solo para la S.E. Chulucanas indica un costo de Pruebas de US \$ 8,186.70 sin IGV .

**COSTO DE SUMINISTROS APORTADOS POR EL MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS**

**SUBESTACION 10 MVA CHULUCANAS**

DESCRIPCION	UNID	P.U. (US \$)	CANT.	TOTAL (US \$)
<b>TRANSFORMADOR DE POTENCIA TRAF0 EQUIPAMENTOS ELECTRICOS</b>				
10-13/4-5.3/7-9 MVA (ONAN-ONAF) 60/22,9/10 kV YN/yn/d5	U	258,172.35	1	258,172.35
<b>INTERRUPTOR DE POTENCIA AEG ALEMANIA</b>				
72,5 kV 800 A 20 kA 325 (BIL)	U	22,973.18	1	22,973.18
Repuestos por 5%	GLB	21,100.00	1	2,969.07
<b>SECCIONADORES DE POTENCIA SDCEM FRANCIA</b>				
de línea 72,5 kV 800 A 326 kV (BIL)	U	9,834.69	1	19,669.39
<b>TRANSFORMADOR DE TENSION CAPACITIVO GEC ALSTHOM T&amp;D</b>				
60:V3 / 0.1:V3 - 0.1:V3 50 VA, 325 kV (BIL)	U	5,604.33	3	16,813.00
22.9:V3 / 0.1:V3 - 0.1:V3 30 VA, 125 kV (BIL) FASE TIERRA	U	1,335.89	3	4,007.67
10 / 0.1 - 0.1:V3 30 VA, 95 kV (BIL) FASE FASE	U	1,100.28	3	3,300.83
<b>TRANSFORMADOR DE CORRIENTE GEC ALSTHOM T&amp;D</b>				
72.5 kV 600/5-5-5A MR 30 VA 5P20 5P20-0.5	U	5,228.05	3	15,684.14
24 kV, 125 kV (BIL) 600/5-5A MR 30VA ,5P20-0.5	U	1,444.84	3	4,334.53
17.5 kV, 95 (BIL) 600/5-5A MR 30 VA 5P20-0.5	U	1,173.93	3	3,521.78
<b>PARARRAYOS GEC ALSHTOM T&amp;D</b>				
PARARRAYOS DE OZn 60 kV 350 kV (BIL)	U	1,795.97	3	5,387.91
PARARRAYOS DE OZn 18 kV 170 kV (BIL)	U	937.62	3	2,812.86
PARARRAYOS DE OZn 12 kV 95 kV (BIL)	U	874.08	3	2,622.25
<b>INTERRUPTOR DE MEDIA TENSION GEC ALSHTOM T&amp;D</b>				
24 kV 630A 20 kA 125kV (BIL) EXTERIOR	U	18,944.34	1	18,944.34
17.5 kV 630A 20 kA 95kV (BIL) EXTERIOR	U	18,944.34	1	18,944.34
<b>RECLOSERS-MEDIA TENSION GEC ALSHTOM T&amp;D</b>				
24.9 kV 560A 12 kA 150kV (BIL) RECLOSER	U	14,827.52	3	44,482.55
<b>SECCIONADOR DE MEDIA TENSION SDCEM FRANCIA</b>				
24 kV 630A 150kV (BIL) EXTERIOR-TRIPOLAR	U	3,474.29	8	27,794.30
17.5 kV 630A 95kV (BIL) EXTERIOR	U	3,286.09	2	6,572.19
<b>BANCO Y CARGADOR DE BATERIAS OLDHAM - FRANCE</b>				
100 Vcc 100 Amp-Hr	U	8,119.90	1	8,119.90
<b>TOTAL (US \$)</b>				<b>487,126.58</b>

**TABLA 5.1**

Equipos aportados por el Ministerio de Energia y Minas

## METRADO EJECUTADO

PART. N°	DESCRIPCION	METRADO CONTRACTUAL		PRESUPUESTO CONTRACTUAL		METRADO EJECUTADO		METRADO EJECUTADO VALORIZADO	
		UNIDAD	CANT.	P.UNI. (US\$)	P.TOTAL (US\$)	CANTIDAD	TOTAL (US\$)	METRADOS	TOTAL (US\$)
	<b>S.E CHULUCANAS</b>								
<b>1.0</b>	<b>TRANSFORMADOR DE POTENCIA</b>	Un	1	16,516.51	16,516.51	1.00	16,516.51	1.00	16,516.51
	Transformador de potencia tipo para exterior, trifásico con de terciario, de 60+-13X1 %122.9/10 kV								
	10/4/7 MVA (ONAN), 13/5.39 MVA (ONAF). PANEL de re de tensión baja carga automático, con transf. de corriente tipo- Bushing en lados de 60,23 y 10 kV,								
	Incluye supervisión del montaje por el fabricante								
<b>2.0</b>	<b>INTERRUPTORES DE POTENCIA</b>								
2.1	Interruptor tripolar para exterior 72.5 kV, 800 A, BIL 16 KA Incluye estructura metálica de soporte.	Un	1	1,244.30	1,244.30	1.00	1,244.30	1.00	1,244.30
2.2	interruptores para exterior en media tensión 24 kV, 20 kA, 125 KVp BIL tipo exterior	Un	1	939.48	939.48	1.00	939.48	1.00	939.48
2.3	Interruptores para exterior en media tensión 17.5 kV, 20 KA, 95 KVp BIL tipo exterior	Un	1	855.66	855.66	1.00	855.66	1.00	855.66
2.4	Interruptor automático de recierre Exterior Recloser, 24,9 kV, 630 A, 20 KA, 150 KVp BIL	Un	3	1,438.75	4,316.25	3.00	4,316.25	3.00	4,316.25
<b>3.0</b>	<b>SECCIONADORES</b>								
3.1	Seccionador tripolar para exterior, con cuchillas de tierra 72.5 kV, 800 A, BIL 325 kVp. inc. soporte metálico	Un	1	1,314.65	1,314.65	1.00	1,314.65	1.00	1,314.65
3.2 (*)	Seccionadores de media tensión 24 kV, 630 A, 20 125 KVp Bil. tipo exterior	Un	8	957.79	7,662.32	7.00	6,704.53	7.00	6,704.53
3.3 (*)	Seccionadores de media tensión 17.5 kV, 630 A 20 KA, 95 KVP Bil, tipo exterior	Un	2	957.79	1,915.58	1.00	957.79	1.00	957.79
<b>4.0</b>	<b>TRANSFORMADORES DE MEDIA</b>								
4.1	Transformador de tensión monofásico 60 kV tipo ca	Un	3	581.25	1,743.75	3.00	1,743.75	3.00	1,743.75
4.2	Transformador de tensión monofásico 22.9 kV	Un	3	461.40	1,384.20	3.00	1,384.20	3.00	1,384.20
4.3	Transformador de tensión, monofásico 10 kV	Un	3	171.59	514.77	3.00	514.77	3.00	514.77
4.4 (*)	Transformador de corriente monofásico 24 kV	Un	3	460.80	1,382.40				
4.5	Transformador de corriente monofásico 17.5 kV	Un	3	300.91	902.73	3.00	902.73	3.00	902.73
<b>5.0</b>	<b>PARARAYOS</b>								
5.1	Para rayos de Ozñ 60 kV, 450 kV-BIL (incluye sop	Un	3	1,266.16	3,798.48	3.00	3,798.48	3.00	3,798.48
5.2	Pararrayos de Ozñ 18 kV, 170 kV BIL	Un	3	417.83	1,253.49	3.00	1,253.49	3.00	1,253.49
5.3	Pararrayos de Ozñ 12 kV, k 95 kV Bil	Un	3	417.83	1,253.49	3.00	1,253.49	3.00	1,253.49
<b>6.0</b>	<b>BANCO Y CARGADOR DE BATERIA</b>								
6.1	Bateria de acumuladores de 110 Vcc tipo plomo áci	Un	1	835.26	835.26	1.00	835.26	1.00	835.26
6.2	Cargador rectificador 110 Vcc 3 KW	Un	1	387.63	387.63	1.00	387.63	1.00	387.63
<b>7.0</b>	<b>CADENAS DE AISLADORES</b>								
7.1	De anclaje para 60 kV con 6 aisladores antineblina	Cjto	3	14.58	43.74	3.00	43.74	3.00	43.74
7.2 (*)	De suspensión para 60 kV con 5 aisladores antine	Cjto	3	20.74	62.22				
7.3 (*)	De suspensión para 23 kV con 3 aisladores antineb	Cjto	21	9.71	203.91	12.00	116.52	12.00	116.52

**TABLA 5.2**

Comparación de partidas  
Monto Contractual vs Monto Ejecutado

**CUADRO COMPARATIVO  
METRADO EJECUTADO V/S METRADO CONTRACTUAL**

PART. N°	DESCRIPCION	METRADO CONTRACTUAL		PRESUPUESTO CONTRACTUAL		METRADO EJECUTADO		METRADO EJECUTADO VALORIZADO	
		UNIDAD	CANT.	P. UNIT.(\$)	P.TOTAL(US \$)	CANTIDAD	TOTAL(US \$)	METRADOS	TOTAL(US \$)
8.0	<b>BARRAS EN 60,23 Y 10 kv</b>								
8.1	Sistema de barras en 60 kv completo,construido con ca aleación de aluminio AAAC 240 mm2 y accesorios	Cjto	1	204.09	204.09	1.00	204.09	1.00	204.09
8.2	Sistema de barras en 23 kv completo,construido con ca aleación de aluminio AAAC 240 mm2 y accesorios	Cjto	1	625.86	625.86	1.00	625.86	1.00	625.86
8.3	Sistema de barras en 10 kv completo,construido con tu cobre de 2" de diámetro y accesorios	Cjto	1	116.96	116.96	1.00	116.96	1.00	116.96
10.0	<b>SECCIONADORES FUSIBLES EXTERIOR -MEDIA TEN</b>								
10.1	Seccionador - fusibles tipo cartucho, inst. exterior 24 kv 100 A (Fusible : 0.5 Am ultra rápido)	Un	3	339.08	1017.24	3.00	1017.24	3.00	1017.24
10.2	Seccionador - fusibles tipo cartucho, inst. exterior 17.5 kv 101 A (Fusible : 0.5 A ultra rápido)	Un	3	308.26	924.78	3.00	924.78	3.00	924.78
10.3 (*)	Seccionador - fusible tipo cut-out 17.5 kv, 100A	Un	3	282.56	847.68				
11.0	<b>TRANSFORMADOR DE PUESTA A TIERRA</b>								
11.1 (*)	Tranformador trifásico de puesta a tierra tipo ZIG-ZAG para protección y SS.AA. 10+2X2.5/40-23kv 170 kvA	Un	1	121.60	121.60				
12.0	<b>CELDAS METAL ENCLOSED M.T. 10 kv</b>								
12.1	Celda para conexión de los cables de energia en 10 kv a las barras actuales a la Central Térmica de Huápalas	Cjto	1	1421.88	1421.88	1.00	1421.88	1.00	1421.88
13.0	<b>CABLES DE ENERGIA</b>								
13.1 (*)	Cables de energía unipolares ,240 mm2 tipo seco para 1	m	600	2.82	1692.00	328.50	926.37	328.50	926.37
13.2 (*)	Terminales para cables de energía unipolar de 240 mm2 Para sevicio en 10 kv ,uso exterior, incluye conectores	Cjto	6	219.85	1319.10	9.00	1978.65	9.00	1978.65
13.3 (*)	Terminales para cables de energía unipolar de 240 mm2 Para sevicio en 10 kv ,uso exterior, incluye conectores	Cjto	6	187.85	1127.10	9.00	1690.65	9.00	1690.65
14.0	<b>TABLEROS DE CONTROL</b>								
14.1	Panel P1-Panel de control,señalización protección y me de la LT 66 kv Piura Oeste	Cjto	1	873.72	873.72	1.00	873.72	1.00	873.72
14.2	Panel P2-Regulación del transformador T1	Cjto	1	489.07	489.07	1.00	489.07	1.00	489.07
14.3	Panel P3 Panel de supervisión y mando 60,229 y 10 kv (cuadro sinóptico)	Cjto	1	993.07	993.07	1.00	993.07	1.00	993.07
14.4	Panel P4 Pa nel de Medición	Cjto	1	489.07	489.07	1.00	489.07	1.00	489.07
14.5	Panel P5 Panel de Servicios Auxiliares	Cjto	1	367.41	367.41	1.00	367.41	1.00	367.41

**TABLA 5.3**

Comparación de partidas  
Monto Contractual v/s Monto Ejecutado

**CUADRO COMPARATIVO  
METRADO EJECUTADO V/S METRADO CONTRACTUAL**

PART. N°	DESCRIPCION	METRADO CONTRACTUAL		PRESUPUESTO CONTRACTUAL		METRADO EJECUTADO		METRADO EJECUTADO VALORIZADO	
		UNIDAD	CANT.	P. UNIT.(\$)	P.TOTAL(US \$)	CANTIDAD	TOTAL(US \$)	METRADOS	TOTAL(US \$)
<b>15.0</b>	<b>CABLES DE CONTROL</b>								
15.1	Cables de control de baja tensión (no incluye cables para instalación del alumbrado exterior e interior)	Cjto	1	2,817.39	2,817.39	1.00	2,817.39	1.00	2,817.39
<b>16.0</b>	<b>SISTAMA DE TIERRA SUPERFICIAL</b>								
16.1	Cable desnudo de cobre de 70 mm2	Cjto	1	12098.82	12098.82	1.00	12098.82	1.00	12098.82
16.2	Soldadura tipo CADWELD	Cjto	1	639.36	639.36	1.00	639.36	1.00	639.36
16.3	Conectores barras de cobre,jabalinas cooperweld y acce	Cjto	1	952.82	952.82	1.00	952.82	1.00	952.82
<b>17.0</b>	<b>ESTRUCTURAS METALICAS</b>								
17.1	Pórticos y soportes de aisladores portabarras 60 kv	Cjto	1	1995.80	1995.80	1.00	1995.80	1.00	1995.80
17.2	Soportes de fusibles y Transf. De medición 22.9 kv	Cjto	1	278.15	278.15	1.00	278.15	1.00	278.15
17.3	Soportes de barraspara iasladores portabarras 10 kv	Cjto	1	172.65	172.65	1.00	172.65	1.00	172.65
17.4	Soportes de fusibles, transf. De P.A.T. Y serv.aux.y tra de medición en 10 kv.	Cjto	1	278.15	278.15	1.00	278.15	1.00	278.15
17.5	Soporte de pararrayos para 22.9 kv, 170 kv BIL, Exterior.	Un	3	162.61	487.83	3.00	487.83	3.00	487.83
17.6	Soporte de pararrayos para 10 kv, 95 kv BIL, Exterior.	Un	3	139.04	417.12	3.00	417.12	3.00	417.12
<b>18.0</b>	<b>INGENIERIA DE DETALLE DE LAS SUBESTACIOES Y CHULUCANAS, INCLUYE ESI, DE COODINACION DEL SIST. PIURA O-CHULUCANAS</b>	Cjto	1	12412.32	12412.32	1.00	12412.32	1.00	12412.32
	En esta partida se incluyen,reportes fílmicos en VHS con mensual de la obra								
<b>19.0</b>	<b>PRUEBA Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS SUBESTACIONES OESTE (AMPLIACION Y CHULUCANAS)</b>	Cjto	1	6884.43	6884.43	1.00	6884.43	1.00	6884.43
<b>TOTAL COSTO DIRECTO PRESUPUESTO BASE S/E CHULUCANAS</b>									
						100,596.29		96,636.89	96,636.89

**TABLA 5.4**

Comparación de partidas  
Nótese que el Monto Final Valorizado es menor al Contractual

## PANORAMA GENERAL DE INVERSION

### SUBESTACION CHULUCANAS, LINEA DE TRANSMISION Y SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES

PARTE	SECCION	DESCRIPCION	PRESUPUESTO CONTRACTUAL	VALORIZACION CONTRACTUAL	VALORIZACIONES PAGADAS A ENE/98'
<b>LINEA DE TRANSMISION</b>					
1	A	Transporte de Material de M.E.M.	42,559.97	43,054.19	43,054.19
1	B	Suministro de Contratista	304,651.14	303,014.50	303,014.50
1	C	Obras Civiles y Montaje	494,970.25	648,585.52	648,585.52
<b>TOTAL PARTE 1</b>			<b>842,181.36</b>	<b>994,654.21</b>	<b>994,654.21</b>
<b>SUBESTACION</b>					
2	A	Transporte de Material de M.E.M.	7,576.00	2,300.00	2,300.00
2	B	Suministro de Contratista	281,858.24	243,016.74	243,016.74
2	C	Montaje, Pruebas, P.en Servicio	118,589.14	111,725.37	111,725.37
2	D	Obras Civiles	72,381.03	65,792.76	65,792.76
<b>TOTAL PARTE 2</b>			<b>480,404.41</b>	<b>422,834.87</b>	<b>422,834.87</b>
<b>TELECOMUNICACIONES</b>					
3	A	Suministro y Transporte de Materiales	24,819.30	24,819.30	24,819.30
3	B	Montaj, Pruebas y Puesta en Servicio	16,251.05	16,251.05	16,251.05
<b>TOTAL PARTE 3</b>			<b>41,070.35</b>	<b>41,070.35</b>	<b>41,070.35</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>			<b>1,363,656.12</b>	<b>1,458,559.42</b>	<b>1,458,559.43</b>
<b>ADUANAS Y ARANCELES</b>			<b>63,645.69</b>	<b>63,645.69</b>	<b>58,342.38</b>
<b>GASTOS GENERALES</b>			<b>309,686.30</b>	<b>331,238.84</b>	<b>335,468.67</b>
<b>UTILIDAD</b>			<b>163,638.73</b>	<b>175,027.13</b>	<b>175,027.13</b>
<b>SUB TOTAL</b>			<b>1,900,626.85</b>	<b>2,028,471.08</b>	<b>2,027,397.61</b>
<b>IGV</b>			<b>342,112.83</b>	<b>365,124.79</b>	<b>364,931.57</b>
<b>TOTAL GENERAL</b>			<b>2,242,739.68</b>	<b>2,393,595.88</b>	<b>2,392,329.18</b>

**TABLA 5.5**

Comparación de partidas

Nótese que el Monto Final Valorizado es menor al Contractual

**CRONOGRAMA DE OBRA FINAL EJECUTADO**

**SUBESTACION CHULUCANAS**

DESCRIPCION	1 9 9 6		1 9 9 7							
	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	
REPLANTEO TOPOGRAFICO	█	█								
INGENIERIA DE DETALLE		█	█	█	█	█	█	█		
OBRAS CIVILES					█	█	█	█		
EDIFICIO DE CONTROL S/E CHULUCANAS					█	█	█			
MONTAJE DE PORTICOS							█	█		
MONTAJE DE SOPORTES							█	█		
MONTAJE ELECTROMECHANICO							█	█	█	
MONTAJE DE TABLEROS DE CONTROL Y CELDAS								█	█	
MONTAJE DE TRANSFORMADOR DE POTENCIA								█	█	
INSTALACION DE CABLES DE MEDIA Y BAJA TENSION								█	█	
INSTALACION DE RED DE TIERRAS								█	█	
PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO									█	

**TABLA 5.6**

Cronograma de Ejecución Conforme a Obra

## CONCLUSIONES

A continuación se mencionan algunas conclusiones referidas al montaje, período de ejecución y presupuesto ejecutado de la Subestación 10 MVA Chulucanas.

- La reubicación del lugar destinado a la Subestación trajo como secuela un periodo adicional de tiempo en la ejecución de la ingeniería de detalle.
- Dado que el equipo de mayor costo de la Subestación es el Transformador de Potencia, es importante llevar un seguimiento de cerca a su transporte desde su preparación en el Almacén.

Para el montaje de la Subestación Chulucanas, se tuvo precisamente contratiempo en momentos que se cargaba al trailer antes de iniciar el recorrido (colisión en almacén de Lima con otro Transformador de Potencia) .

Como consecuencia la puerta metálica del conmutador de taps quedó golpeada aunque sin comprometer su integridad.

Asi mismo se rompió una tubería que permitió el ingreso de humedad al tanque del Transformador. Tuvo que realizarse la prueba de rocío asi como el tratamiento al aceite antes de llenar el tanque, esto en coordinación con el representante del fabricante. Se coordinó con la Empresa Regional ENOSA para que proporcionen sin costo la energía

eléctrica del grupo de recirculación. Finalmente el Transformador quedó preparado para su energización.

- Es importante la organización y el empleo de personal calificado para el montaje de los equipos, de modo que no se produzcan ampliaciones de plazo innecesarios.
- Durante el período de pruebas en blanco sucedió el daño irreversible a dos transformadores de tensión  $10/\sqrt{3} / 0.1/\sqrt{3} / 0.1$  kV los que habían sido conectados por equivocación en cortocircuito. Estos ( con la premura del tiempo para dar conclusión a la obra) tuvieron que ser reemplazados inmediatamente por equipos que el Ministerio de Energía y Minas proporcionó bajo posterior regularización de pago por parte del Contratista (descuento en su valorización).
- Respecto al monto final de ejecución (S.E. Chulucanas) éste fue menor en US \$ 4,557.03 (01,854.81-97,297.78) debido a menores metrados. (eliminación de la partida transformadores de corriente en el transformador Zig Zag debido a que vinieron incorporados de fábrica).
- Para el día de la realización de la Recepción Provisional se firmó el acta entre los representantes del MEM-ENOSA-S&Z-OCP S.A. conteniendo observaciones relativas al montaje, éstas de conformidad al contrato no eran de mayor trascendencia como para impedir la energización. Se corrigieron durante el mes siguiente de prueba experimental.

## **ANEXOS**

**ANEXO A**  
**RESULTADOS DE PRUEBAS EN BLANCO**

Transformador de Tensión Capacitivo

Pararrayos de OZn 60 kV, 350 kV (BIL)

Interruptor de Potencia 72.5 kV, 350 kV (BIL)

Seccionador 72.5 kV, 800 A, 325 kV (BIL)

TRANSFORMADOR DE TENSION CAPACITIVO

Rev. 2

Hoja 2/8

CARACTERISTICAS DE PLACA:

DESIGNACION: TRANSFORMADOR DE TENSION CAPACITIVO

MARCA: GEC OLS THOM

TIPO: CCV 72.5

NUMERO DE SERIE: 96-x17509405 001 BIL (KV) 72.5/140/325 KV

TENSION NOMINAL (KV): 72.5 FRECUENCIA (Hz) 60

TENSION PRIMARIA (KV) (FASE TIERRA)  $60,000/\sqrt{3}$

TERMINAL	BAJA TENSION	RELACION	VA	CLAS
a-n.	$100/\sqrt{3}$	600	50 VA	0 5
8a-dn	100	346.41	50 VA	3 P
X2-X3				
Y1-Y3				
Z1-Z3				
Z2-Z3				

CARGA TOTAL MAXIMA VA CARGA TERMICA 750 VA

CLASE DE TEMPERATURA

CAPACITANCIA TOTAL  $C1 = 14,000 \text{ pFD} \cdot 5710^{\circ}\text{C} =$

PESO TOTAL (Kg)

ALTITUD DE OPERACION (msnm)

NORMA DE F. FABRICACION:

AÑO DE FABRICACION: 1996

DIBUJOS DE REFERENCIA:

APROBADO:

*[Handwritten signatures and initials]*

FECHA:

13-07-92

INSPECCION INICIAL Y VERIFICACIONES

Rev. 2.

Hoja 3/8

EQUIPO: TRANSF. DE TENSION

FABRICANTE:

CAPACITIVO

GEC ALSTHOM

TIPO:

CCV 72.5

DESIGNACION:

Nº DE SERIE 96-X17509405-001

TRANSFORMADOR DE TENSION  
CAPACITIVO FASE R

VERIFICACIONES

ITEM	DESCRIPCION	RESULTADO
	-FUNDACION Y ESTRUCTURA DE SOPORTE	
	-CAJA DE TERMINALES	OK
	-TERMINAL DE APUESTA A TIERRA DE LA CARCASA	OK
	-ESTANQUEIDAD Y PERDIDAS DE ACEITE	OK
	-LIMPIEZA	OK
	-PORCELANAS	OK
	-NIVEL DE ACEITE	OK
	-INDICADOR DE NIVEL DE ACEITE	OK
	-TERMINALES SECUNDARIOS	OK
	-CABLEADO Y BORNES SEGUN LOS PLANOS	OK
	-CUCILLA DE PUESTA A TIERRA DE ONDA PORTADORA	OK
	-CUCILLA DE PUESTA A TIERRA DEL TRANSFORMADOR	---
	-DISPOSITIVO DE ACOPLAMIENTO	
	-IDENTIFICACION DE CONDUCTORES	
	-CAJA DE INTERCONEXION DE LAS 3 FASES	
	-CALIBRE DE CONDUCTORES	OK
	-IDENTIFICACION DE FASES	OK
	-PINTURA	

APROBADO:

FECHA:

*[Handwritten signatures]*

13-07-07

*[Handwritten date and initials]*

RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

Rev. 1

Hoja 4/8

EQUIPO: TRANSF. DE TENSION CAPACITIVO	FABRICANTE: CCE ALSTHOM
TIPO: C CV 71.5	DESIGNACION: TRANSFORMADOR DE TENSION CAPACITIVO FAK R
Nº DE SERIE 96-XH509405-001	

PRUEBAS

ITEM	DESCRIPCION	PRUEBAS DE AISLAMIENTO (*)					
		AT-MASA	AT-BT <sub>1</sub>	BT <sub>1</sub> MASA	BT-BT	BT <sub>2</sub> MASA	AT BT <sub>2</sub>
1	TEMPERATURA MED.AMB (°C)	31°C	31°C	31°C	31°C	31°C	31°C
2	HUMEDAD RELATIVA (%)						
3	TENSION DE PRUEBA (KV)	15	15	1	1	1	15
4	TIEMPO DE PRUEBA (Seg)	1'	1'	1'	1'	1'	1'
5	AISLAMIENTO MEDIDO (M-ohm)	135,000	300,000	38,000	69,000	32,000	200,000

\*) Desconectar el cableado exterior. Si el primario esta aterrado internamente no ejecutar AT-MASA Y AT-BT.

METODO DE PRUEBA Y EQUIPO UTILIZADO

MEDICION DIRECTA CON CC

EQUIPO UTILIZADO MESA BRAS 1-5-10-15 KV.

APROBADO:

FECHA:

13-02-97

*(Handwritten signatures and initials)*

RELACION DE TRANSFORMACION

Rev. 2

Hoja 6/8

EQUIPO: TRANSF. DE TENSION CAPACITIVO FABRICANTE: GEC ALSTHOM

TIPO: CCV 72.5

DESIGNACION:  
TRANSFORMADOR DE TENSION  
CAPACITIVO FOLIO R

Nº DE SERIE 96-AM509405-001

PRUEBAS:

ITEM	TERMINALES	MEDICION			RELA- CION NOMINAL	ERROR RELA- CION %	TAP PRIMARIO KV (*)
		VP	Vs	RELA- CION			
1	a-n	300.4	443.5	608.71	600	1.75	
2	da-dn	300.4	255.7	351.06	346.41	1.34	
3	Y1-Y3						
4	Y2-Y3						
5	Z1-Z3						
6	Z2-Z3						
7	X1-X3						
8	X2-X3						
9	Y1-Y3						
10	Y2-Y3						
11	Z1-Z3						
12	Z2-Z3						

Posicion de la cuchilla de selector de tension primaria

METODO DE PRUEBA Y EQUIPOS UTILIZADOS

APLICACION DE BAJA TENSION EN EL PRIMARIO  
MULTI AMP (MEDICION DE RELACION DE TRANSFORMACION)

APROBADO:

*[Handwritten signatures]*

FECHA:

12-02-01

*[Handwritten mark]*



OBSERVACIONES

Rev. 2.

Hoja 5.5

EQUIPO: TRANSF. DE TENSION CAPACITIVO

FABRICANTE: QEC ALSTHOM

TIPO: CCV 72.5

DESIGNACION:  
TRANSFORMADOR DE TENSION  
CAPACITIVO FAX R

Nº DE SERIE: 96 - XH 507405 - 001

- Falta pintado de tuberías de cables.
- Falta limpieza de los soportes de T.T.
- La fase "E" se cambiaría a fase "T"

FECHA PRECISA PARA EL TANTO DE OBSERVACIONES  
APTO PARA SU CONSERVACION

APROBADO

*[Handwritten signatures]*

73-CT-97

PARARRAYOS

Rev. 1

Hoja 2/6

CARACTERISTICAS DE PLACA

DESIGNACION: *PARARRAYOS 60KV FAK "R"*  
MARCA: *COOPER*  
TIPO:  
NUMERO DE SERIE: *7343403*  
TENSION NOMINAL (KV) *60 KV* CLASE: *3/10 KA*  
TENSION DE OPERACION MAXIMA CONTINUA (KV) *48 KV rms*  
AÑO DE FABRICACION

CONTADOR DE DESCARGA

CARACTERISTICAS DE PLACA

DESIGNACION: *CONTADOR DE OPERACIONES DE DESCARGA*  
MARCA: *EMP LIMITED*  
TIPO: *5012 y 5013*  
NUMERO DE SERIE:

APROBADO:

*[Handwritten signatures]*

FECHA:

*13-07-97*

*[Handwritten signature]*

INSPECCION INICIAL Y VERIFICACIONES

Rev. 2

Hoja 3/6

EQUIPO: PARARRAYOS	FABRICANTE: COOPER
TIPO:	DESIGNACION:
Nº DE SERIE: 93 G 3403	PARARRAYOS DE LINEA 60 KV FAN "R"

VERIFICACIONES:

ITEM	DESCRIPCION	RESULTADO
1	VERIFICAR EL ESTADO GENERAL DEL PARARRAYO	
	-Fundaciones y estructuras de soporte	OK
	-Limpieza	OK
	-Nivelación y alineamiento	OK
	-Porcelana	OK
	-puesta a tierra	OK
	-Conexiones eléctricas	OK
	-Pernos	OK
	-Distancias eléctricas	OK
	-Conectores y ubicación según plano	OK
2	VERIFICACION DEL CONTADOR DE DESCARGA	
	-Estado del contador de descarga	OK
	-Facilidad de lectura de los contadores de descarga	OK
	-Lectura contador de descarga	6

APROBADO:

FECHA:

13-07-77

PRUEBAS

Rev. 2

Hoja 4/6

EQUIPO: PARARRAYOS	FABRICANTE: COOPER
TIPO:	DESIGNACION: PARARRAYOS DE LINEA 60KV Fase "R"
Nº DE SERIE: 93G3403	

ITEM	PRUEBAS	RESULTADO
1	AISLAMIENTO TERMINAL AT CONTRA TERMINAL DE TIERRA + TIERRA (M - OHMIOS)	570,000
		480,000
	-TENSION DE PRUEBA DE AISLAMIENTO (KV)	15
	-TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE LAS PRUEBAS (°C)	25°C
2	AISLAMIENTO DEL TERMINAL DE TIERRA DEL PARARRAYO (M-ohm) CONTRA TIERRA	60,000
	-TENSION DE PRUEBA DE AISLAMIENTO (KV)	1
3	PRUEBA DE OPERACION DEL CONTADOR DE DESCARGAS	
	-TENSION DE PRUEBA	
	-LECTURA DEL CONTADOR: INICIAL.....FINAL.....	

\* Tiempo de aplicacion de la tension de prueba de 60 Seg.

METODO DE PRUEBA Y EQUIPO UTILIZADO

MEDICION DIRECTA CON VNC  
EQUIPO MECABRAS

APROBADO:

FECHA:

*[Handwritten signatures]*

13-07-77

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signatures]*



OBSERVACIONES

Rev. 0

Hoja 6/6

EQUIPO:	FABRICANTE: CECOPER
TIPO:	DESIGNACION: PARARRAYOS DE LINEA 60KV
Nº DE SERIE 9363403	FASE "R"

- Falta conexión de Pararrayos con el contacto de ~~de~~ <sup>de</sup> ~~energía~~ <sup>energía</sup>
- Limpiar soporte de Pararrayos

FECHA PREVISTA DE LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES:

APTO PARA SU CONEXION

APTOBADO:

FECHA:

13-07-91

*[Handwritten signatures and initials]*

INTERRUPTOR DE POTENCIA  
CARACTERISTICAS DE PLACA

Rev. 1

27

DESIGNACION	INTERRUPTOR DE LINEA 60KV 4LEGADOS
MARCA:	AEG
TIPO:	SI-72.5 F7
NUMERO DE SERIE:	3005614/4
NIVEL DE AISLAMIENTO:	325KV
FRECUENCIA (Hz)	50/60
CORRIENTE NOMINAL (A)	2000
CORRIENTE DE INTERRUPCION SIMETRICA (KA)	25
CORRIENTE DE INTERRUPCION ASIMETRICA (KA)	
CICLO DE OPERACION:	C-0.3-CO-3min-CO
TIEMPO TOTAL DE INTERRUPCION (m Seg)	
TIEMPO TOTAL DE CIERRE (m Seg):	
TENSION AUXILIAR:	110VDC
PESO TOTAL (kg)	
ALTITUD DE OPERACION (msnm)	
NORMA DE FABRICACION:	
AÑO DE FABRICACION	
DIBUJOS DE REFERENCIA	

APROBADO:

FECHA:

13-07-97

*[Handwritten signatures and initials]*

INSPECCION INICIAL Y VERIFICACIONES

Rev. . . .

Hoja 3/7

EQUIPO: INTERRUPTOR		FABRICANTE: AEG
TIPO: 51-72.5 F-1	DESIGNACION: INTERRUPTOR DE LINEA	
Nº DE SERIE: 3005614/4	60KV LLERENA	
ITEM	VERIFICACIONES	RESULTADOS
1	Fundaciones y estructura de soporte	OK
2	Limpieza	OK
3	Nivelación y alinamiento	OK
4	Porcelana de las columnas de aisladores	OK
5	Equipamiento de la caja de mando	OK
6	Puesta a tierra	OK
7	Conexiones eléctricas	OK
8	Distancias electricas	OK
9	Conectores y ubicación según plano	OK
10	Presión del gas SF6	OK

APROBADO:

FECHA:

13-07-97



PLANILLA DE PRUEBA DE INTERRUPTORES DE POTENCIA

CLIENTE	MBM	CELDA	S. I. CHULUCANAS	FECHA	12-07-2012
---------	-----	-------	------------------	-------	------------

DATOS DEL INTERRUPTOR

DESCRIPCION	INTERRUPTOR DE LLEGADA 60KV		
MARCA	REC	TIPO	SI-225F
TIPO COMANDO - N° DE SERIE	RESORTES CRK3	N° SERIE	30056144
TENSION NOMINAL (KV)	22.5 KV	ANO DE FABRICACION	1946
NIVEL DE AISLAMIENTO (KV)	32.5 KV	CORRIENTE NOMINAL (A)	2,000
PODER DE CORTE (KA)	25 KA	CORRIENTE CORTA DURACION (KA) 3s	
COMPONENTE C.C		FRECUENCIA (HZ)	60
FACTOR DE PRIMER POLO		PODER DE CIERRE	
NORMA		MASA DE GAS	
TENSION NOMINAL BOBINA DE CIERRE			110 VDC
TENSION NOMINAL BOBINAS DE APERTURA N1 Y N2			110 VDC
TENSION NOMINAL DE MOTOR DE CARGA DE RESORTE			110 VDC
TENSION NOMINAL DE CALEFACCION / ILLUMINACION			220 VAC

MEDICIONES Y COMPROBACIONES

	A	B	C
PRESION DE GAS SF6 DE TRANSPORTE (Mpa)			
ESTANQUEIDAD DE GAS SF6	OK	OK	OK
RESISTENCIA DE AISLAMIENTO (MCHM)	ES(1) ST(1) ST(2)	210,000	240,000
Temperatura ambiental (°C)		24°C	24°C
TENSION APLICADA		15KV	
SECUENCIA DE MEDICION		DIRECTA / MINUTO	
EQUIPO DE MEDICION		MESA 13005	
PRESION GAS SF6 DE ALARMA S1 Mpa			
PRESION GAS SF6 BLOQUEO S2 Mpa			
TEMPERATURA DE MEDICION (°C)			
PRESION GAS SF6 (Mpa)			
TEMPERATURA DE MEDICION (°C)			
VERIFICACION DE CABLES DC		OK	OK
MANDO A DISTANCIA / 5 MANIOBRAS	CIERRE	OK	APERTURA OK
MANDO LOCAL	CIERRE	OK	APERTURA OK
TIEMPO DE CARGA DE RESORTE (s)		5.6s	
ANTI-SOMBEO		OK	
BLOQUEO POR BAJA PRESION DE GAS SF6		OK	
TIEMPO DE CIERRE (CLOSING TIME) (ms)		90ms	
TIEMPO DE APERTURA (OPENING TIME) BOBINA 1 (ms)		1.5ms	
TIEMPO DE APERTURA (OPENING TIME) BOBINA 2 (ms)			
SIMULTANEIDAD DE FASES (ms)		1ms	
EQUIPO DE MEDICION		THOMSON SOREL	
TENSIONES MINIMAS DE OPERACION (V)			
ACCIONAMIENTO DE BOBINAS DE APERTURA N1			
RESISTENCIA DE CONTACTOS (MICRO - OHM)		32	30.5
ENTRE CABLES DE TENSION		49.3	103.3
CORRIENTE APLICADA		103.4	119.9
EQUIPO DE MEDICION		FLUKE	

OBSERVACIONES

1)			
2)			
3)			
4)			
5)			
6)			
7)			
8)			
9)			
10)			

VERIFICACION POSTERIOR A LAS PRUEBAS

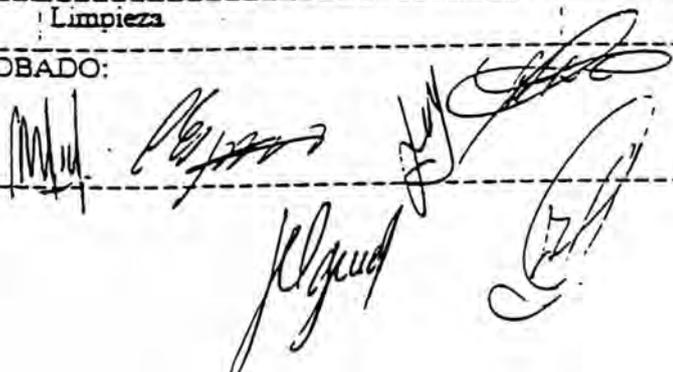
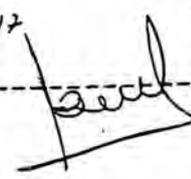
Rev. 1

Hoja 6/7

EQUIPO: INTERRUPTOR		FABRICANTE: AEG
TIPO: 51-72.5 Fa		DESIGNACION: INTERRUPTOR DE LINEA
Nº DE SERIE 3005614/4		60KV LLEGADA
ITEM	VERIFICACIONES	RESULTADOS
1	Conexión de los terminales	OK
2	Ajustes de los terminales	OK
3	Distancias de seguridad	OK
4	Estado de la porcelana	OK
5	Conexión a tierra	OK
6	Presión del gas SF <sub>6</sub>	OK
7	Caja de mando <ul style="list-style-type: none"> <li>- Operación de los calentadores</li> <li>- Calibración de los termostatos de los calentadores</li> <li>- Ausencia de objetos sobre el calentador</li> <li>- Cierre hermetico de las puertas del gabinete</li> <li>- Conexión a tierra de la caja de mando</li> </ul>	
8	Limpieza	

APROBADO:

FECHA:


13-07-97


OBSERVACIONES

Rev. 1.:

Hoja 77

EQUIPO: INTERRUPTOR FABRICANTE: AEG

TIPO: 51-12.5 F1 DESIGNACION: INTERRUPTOR DE LINEA

Nº DE SERIE 3005614/4 60KV 11EG000

- Falta airtas tubos de cables ok
- Falta limpieza superior del Interruptor
- Falta conmutaciones en los pernos de anclaje ok

Fecha prevista de Levantamiento de Observaciones

Apto para su conexión

APROBADO:

FECHA:

13-07-97

SECCIONADORES  
CARACTERISTICAS DE PLACA

Rev. 1

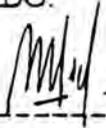
26

DESIGNACION:	SECCIONADOR DE LINEA 60 KV LLEGADA
MARCA:	SOCEN
TIPO:	SE 16200
NUMERO DE SERIE:	86687 - 1A - 1B - 1C
NIVEL DE AISLAMIENTO:	325 KV
FRECUENCIA (Hz)	
CORRIENTE NOMINAL	900 AMP
CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO DE CORTA DURACION (KA)	
CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO DINAMICA (KA)	20 KA 1 <sup>5/7</sup>
CORRIENTE AUXILIAR (Vcc)	110 VDC
PESO TOTAL (kg)	
ALTITUD DE OPERACION (msnm)	
NORMA DE FABRICACION:	
AÑO DE FABRICACION:	
DIBUJOS DE REFERENCIA:	
APROBADO:	FECHA: 13-07-97
	

INSPECCION INICIAL Y VERIFICACIONES

Rev. 1

Hoja 3/6

EQUIPO: SECCIONAR		FABRICANTE: SDCEM
TIPO: SR 16200	DESIGNACION: SECCIONADOR DE LINEA	
Nº DE SERIE: 866P7 1A-1B-1C	60KV LLEGANA	
ITEM	VERIFICACIONES	RESULTADOS
1	Fundaciones y estructura de soporte	OK
2	Limpieza	OK
3	Nivelación y alineamiento	
4	Porcelana de las columnas de aisladores	OK
5	Mandos y accionamientos	OK
6	Puesta a tierra	
7	Conexiones eléctricas	OK
8	Distancias eléctricas	OK
9	Conectores y ubicación según plano	OK
APROBADO:		FECHA:
 		13-07-97






VERIFICACION POSTERIOR A LAS PRUEBAS

Rev. 1

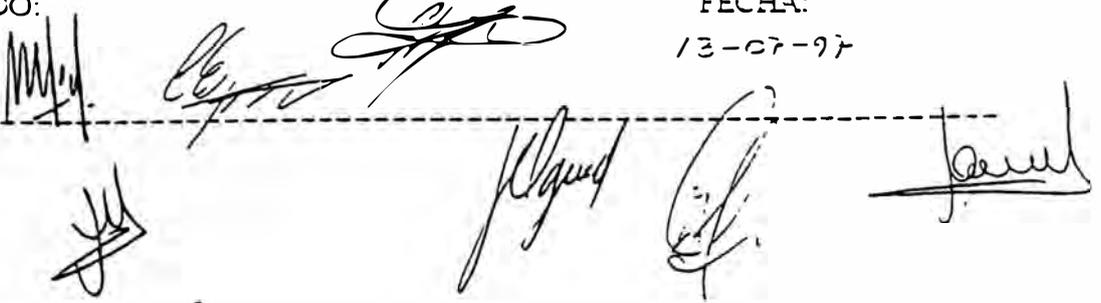
Hoja 5/6

EQUIPO: SECCIONADOR		FABRICANTE: SDCM
TIPO: SR 16200	DESIGNACION: SECCIONADOR DE LINEA	
Nº DE SERIE: 86687 1A-1B-1C	60 KV 116600	
ITEM	VERIFICACIONES	RESULTADOS
1	Conexión de los terminales	OK
2	Ajuste de los terminales	OK
3	Distancias de seguridad	OK
4	Estado de la porcelana	OK
5	Alineación de cuchillas en cada polo	OK
6	Puesta a tierra	OK
7	Mandos y accionamientos	OK
8	Limpieza	OK

APROBADO:

FECHA:

13-07-97



OBSERVACIONES

Rev. 1

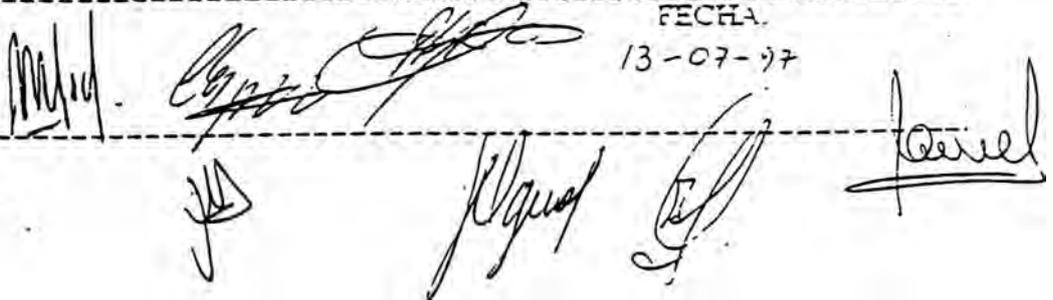
Hoja 6/6

EQUIPO: SECCIONADOR		FABRICANTE: SDCEN
TIPO: SR 16200	DESIGNACION: SECCIONADOR DE LINEAS 60KV 24EQW01	
Nº DE SERIE 86687 14-18-10		
- Falta regulacion del brazo de accionamiento		✓ OK
- Falta regulacion pins del sobrecorriente de la cuchilla de puesta a tierra		✓ OK
- Verificar contactos electricos de la C.P.T.		
- Pintar Tubos de cables		OK
- Limpiar soportes del seccionador de P.A.T.		OK
- Aplicar gresca moliente en las cuchillas del seccionador y la C.P.T.		OK
Fecha prevista de Levantamiento de Observaciones		
Apto para su conexion		

APROBADO:

FECHA:

13-07-97



MEDICIONES Y COMPROBACIONES

MANDO MANUAL CUCHILLA DE PUESTA A LA TIERRA	CERRE	OK	APERTURA	OK	
MANDO LOCAL MANUAL	CERRE	OK	APERTURA	OK	
MANDO LOCAL ELECTRICO	CERRE	OK	APERTURA	OK	
ALINEAMIENTO					OK
MANDO A DISTANCIA	CERRE	OK	APERTURA	OK	
ENCLAVAMIENTO AL CERRE		OK			
ENCLAVAMIENTO A LA APERTURA		OK			

		R	S	-
RESISTENCIA DE AISLAMIENTO (MGHM) (1)	Columna lado barras	1'500,000	2'100,000	1'500,000
	Columna lado equipo Liv	3'000,000	2'500,000	300,000
	Aislamiento conductores de barra			
TENSION APLICADA		15KV VDC		
TIEMPO DE APLICACION		1 MINUTO		
TEMPERATURA (°C)		28°C		
SECUENCIA DE MEDICION		DIRECTA		
EQUIPO DE MEDICION		M.B. GARZAS		
RESISTENCIA DE CONTACTOS ( MICRO - OHM )		26.72	61.1	62.03
( ENTRE CABLES DE ALTA TENSION )		27.2	61.3	62.03
CORRIENTE APLICADA		109.8	111.3	115
EQUIPO DE MEDICION	FLUKE			
TENSIONES MINIMAS DE OPERACION (V)		110VDC		
MGTCR DE ACCIONAMIENTO				

OBSERVACIONES :  
 ( 1 ) Con selector abierto

Por MEM

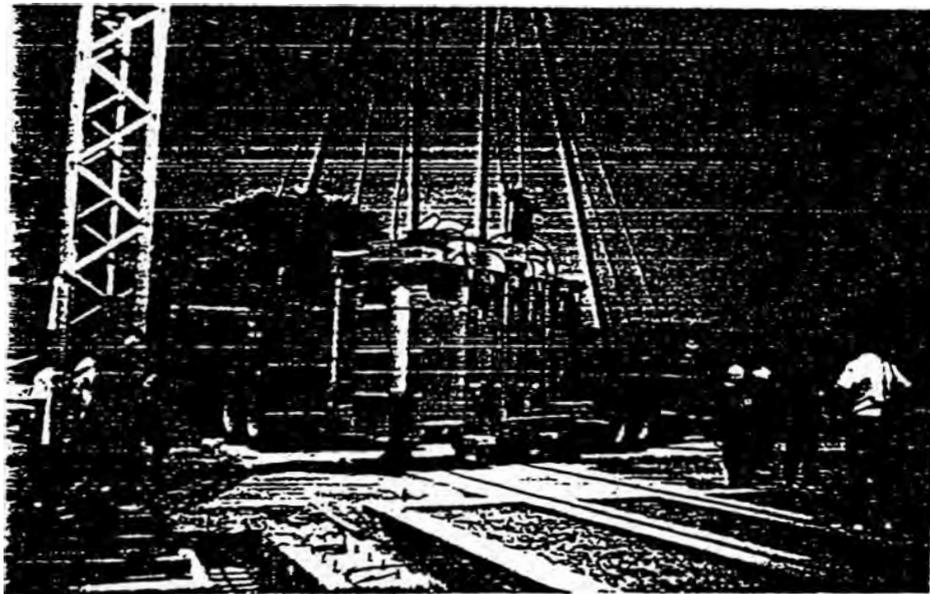
Por SUPERVISION

Por CONTRATISTA

**ANEXO B**  
**ARCHIVO FOTOGRAFICO DEL MONTAJE**  
**ELECTROMECHANICO Y PRUEBAS EN BLANCO DE LA S.E.**  
**CHULUCANAS 10/4/7 MVA ONAN 60/22.9/10 kV**



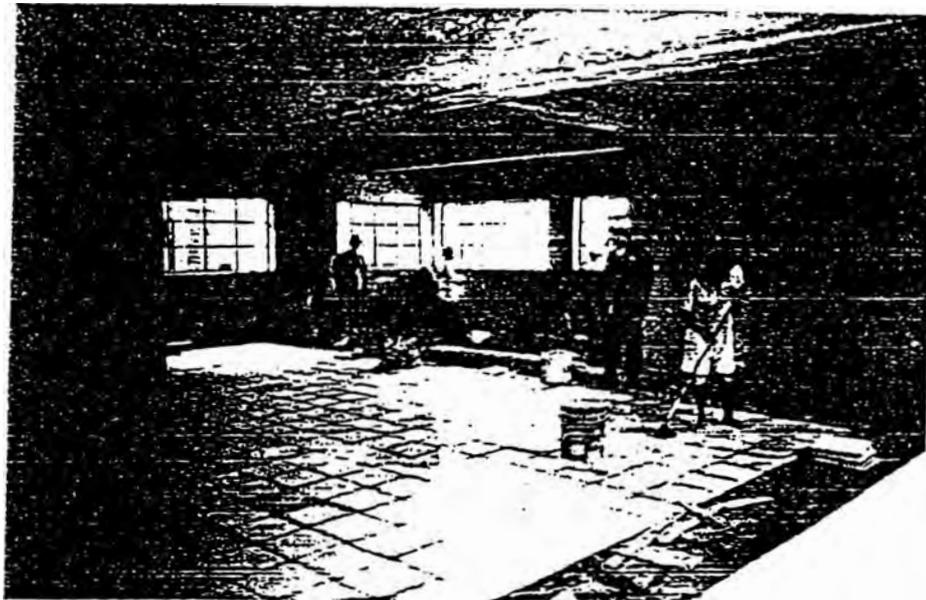
Vista panorámica de uno de los tres letreros  
Instalados en la obra



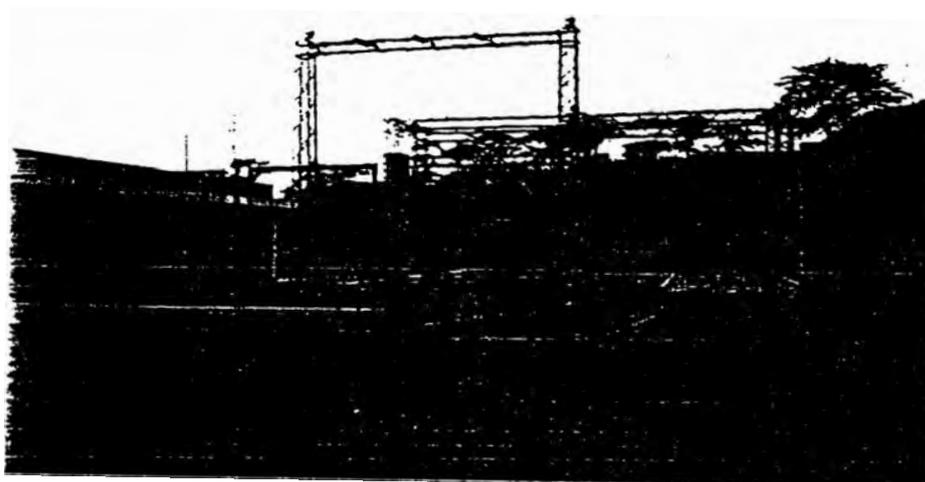
Instalación del transformador de Potencia 10/47 MVA.  
( 02 Plumas de 18 Tn cada una )



Vista de la ubicación de la Subestación Chulucanas  
Excavación de la base del Transformador de Potencia



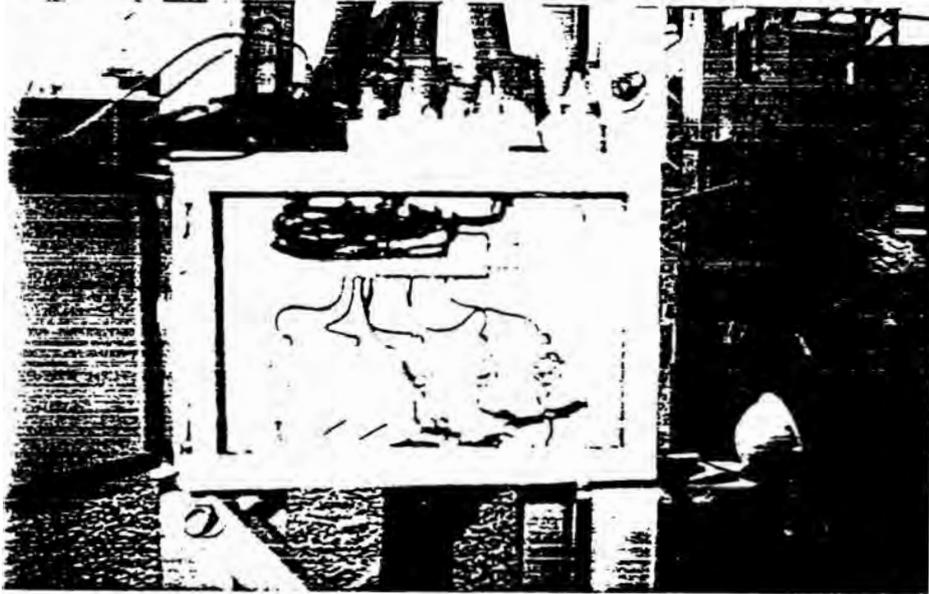
Vista de la Sala de Control en construcción



Vista panorámica de la SE Chulucanas en ejecución.



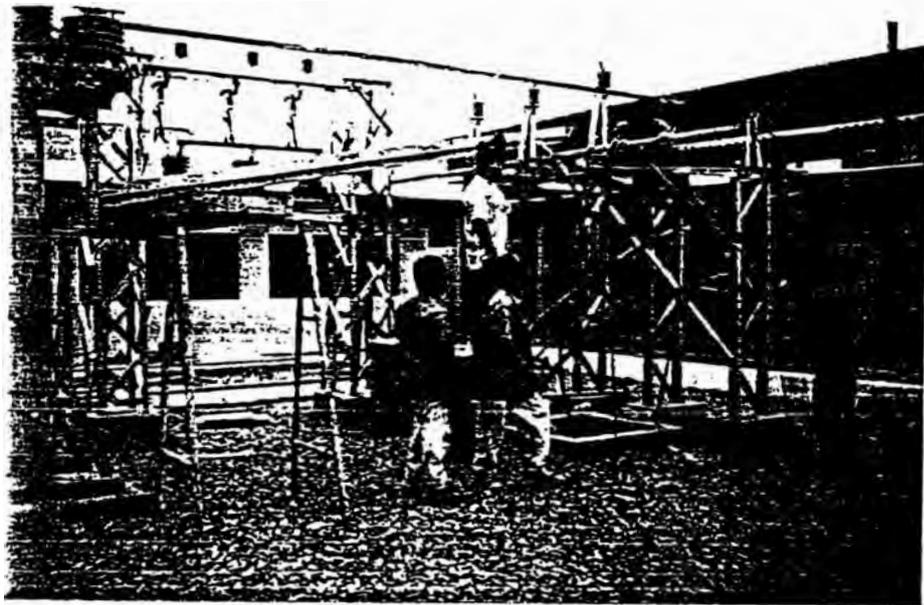
Prueba de reactancia en la L.T. 60 Kv Piura - Chulucanas  
(SE Chulucanas)



Caja de reagrupamiento de los transformadores de tensión en el lado de 10 kV  
(S.E. Chulucanas)



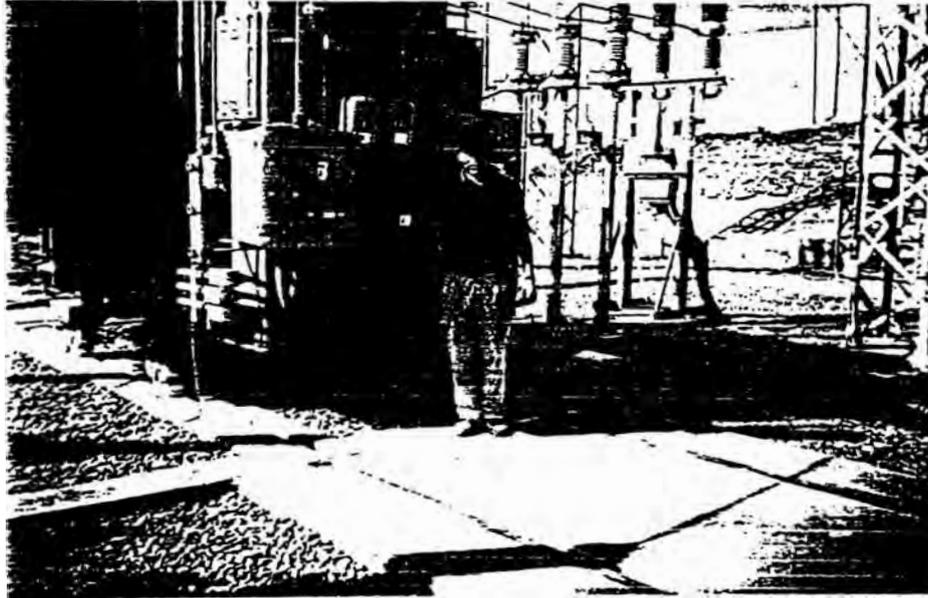
Cableado y peinado en canaletas de casa de control ( S.E. Chulucanas)



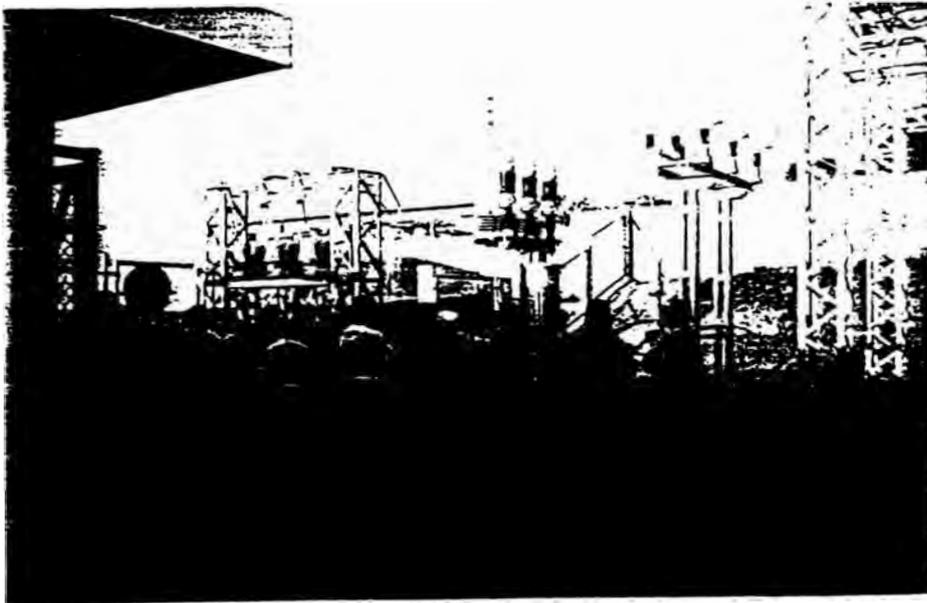
Montaje y adecuación de las barras en el lado de 10 kV  
(S.E. Chulucanas)



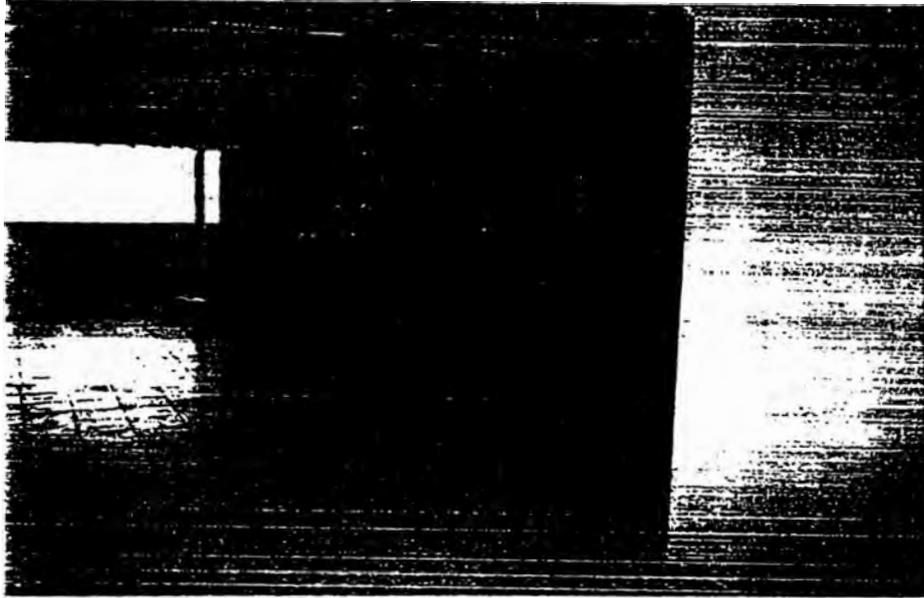
Delimitación, trazado y nivelación de la pista de acceso a la S.E. Chulucanas



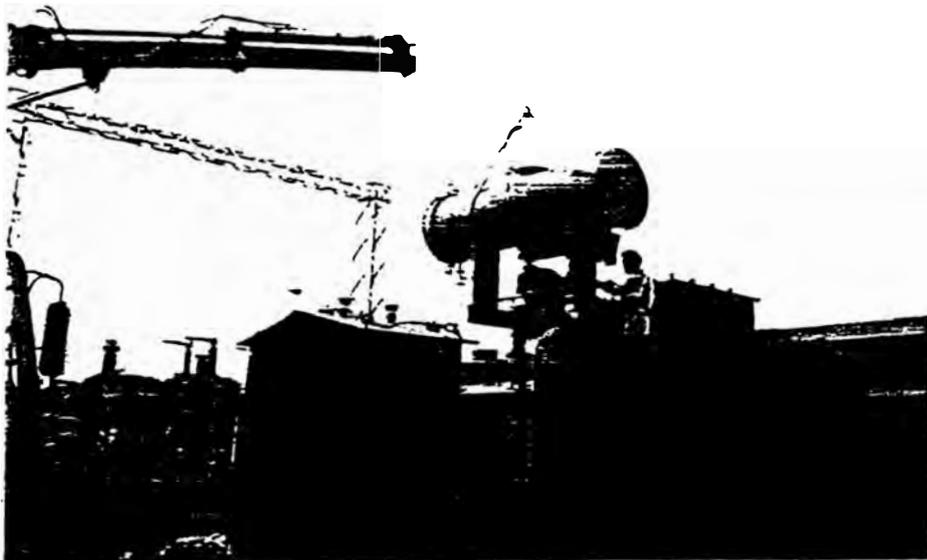
Vista del sellado de la caja de conmutador de mando bajo  
Carga en el transformador de Potencia - SE Chulucanas.  
( Caja sellada temporalmente por haber sufrido daño en el transporte )



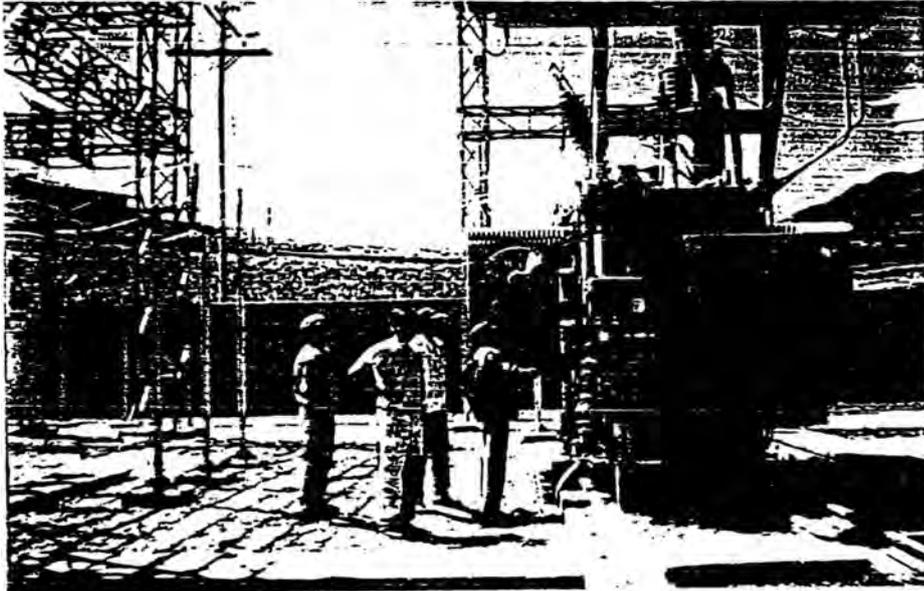
Momento de la energigación de la SE Chulucanas.  
( Patio de llaves - lado 10 Kv )



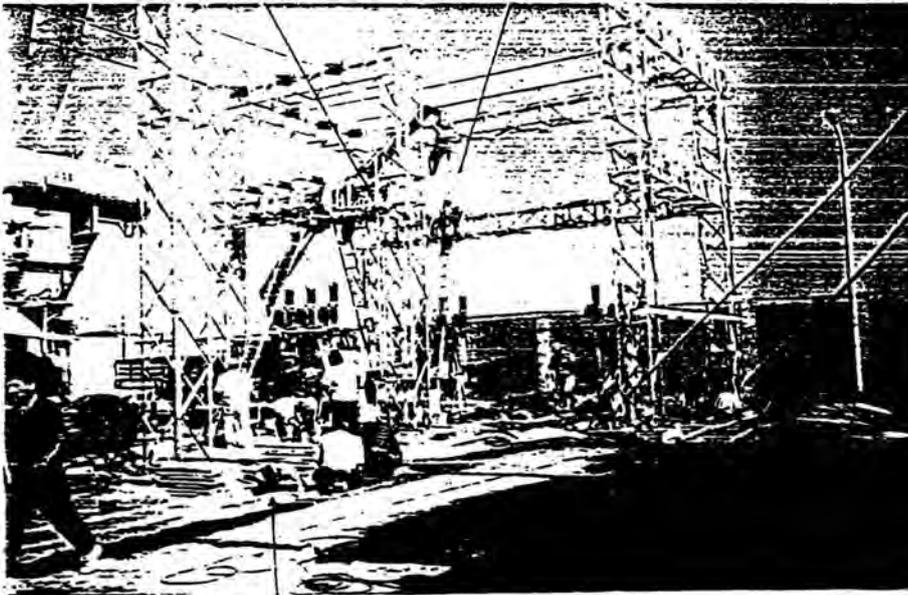
Sala de Control - Vista de Tableros de Mando,  
Medida y Protección (FIANSA)



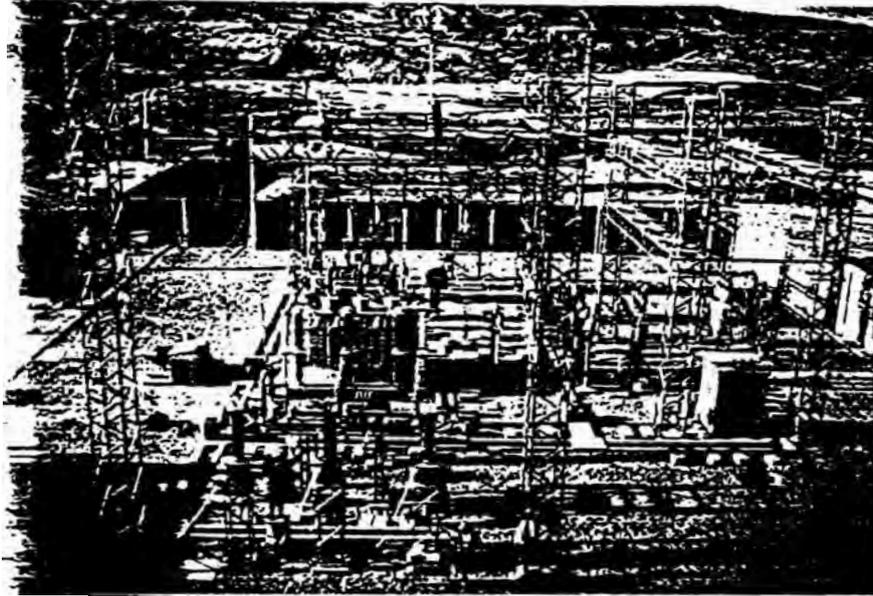
Montaje del Cilindro de Reserva del Transformador de Potencia 10 MVA



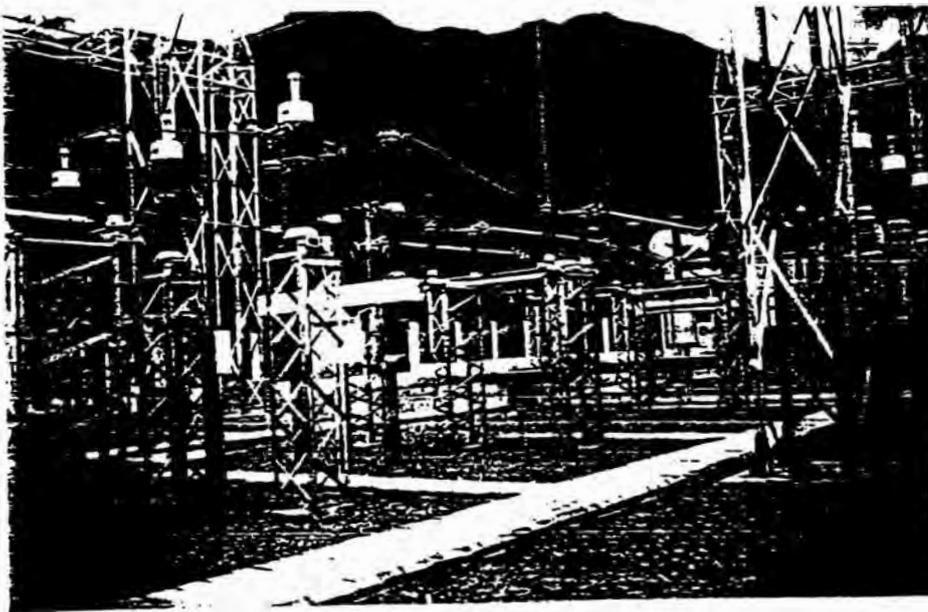
SE 7 MVA PALLASCA (Ancash)  
Toma de lectura del relé de imagen térmica.



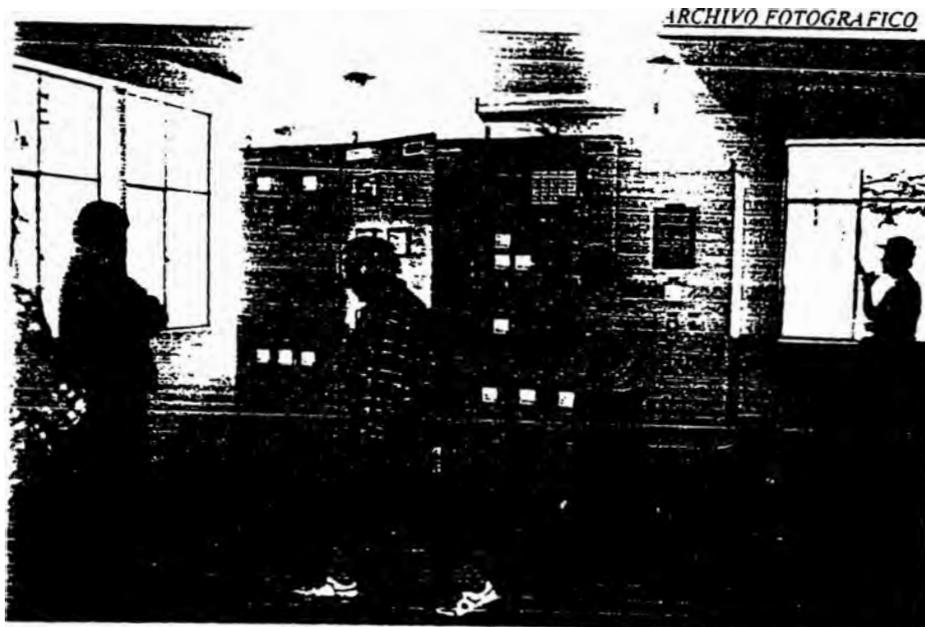
S.E. 10 MVA HUARMEY  
Encofrado en zanjas, cableado, y montaje de seccionadores



**SE - PUQUIO ( Ayacucho )**  
**Vista panorámica del Patio de llaves.**  
**( Periodo de Pruebas en Blanco ).**



**SE. TAMBURCO ( Abancay ).**  
**Vista del Patio de llaves.**  
**Equipos de salida para L.T. 60 Kv. Abancay - Chalhuanca.**



**SE - CHALHUANCA ( Abancay )**  
Periodo de pruebas (Pruebas de mando)



**SE Aucayacu (Huánuco).**  
Pruebas a los transformadores de medición ( lado 22.9 Kv ) dañados por  
Efecto de descarga eléctrica en la L.T. ( Medida de resistencia de aislamiento ).

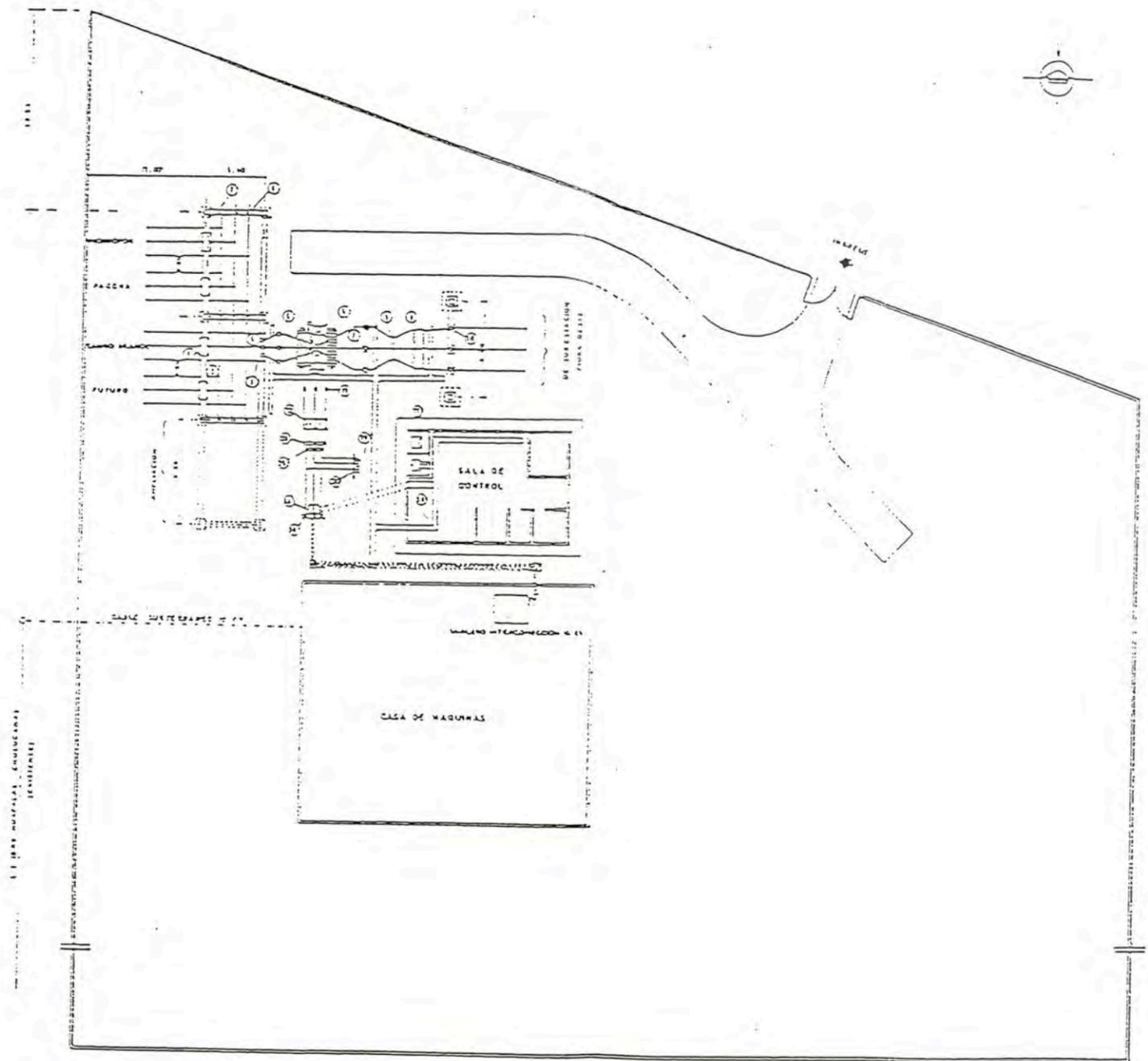
## **ANEXO C PLANOS**

### **S.E. CHULUCANAS**

De la totalidad de planos correspondientes a la Obra S.E. 10 MVA Chulucanas a continuación se presentan los planos representativos que muestran la envergadura de la Obra.

### **RELACION DE PLANOS**

Plano No. CHU-01	Ubicación General de la Subestación
Plano No. CHU-02	Plano de Planta
Plano No. CHU-03	Esquema Unifilar
Plano No. CHU-04	Disposición de equipos - secciones
Plano No. CHU-05	Sistema de fuerza – Salidas 22.9 kV
Plano No. CHU-06	Sistema de fuerza – Línea 22.9 kV
Plano No. CHU-07	Sistema de Medida-Línea 60 kV
Plano No. CHU-08	Sistema de Medida-Línea 10 kV



**LEYENDA**

**EQUIPOS DE 12.5 KV**

- (1) INTERRUPTOR DE CONTACTO
- (2) SECCIONADOR DE LINEA MONTAJE VERTICAL
- (3) SECCIONADOR DE BARRA MONTAJE VERTICAL
- (4) INTERRUPTOR
- (5) PARALAMITOS
- (6) TRANSFORMADOR DE REGULACION
- (7) SECCIONADOR PARA LINEA TPO OUT OUT

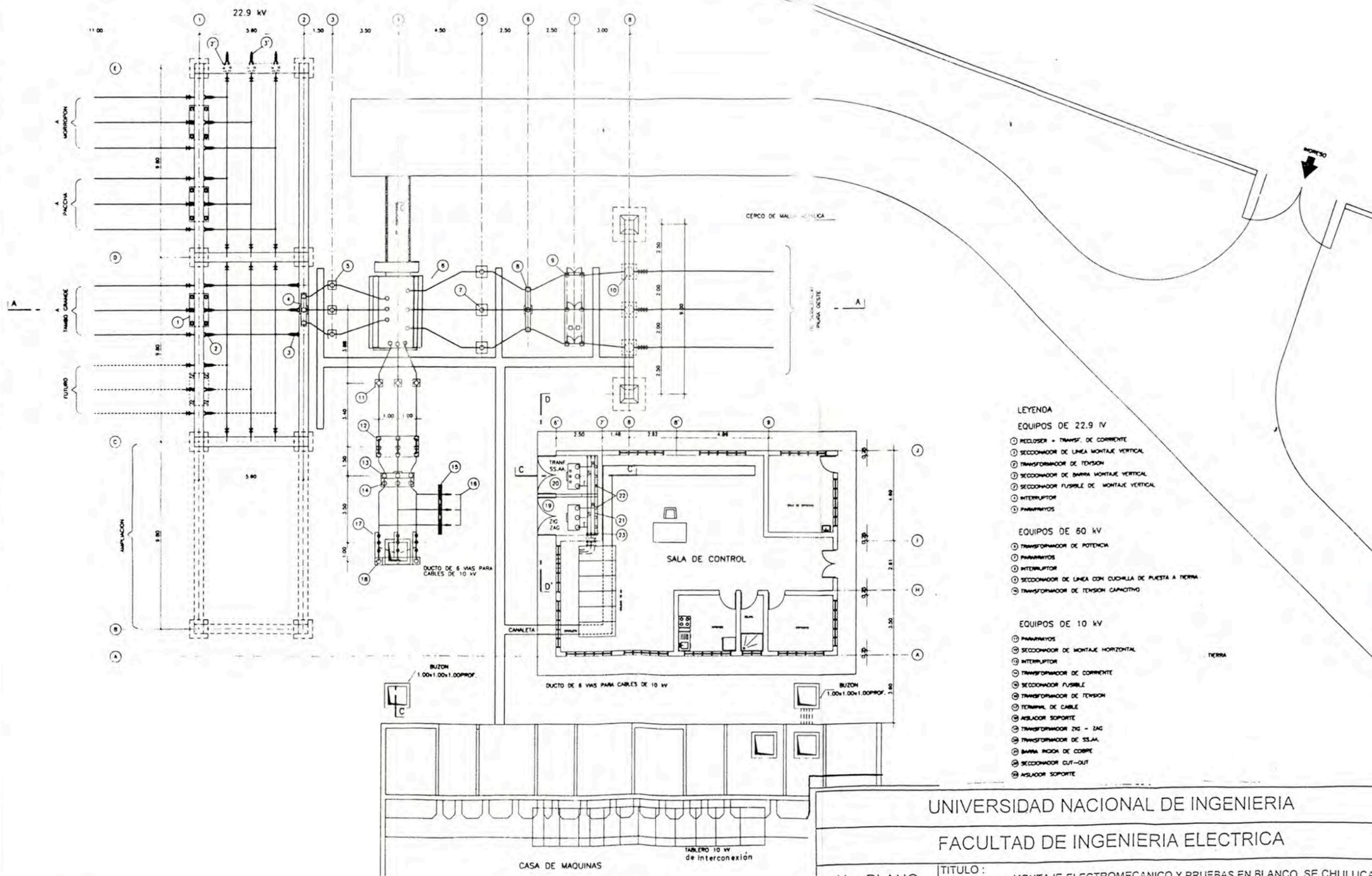
**EQUIPOS DE 50 KV**

- (8) TRANSFORMADOR DE POTENCIA
- (9) PARALAMITOS
- (10) INTERRUPTOR
- (11) SECCIONADOR DE LINEA CON CUCHILLA DE AJUSTE A TIERRA
- (12) TRANSFORMADOR DE TERMINO CAPACITIVO

**EQUIPOS DE 10 KV**

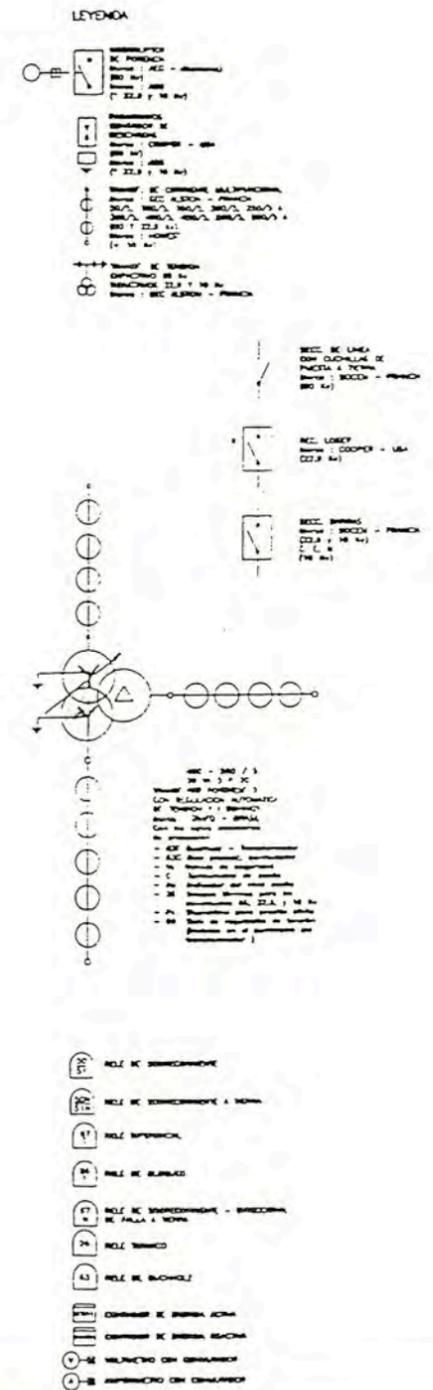
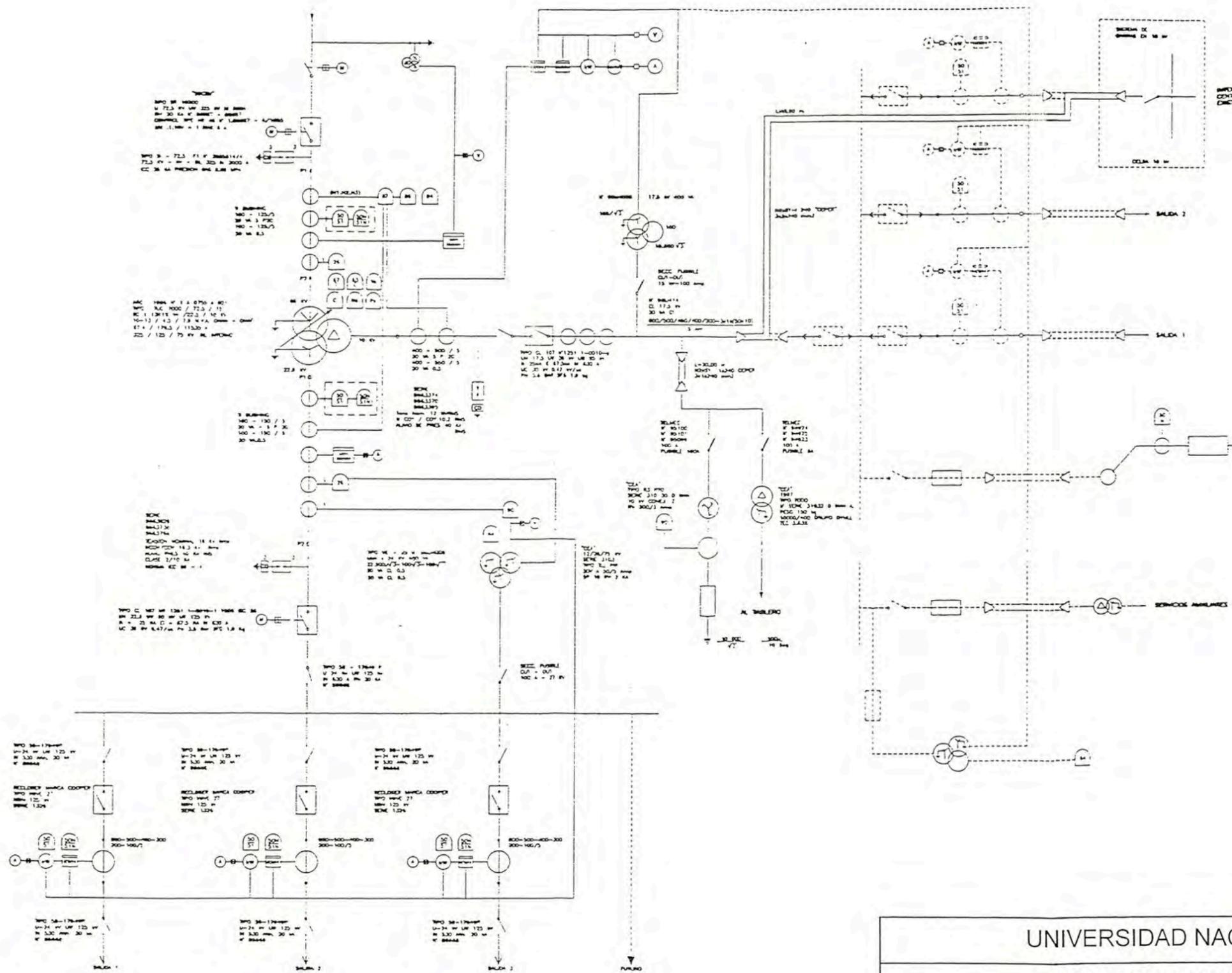
- (13) PARALAMITOS
- (14) SECCIONADOR DE MONTAJE HORIZONTAL
- (15) INTERRUPTOR
- (16) TERMINAL DE CABLE
- (17) TIRANTE DE CONTACTO
- (18) CABLEADO Y MONTE TPO MONTE
- (19) TIRANTE DE CONTACTO ARTICULABLE
- (20) TRANSFORMADOR DE TPO
- (21) SECCIONADOR PARA LINEA TPO OUT OUT
- (22) TRANSFORMADOR DE TERMINO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA			
No. PLANO	TITULO:	MONTAJE ELECTROMECANICO Y PRUEBAS EN BLANCO, SE CHULUCANAS	
CHU-01	PLANO:	UBICACION GENERAL DE LA SUBESTACION	
PROYECTISTA: MYF ASESOR: JBR		INFORME DE INGENIERIA	FECHA
S/E		MAX PEDRO YUPANQUI FLORES	SET.98

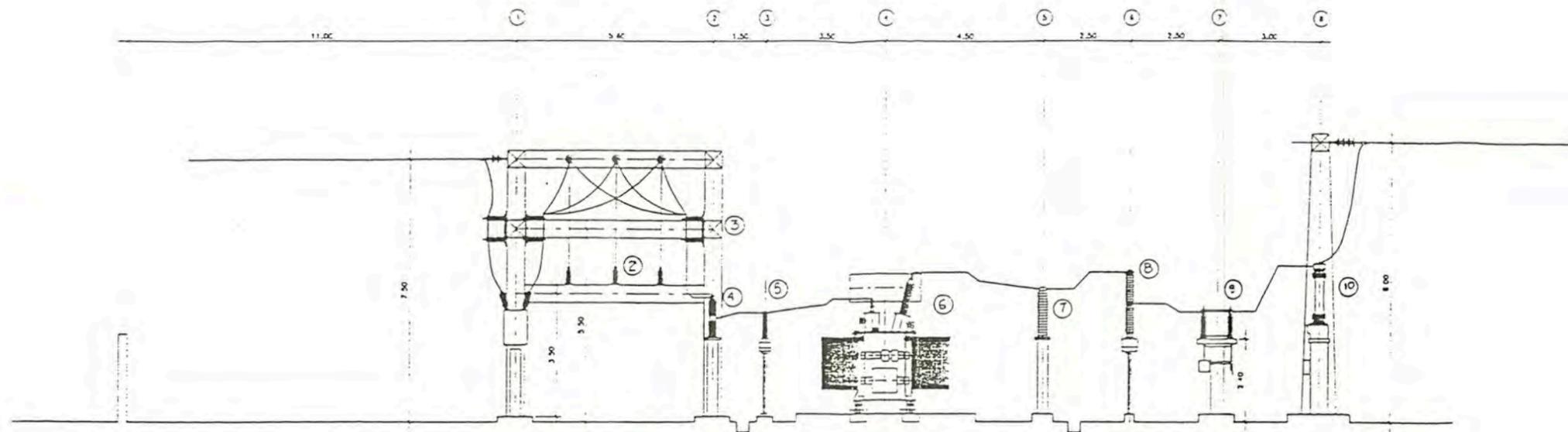


- LEYENDA**
- EQUIPOS DE 22.9 kV**
- ① RECIOSER + TRANSF. DE CORRIENTE
  - ② SECCIONADOR DE LINEA MONTAJE VERTICAL
  - ③ TRANSFORMADOR DE TENSIÓN
  - ④ SECCIONADOR DE BARRA MONTAJE VERTICAL
  - ⑤ SECCIONADOR FUSIBLE DE MONTAJE VERTICAL
  - ⑥ INTERRUPTOR
  - ⑦ PARARRAYOS
- EQUIPOS DE 60 kV**
- ⑧ TRANSFORMADOR DE POTENCIA
  - ⑨ PARARRAYOS
  - ⑩ INTERRUPTOR
  - ⑪ SECCIONADOR DE LINEA CON CUCHILLA DE PUESTA A TIERRA
  - ⑫ TRANSFORMADOR DE TENSIÓN CAPACITIVO
- EQUIPOS DE 10 kV**
- ⑬ PARARRAYOS
  - ⑭ SECCIONADOR DE MONTAJE HORIZONTAL
  - ⑮ INTERRUPTOR
  - ⑯ TRANSFORMADOR DE CORRIENTE
  - ⑰ SECCIONADOR FUSIBLE
  - ⑱ TRANSFORMADOR DE TENSIÓN
  - ⑲ TERMINAL DE CABLE
  - ⑳ AISLADOR SOPORTE
  - ㉑ TRANSFORMADOR ZIG - ZAG
  - ㉒ TRANSFORMADOR DE SS.AA.
  - ㉓ BARRA INCLINADA DE COBRE
  - ㉔ SECCIONADOR CUT-OUT
  - ㉕ AISLADOR SOPORTE

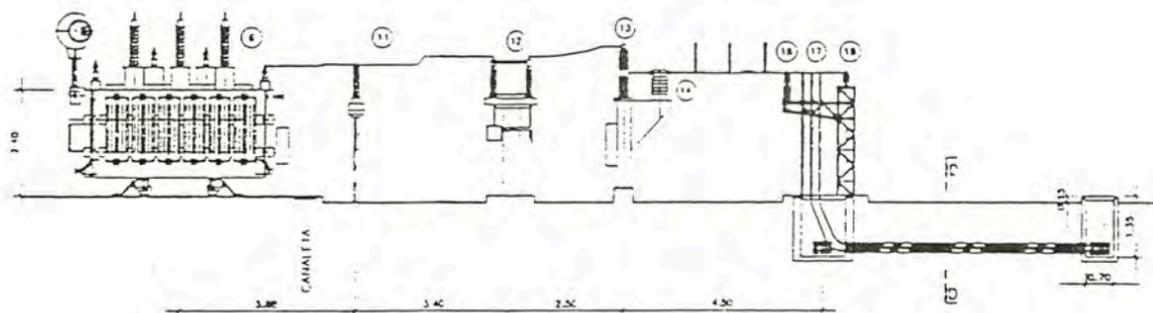
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA		
No. PLANO	TITULO : MONTAJE ELECTROMECANICO Y PRUEBAS EN BLANCO, SE CHULUCANAS	
CHU-02	PLANO: PLANO DE PLANTA	
PROYECTISTA: MYF ASESOR: JBR	INFORME DE INGENIERIA	FECHA
S/E	MAX PEDRO YUPANQUI FLORES	SET.98



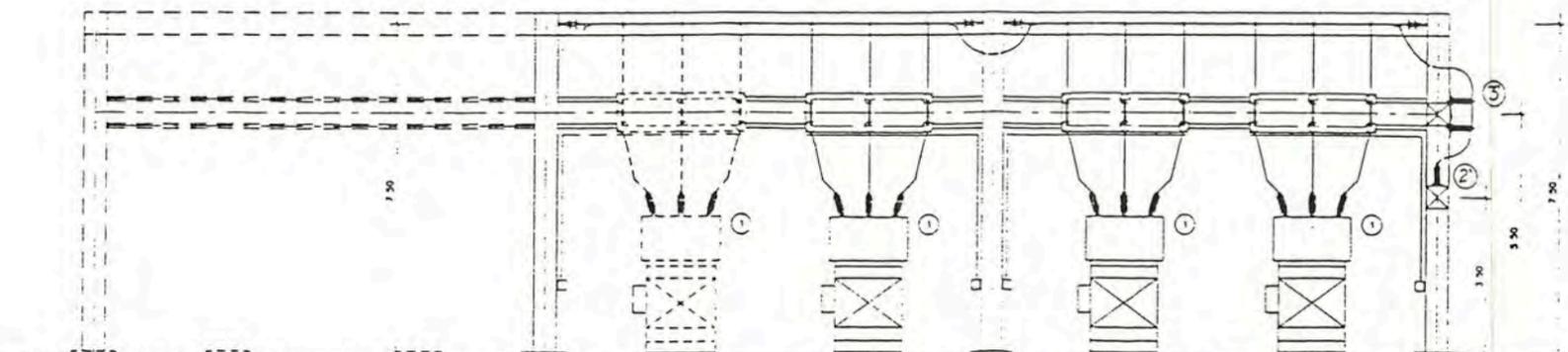
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA		
No. PLANO	TITULO : MONTAJE ELECTROMECHANICO Y PRUEBAS EN BLANCO, SE CHULUCANAS	
CHU-03	PLANO: ESQUEMA UNIFILAR	
PROYECTISTA: MYF ASESOR : JBR	INFORME DE INGENIERIA	FECHA
S/E	MAX PEDRO YUPANQUI FLORES	SET.98



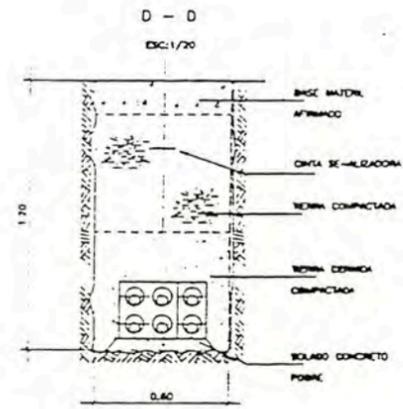
SECCION: A - A



SECCION: C - C

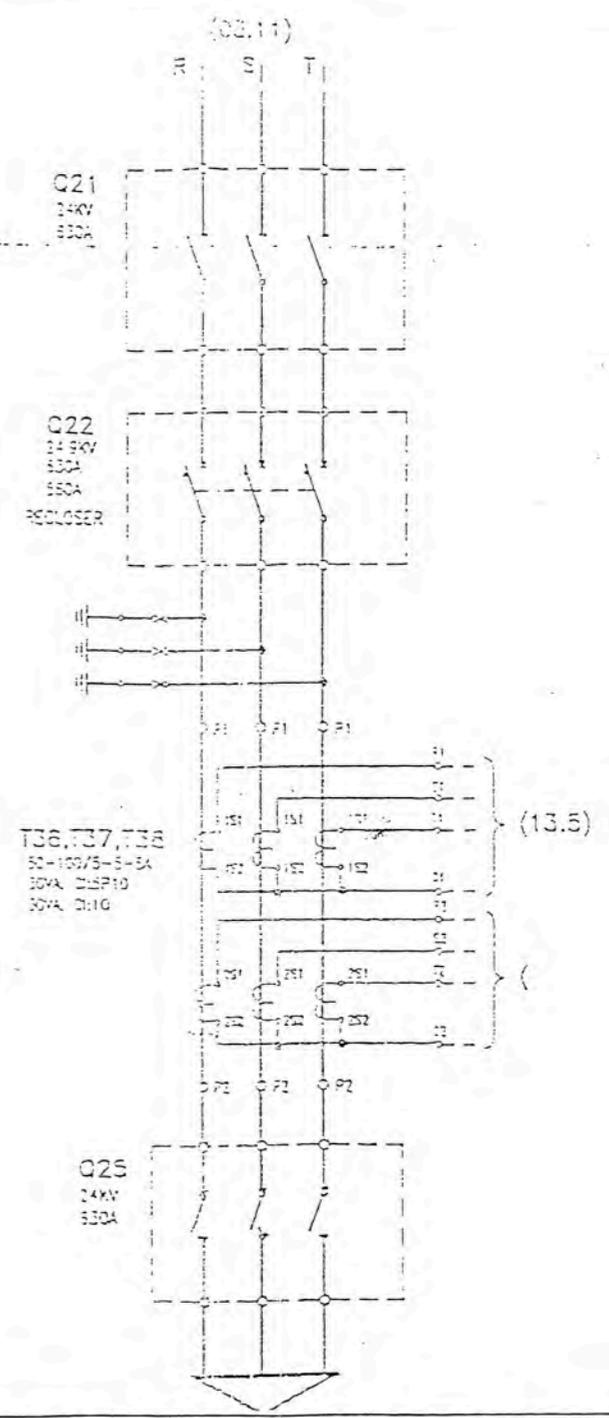
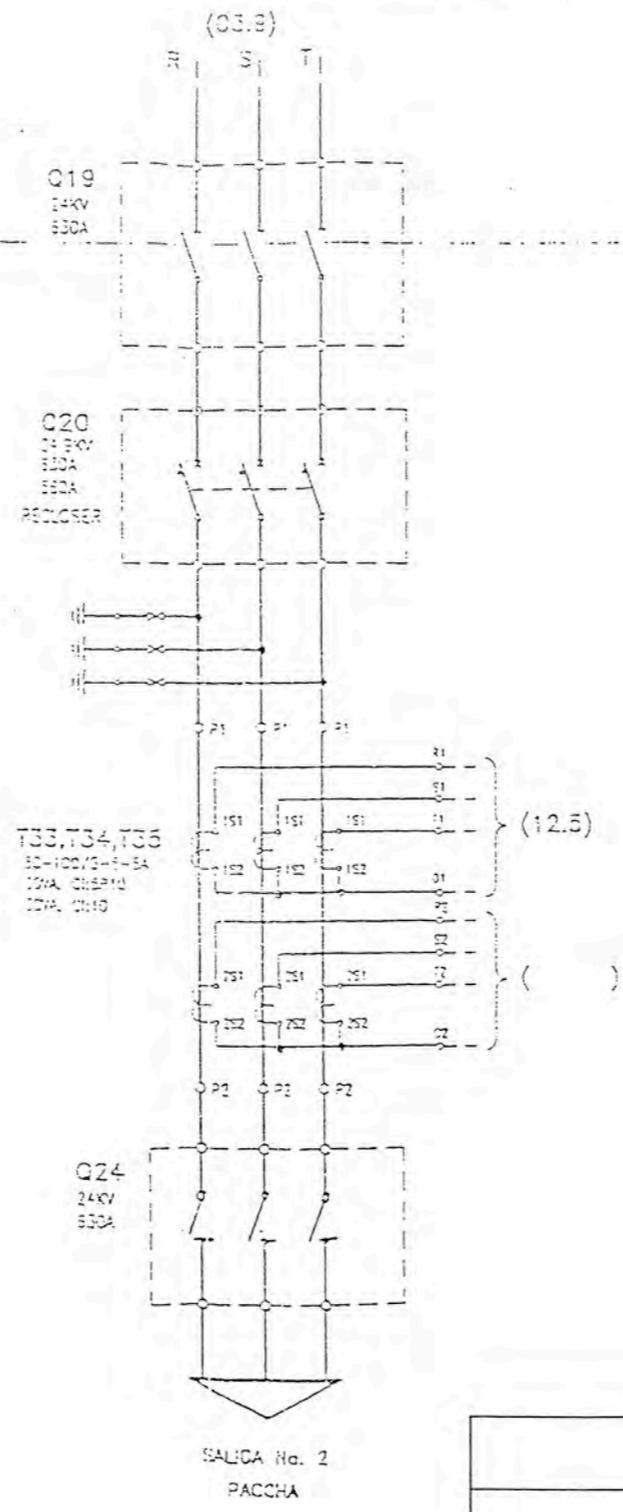
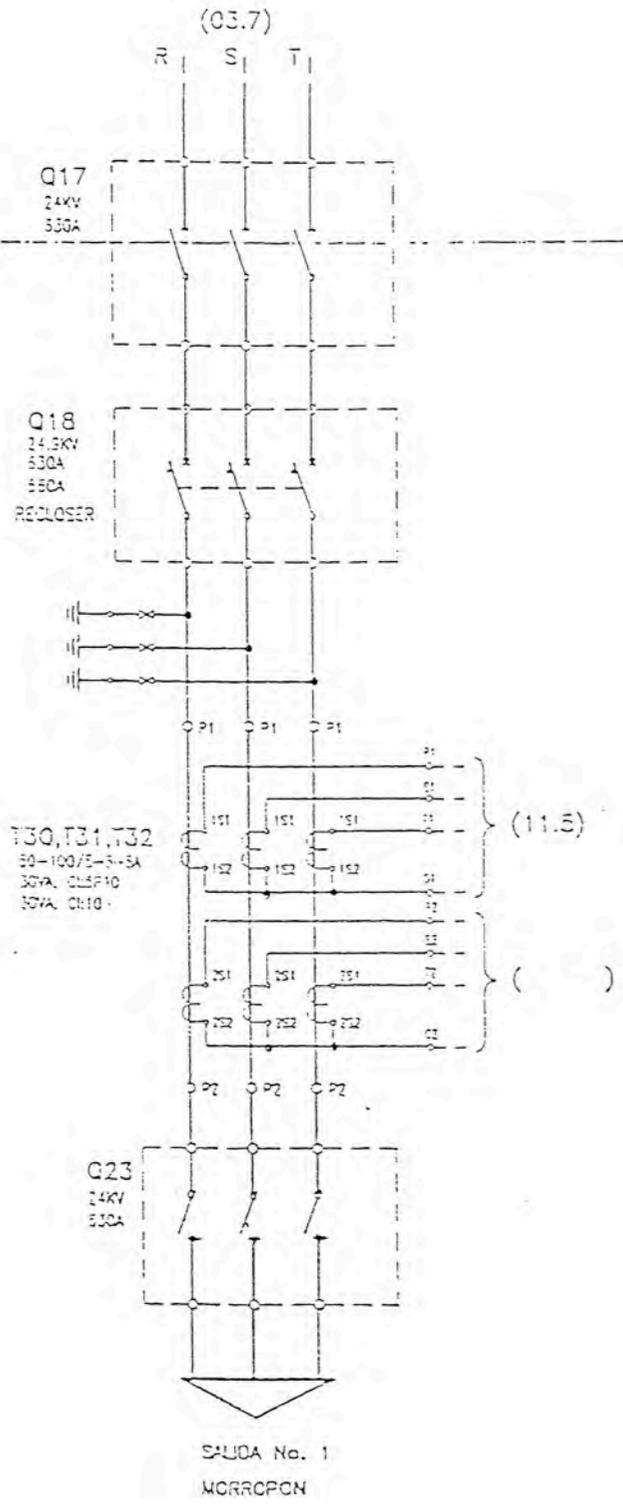


SECCION: E - E

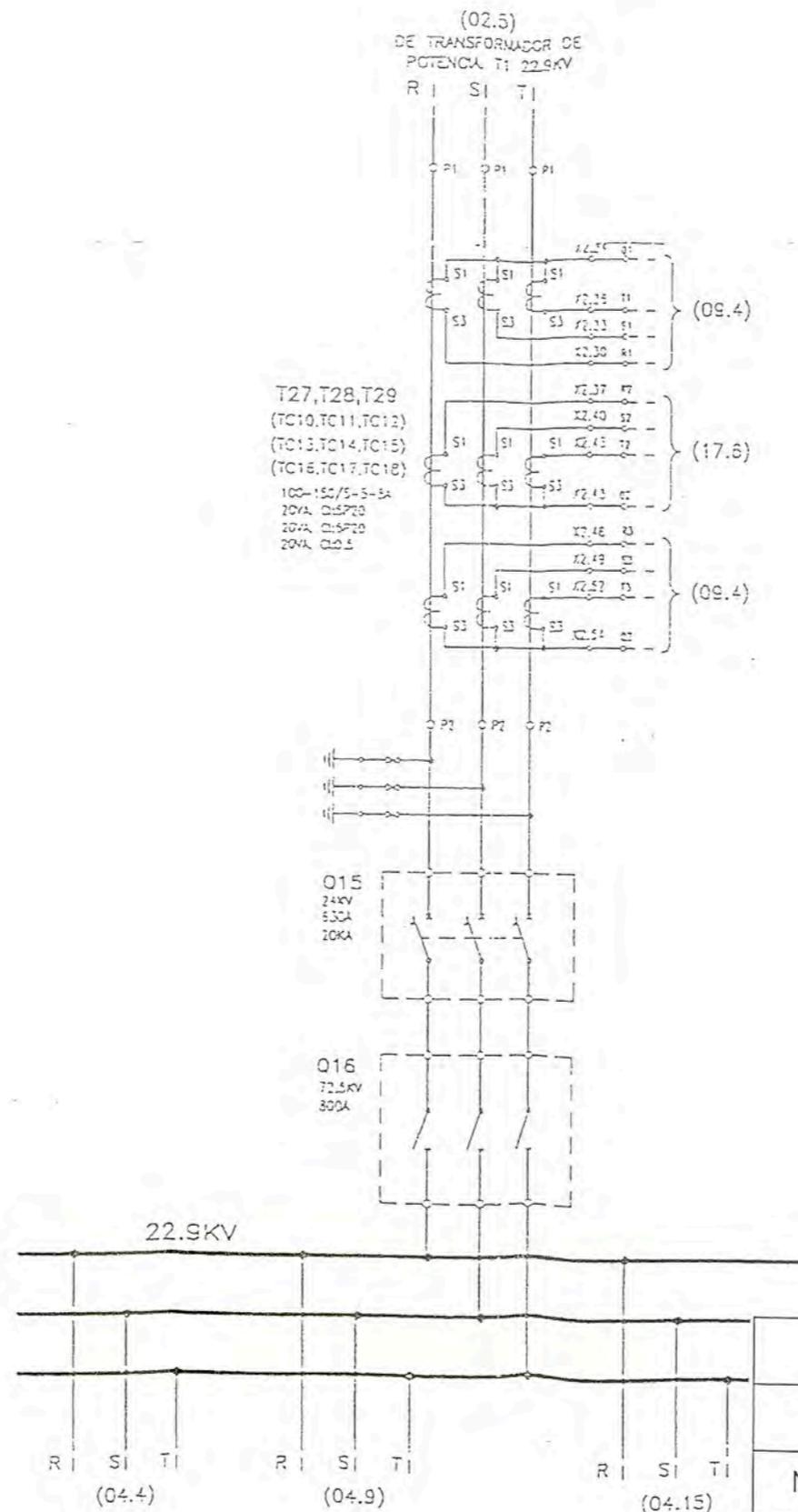


- LEYENDA
- EQUIPOS DE 22.9 kV
- ① RECIOSER + TRANSF. DE CORRIENTE
  - ② SECCIONADOR DE LINEA MONOFASE VERTICAL
  - ③ TRANSFORMADOR DE TENSION
  - ④ SECCIONADOR DE BARRA MONOFASE VERTICAL
  - ⑤ SECCIONADOR FUSIBLE DE MONOFASE VERTICAL
  - ⑥ INTERRUPTOR
  - ⑦ PARABRAYOS
- EQUIPOS DE 60 kV
- ⑧ TRANSFORMADOR DE POTENCIA
  - ⑨ PARABRAYOS
  - ⑩ INTERRUPTOR
  - ⑪ SECCIONADOR DE LINEA CON CUCHILLA DE PUERTA A TERRA
  - ⑫ TRANSFORMADOR DE TENSION CAPACITIVO
- EQUIPOS DE 10 kV
- ⑬ PARABRAYOS
  - ⑭ SECCIONADOR DE MONOFASE HORIZONTAL
  - ⑮ INTERRUPTOR
  - ⑯ TRANSFORMADOR DE CORRIENTE
  - ⑰ SECCIONADOR FUSIBLE
  - ⑱ TRANSFORMADOR DE TENSION
  - ⑲ TERMINAL DE CABLE
  - ⑳ ASLADOR SOPORTE
  - ㉑ TRANSFORMADOR ZIG - ZAG
  - ㉒ TRANSFORMADOR DE ES.L.M.
  - ㉓ BARRA MOVA DE COBRE
  - ㉔ SECCIONADOR CUT-OUT
  - ㉕ ASLADOR SOPORTE

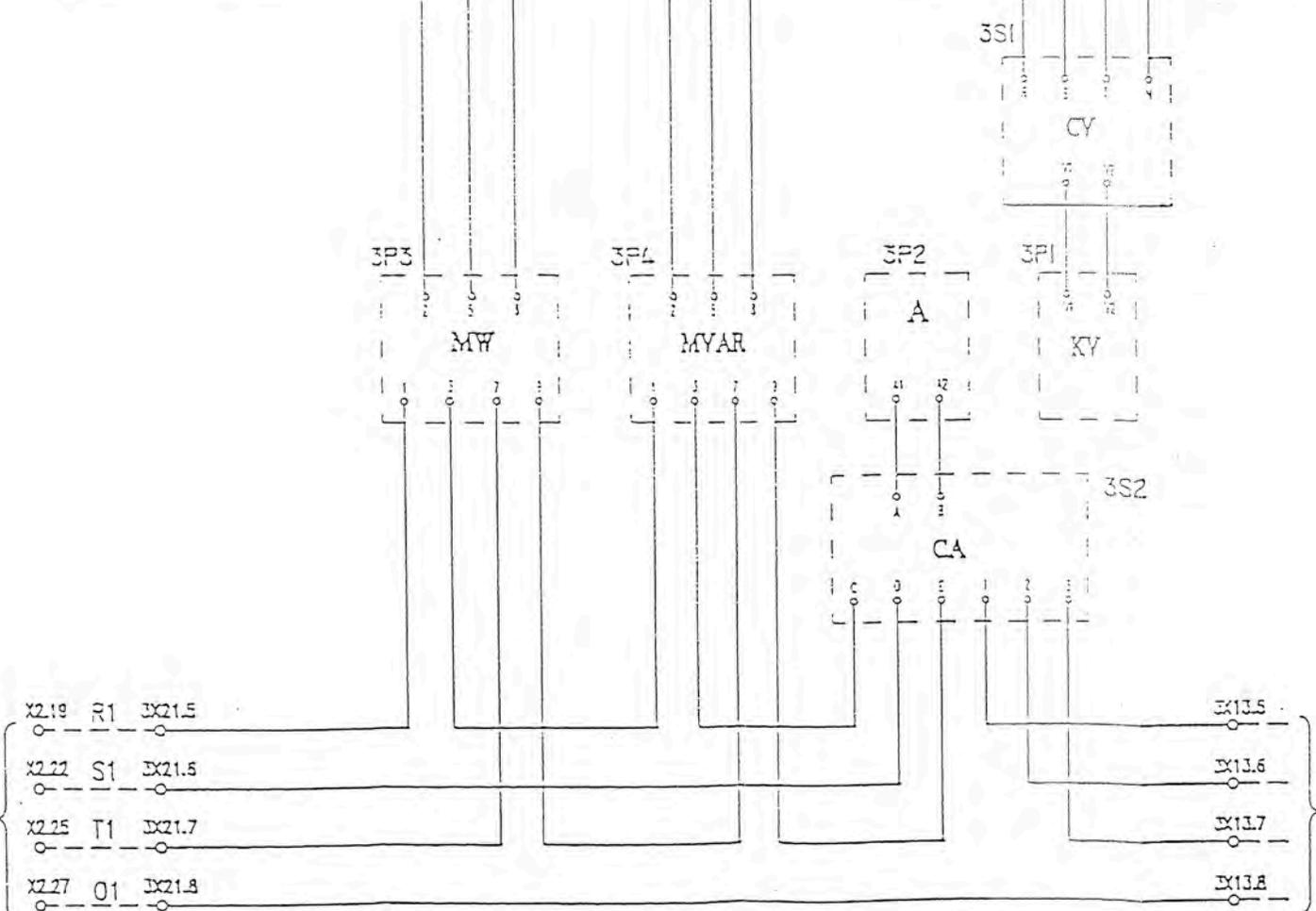
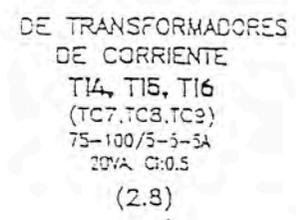
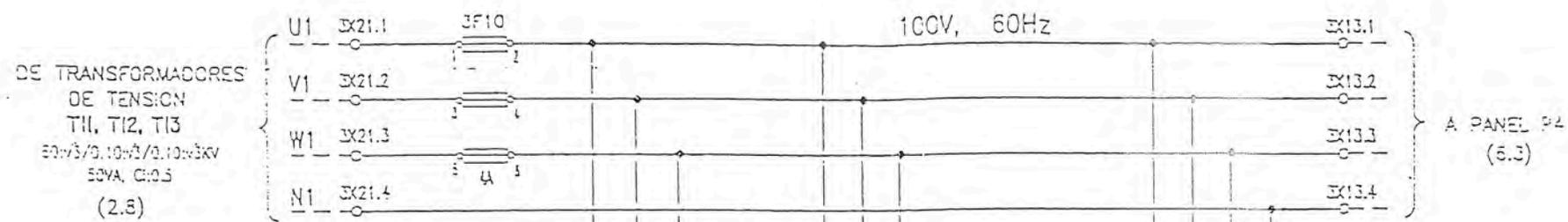
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA		
No. PLANO	TITULO: MONTAJE ELECTROMECHANICO Y PRUEBAS EN BLANCO, SE CHULUCANAS	
CHU-04	PLANO: DISPOSICION DE EQUIPOS-SECCIONES	
PROYECTISTA: MYF ASESOR: JBR	INFORME DE INGENIERIA	FECHA
S/E	MAX PEDRO YUPANQUI FLORES	SET.98



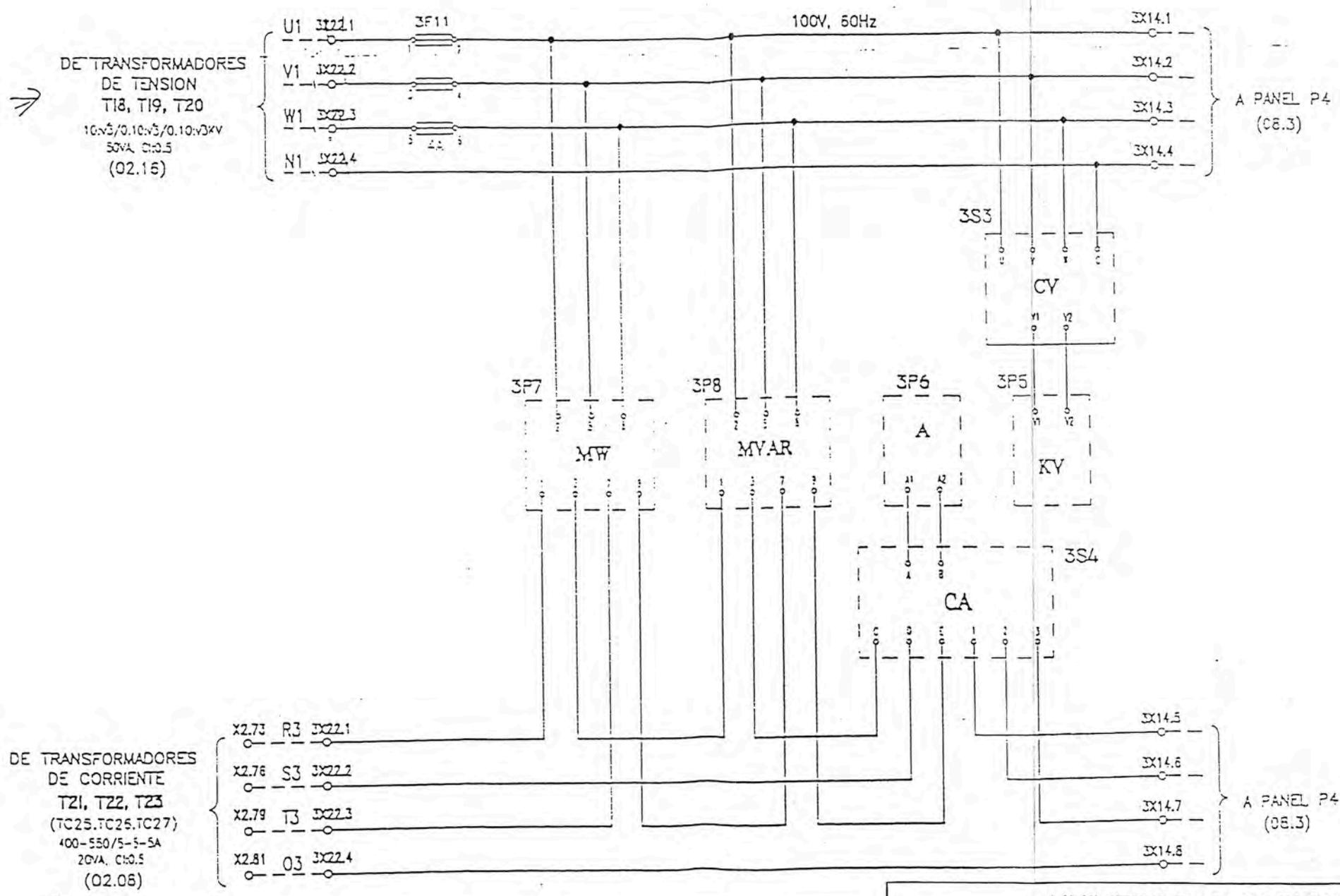
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA		
No. PLANO	TITULO : MONTAJE ELECTROMECHANICO Y PRUEBAS EN BLANCO, SE CHULUCANAS	
CHU-05	PLANO: SISTEMA DE FUERZA-SALIDAS 22.9 kV	
PROYECTISTA: MYF ASESOR : JBR	INFORME DE INGENIERIA	FECHA
S/E	MAX PEDRO YUPANQUI FLORES	SET.98



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA		
No. PLANO	TITULO: MONTAJE ELECTROMECHANICO Y PRUEBAS EN BLANCO, SE CHULUCANAS	
CHU-06	PLANO: SISTEMA DE FUERZA-LINEA 22.9 kV	
PROYECTISTA: MYF ASESOR: JBR	INFORME DE INGENIERIA	FECHA
S/E	MAX PEDRO YUPANQUI FLORES	SET.98



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA		
No. PLANO	TITULO : MONTAJE ELECTROMECHANICO Y PRUEBAS EN BLANCO, SE CHULUCANAS	
CHU-07	PLANO: SISTEMA DE MEDIDA-LINEA 60 KV	
PROYECTISTA: MYF ASESOR : JBR	INFORME DE INGENIERIA	FECHA
S/E	MAX PEDRO YUPANQUI FLORES	SET.98



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA		
No. PLANO	TITULO : MONTAJE ELECTROMECHANICO Y PRUEBAS EN BLANCO, SE CHULUCANAS	
CHU-08	PLANO: SISTEMA DE MEDIDA-LINEA 10 kV	
PROYECTISTA: MYF ASESOR : JBR	INFORME DE INGENIERIA	FECHA
S/E	MAX PEDRO YUPANQUI FLORES	SET.98

**ANEXO D**  
**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

COBRA S.A.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

MAZO 96

POSTOR : COBRA S.A.  
 CLIENTE : UNOPS  
 PROYECTO : OSB/PER/185/269: LT 50KV PIURA - CHULUCANAS  
 ANALISIS : 540511  
 PARTIDA : 12.01 Tramo C. Poc. 30. Sac. 60/22.9/10kv10/47/MVA13/S.3/9MVA(SB CHUTU

Página: 45  
 Fecha: 28/05/96  
 00070

M A N O D E O B R A		UND	CANTIDAD	\$ UNITARIO	\$ PARCIAL	\$ TOTAL
470101	CAPATAZ	M-H	40.0000	4.77	190.80	
470201	OPERARIO	M-H	30.0000	4.35	124.30	
470301	OFICIAL	M-H	30.0000	3.10	248.30	
470401	PERSON	M-H	200.0000	2.36	572.30	
470506	TECNICO ELECTROMECANICO	M-H	40.0000	5.36	214.40	
470512	INGENIERO SUP. PARA PUESTA EN SERVICIO	M-H	40.0000	15.50	620.00	
471201	CHOFER	M-H	20.0000	4.35	81.00	2.250.20
M A T E R I A L E S						
061902	MARCADOR PARA CABLE PLASTICO	CFT	2.0000	1.50	3.00	
061905	ATADOR DE CABLE DE 7"	CFT	3.3000	2.00	1.30	
062106	TERMINAL DE CU. P/PRESAR DE 70mm <sup>2</sup>	U	50.0000	5.00	250.00	
741111	TUBO PVC-SAP (ELEC.) 4" x 3 M.	UN	3.0000	23.00	69.00	223.00
E Q U I P O S						
171503	TRUQUE MANUAL DE 5 TON	M-H	30.0000	3.50	280.30	
495505	GRUA HID. TELESC. S/CAH. 325 HP, 50 TON	M-H	48.0000	275.00	13,200.00	
496541	CAMION PLATAFORMA 4x2, 122 HP, 8 TON	M-H	10.0000	15.00	150.00	
496569	CAMION GRUA 4x2, 174-210 HP, 6 TN	M-H	10.0000	16.58	165.80	
497528	EQUIPO DE PRUEBAS	M-S	40.0000	2.00	80.00	
170199	HERRAMIENTAS	M-Obra	3.00	2,250.20	67.51	13,943.31

COSTO DIRECTO por ( U )

16.516.51

COBRA S.A.

## ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

MAYO.96

POSTOR : COBRA S.A.  
 CLIENTE : UNOPS  
 PROYECTO : OSP/PSR/185/269: LT 60KV PIURA - CHULUCANAS  
 ANALISIS : 541037  
 PARTIDA : 13.02 Intert.Trip. (Exc). 24KV, 630A, BIL 125KVP 26Ka. Inst. (SB CHULU)

Página: 47  
 Fecha : 28/05/96

00072

M A N O D E O B R A		UND	CANTIDAD	\$ UNITARIO	\$ PARCIAL	\$ TOTAL
470101	CAPATAZ	H-H	17.7778	4.77	84.80	
470201	OPERARIO	H-H	53.3333	4.05	216.00	
470401	PEON	H-H	35.5556	2.86	101.69	
470506	TECNICO ELECTROMECHANICO	H-H	17.7778	5.36	95.29	
471201	CHOPER	H-H	16.0000	4.05	64.80	562.58
M A T E R I A L E S						
062106	TERMINAL DE CU. P/PRENSAR DE 70mm <sup>2</sup>	U	20.0000	5.00	100.00	
532005	GRASA DE CONTACTO	KG	0.2500	5.00	1.25	101.25
E Q U I P O S						
496541	CAMION PLATAFORMA 4x2, 122 HP, 8 TON	H-M	2.6667	15.00	40.00	
496569	CAMION GRUA 4x2, 178-210 HP, 6 TN	H-M	12.4444	16.58	206.33	
497528	EQUIPO DE PRUEBAS	H-E	6.2222	2.00	12.44	
370199	HERRAMIENTAS	% M.Obra	3.00	562.58	16.88	275.65
COSTO DIRECTO por ( U )						939.48

COBRA S.A.

## ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

MAYO.96

POSTOR : COBRA S.A.  
 CLIENTE : UNOPS  
 PROYECTO : OSP/PSR/185/269: LT 60KV PIURA - CHULUCANAS  
 ANALISIS : 541032  
 PARTIDA : 13.01 Intert.Trip. (Exc). 72.5KV, 800A, BIL 125KVP16Ka. Inst. (SB PIURA)

Página: 46  
 Fecha : 28/05/96

00071

M A N O D E O B R A		UND	CANTIDAD	\$ UNITARIO	\$ PARCIAL	\$ TOTAL
470101	CAPATAZ	H-H	24.2424	4.77	115.64	
470201	OPERARIO	H-H	72.7273	4.05	294.55	
470401	PEON	H-H	48.4848	2.86	138.67	
470506	TECNICO ELECTROMECHANICO	H-H	24.2424	5.36	129.94	
471201	CHOPER	H-H	21.8182	4.05	88.36	767.16
M A T E R I A L E S						
062106	TERMINAL DE CU. P/PRENSAR DE 70mm <sup>2</sup>	U	20.0000	5.00	100.00	
532005	GRASA DE CONTACTO	KG	0.2500	5.00	1.25	101.25
E Q U I P O S						
496541	CAMION PLATAFORMA 4x2, 122 HP, 8 TON	H-M	3.6364	15.00	54.55	
496569	CAMION GRUA 4x2, 178-210 HP, 6 TN	H-M	16.9697	16.58	281.36	
497528	EQUIPO DE PRUEBAS	H-E	8.4848	2.00	16.97	
370199	HERRAMIENTAS	% M.Obra	3.00	767.16	23.01	375.89
COSTO DIRECTO por ( U )						1.244.30

COBRA S.A.

## ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

MAYO.96

POSTOR : COBRA S.A.  
 CLIENTE : UNOPS  
 PROYECTO : OSP/PER/185/269: LT 60KV PIURA - CHULUCANAS  
 ANALISIS : 541024  
 PARTIDA : 13.04 Interc. RECLOS, 34.3KV, 630A, BIL150KVP, 20KA Inc: Soporte, Inst

Página: 49  
 Fecha: 28/05/96

00071

	UND	CANTIDAD	\$ UNITARIO	\$ PARCIAL	\$ TOTAL
M A N O D E O B R A					
470101	H-H	20.0000	4.77	95.40	
470201	H-H	100.0000	4.05	405.00	
470401	H-H	40.0000	2.86	114.40	
470506	H-H	20.0000	5.36	107.20	
471201	H-H	10.0000	4.05	40.50	762.50

	UND	CANTIDAD	\$ UNITARIO	\$ PARCIAL	\$ TOTAL
E Q U I P O S					
495501	H-M	7.0000	81.91	573.37	
496543	H-M	3.0000	22.00	66.00	
497528	H-E	7.0000	2.00	14.00	
370199	1/2 M.Obra	3.00	762.50	22.88	676.25

COSTO DIRECTO por ( U ) 1.438.75

COBRA S.A.

## ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

MAYO.96

POSTOR : COBRA S.A.  
 CLIENTE : UNOPS  
 PROYECTO : OSP/PER/185/269: LT 60KV PIURA - CHULUCANAS  
 ANALISIS : 541038  
 PARTIDA : 13.03 Interc. Trip. (Ext), 17.5KV, 630A, BIL 125KVP20Ka. Inst. (SB CHULU)

Página: 48  
 Fecha: 28/05/96

00073

	UND	CANTIDAD	\$ UNITARIO	\$ PARCIAL	\$ TOTAL
M A N O D E O B R A					
470101	H-H	16.0000	4.77	76.32	
470201	H-H	48.0000	4.05	194.40	
470401	H-H	32.0000	2.86	91.52	
470506	H-H	16.0000	5.36	85.76	
471201	H-H	14.4000	4.05	58.32	506.32

	UND	CANTIDAD	\$ UNITARIO	\$ PARCIAL	\$ TOTAL
M A T E R I A L E S					
062106	U	20.0000	5.00	100.00	
532005	KG	0.2500	5.00	1.25	101.25

	UND	CANTIDAD	\$ UNITARIO	\$ PARCIAL	\$ TOTAL
E Q U I P O S					
496541	H-M	2.4000	15.00	36.00	
496569	H-M	11.2000	16.58	185.70	
497528	H-E	5.6000	2.00	11.20	
370199	1/2 M.Obra	3.00	506.32	15.19	248.09

COSTO DIRECTO por ( U ) 855.66

COBRA S.A.

## ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

MAYO.96

POSTOR : COBRA S.A.  
 CLIENTE : UNOPS  
 PROYECTO : OSP/PER/185/269: LT 60KV PIURA - CHULUCANAS  
 ANALISIS : 541533  
 PARTIDA : 14.02 Secc.Trip.(Ext).24Kv,630A,BIL 125

Página: 51  
 Fecha: 28/05/96

Inc:Inst(88 CHULUCAN

00076

H A N O D E O B R A		UND	CANTIDAD	\$ UNITARIO	\$ PARCIAL	\$ TOTAL
470101	CAPATAZ	H-H	20.0000	4.77	95.40	
470201	OPERARIO	H-H	60.0000	4.05	243.00	
470401	PEON	H-H	40.0000	2.86	114.40	
470506	TECNICO ELECTROMECHANICO	H-H	20.0000	5.36	107.20	
471201	CHOFER	H-H	12.0000	4.05	48.60	608.60
M A T E R I A L E S						
062106	TERMINAL DE CU. P/PRENSAR DE 70mm <sup>2</sup>	U	20.0000	5.00	100.00	
121526	CAJA DE PASE GALVANIZADA 8" x 8" x 4"	UN	1.0000	2.50	2.50	
532005	GRASA DE CONTACTO	KG	0.2500	5.00	1.25	
542001	PINTURA ANTICORROSIVA	GAL	0.1250	25.00	3.13	
635503	TUBERIA DE FIERRO GALV. 1" x 6 M	UN	0.2500	73.00	18.25	125.13
E Q U I P O S						
496541	CAMION PLATAFORMA 4x2, 122 HP, 8 TON	H-M	2.0000	15.00	30.00	
496569	CAMION GRUA 4x2, 178-210 HP, 6 TN	H-M	10.0000	16.58	165.80	
497528	EQUIPO DE PRUEBAS	H-E	5.0000	2.00	10.00	
370199	HERRAMIENTAS	4 H.Obra	3.00	608.60	18.26	224.06
COSTO DIRECTO por ( U )						957.79

COBRA S.A.

## ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

MAYO.96

POSTOR : COBRA S.A.  
 CLIENTE : UNOPS  
 PROYECTO : OSP/PER/185/269: LT 60KV PIURA - CHULUCANAS  
 ANALISIS : 541524  
 PARTIDA : 14.01 Secc.Trip.(Ext).c/P.T,72.5Kv,800A,BIL325Kv, Inc:Inst(88 PIUR

Página: 50  
 Fecha: 28/05/96

00075

H A N O D E O B R A		UND	CANTIDAD	\$ UNITARIO	\$ PARCIAL	\$ TOTAL
470101	CAPATAZ	H-H	28.5714	4.77	136.29	
470201	OPERARIO	H-H	85.7143	4.05	347.14	
470401	PEON	H-H	57.1429	2.86	163.43	
470506	TECNICO ELECTROMECHANICO	H-H	28.5714	5.36	153.14	
471201	CHOFER	H-H	17.1429	4.05	69.43	669.43
M A T E R I A L E S						
062106	TERMINAL DE CU. P/PRENSAR DE 70mm <sup>2</sup>	U	20.0000	5.00	100.00	
121526	CAJA DE PASE GALVANIZADA 8" x 8" x 4"	UN	1.0000	2.50	2.50	
532005	GRASA DE CONTACTO	KG	0.2500	5.00	1.25	
542001	PINTURA ANTICORROSIVA	GAL	0.1250	25.00	3.13	
635503	TUBERIA DE FIERRO GALV. 1" x 6 M	UN	0.2500	73.00	18.25	125.13
E Q U I P O S						
496541	CAMION PLATAFORMA 4x2, 122 HP, 8 TON	H-M	2.8571	15.00	42.86	
496569	CAMION GRUA 4x2, 178-210 HP, 6 TN	H-M	14.2857	16.58	236.86	
497528	EQUIPO DE PRUEBAS	H-E	7.1429	2.00	14.29	
370199	HERRAMIENTAS	4 H.Obra	3.00	869.43	26.08	320.09
COSTO DIRECTO por ( U )						1.314.65

S.A.

## ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

MAYO. 96

OR : COBRA S.A.  
 NTE : UNOPS  
 SCTO : OSP/PER/185/269: LT 60KV PIURA - CHULUCANAS  
 ISIS : 542026  
 IDA : 15.01 Transf. Tens. 1Ø (Capac) Ext. 60KV.

Página: 53  
 Fecha: 28/05/96

Inc: Inat. SE CHULUCAN

00078

M A N O D E O B R A		UND	CANTIDAD	\$ UNITARIO	\$ PARCIAL	\$ TOTAL
01	CAPATAZ	H-H	12.1212	4.77	57.82	
01	OPICIAL	H-H	48.4848	3.10	150.30	
01	PEON	H-H	24.2424	2.86	69.33	
06	TECNICO ELECTROMECANICO	H-H	24.2424	5.36	129.94	
01	CHOPER	H-H	7.2727	4.05	29.45	436.84
E Q U I P O S						
141	CAMION PLATAFORMA 4x2, 122 HP, 8 TON	H-M	2.4242	15.00	36.36	
169	CAMION GRUA 4x2, 178-210 HP, 6 TN	H-M	4.8485	16.58	80.39	
128	EQUIPO DE PRUEBAS	H-E	7.2727	2.00	14.55	
199	HERRAMIENTAS	1/2 H. Obra	1.00	436.84	13.11	144.41
COSTO DIRECTO por ( U )						581.25

RA S.A.

## ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

MAYO. 96

OR : COBRA S.A.  
 NTE : UNOPS  
 SCTO : OSP/PER/185/269: LT 60KV PIURA - CHULUCANAS  
 ISIS : 541534  
 TIDA : 14.03 Secc. Trasp. (Ext), 17.5KV, 630A, BIL 9.20KA Inc: Inat (SE CHULUCAN

Página: 52  
 Fecha: 28/05/96

00077

M A N O D E O B R A		UND	CANTIDAD	\$ UNITARIO	\$ PARCIAL	\$ TOTAL
1101	CAPATAZ	H-H	20.0000	4.77	95.40	
1201	OPERARIO	H-H	60.0000	4.05	243.00	
1401	PEON	H-H	40.0000	2.86	114.40	
1506	TECNICO ELECTROMECANICO	H-H	20.0000	5.36	107.20	
1201	CHOPER	H-H	12.0000	4.05	48.60	608.60
M A T E R I A L E S						
2106	TERMINAL DE CU. P/PRENSAR DE 70mm <sup>2</sup>	U	20.0000	5.00	100.00	
1526	CAJA DE PASE GALVANIZADA 8" x 8" x 4"	UN	1.0000	2.50	2.50	
2005	GRASA DE CONTACTO	KG	0.2500	5.00	1.25	
2001	PINTURA ANTICORROSIVA	GAL	0.1250	25.00	3.13	
5503	TUBERIA DE FIERRO GALV. 1" x 6 M	UN	0.2500	73.00	18.25	125.13
E Q U I P O S						
16541	CAMION PLATAFORMA 4x2, 122 HP, 8 TON	H-M	2.0000	15.00	30.00	
16569	CAMION GRUA 4x2, 178-210 HP, 6 TN	H-M	10.0000	16.58	165.80	
17528	EQUIPO DE PRUEBAS	H-E	5.0000	2.00	10.00	
70199	HERRAMIENTAS	1/2 H. Obra	3.00	608.60	18.26	224.06
COSTO DIRECTO por ( U )						957.79

S.A.

## ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

MAYO.96

COBRA S.A.  
 UNOPS  
 OSP/PER/185/269: LT 60KV PIURA - CHULUCANAS  
 S 542009  
 15.03 Transf.Teno.monofasico 10.0 Kv.InductivoInc.Inst. SE CHULUCA

Página: 55  
 Fecha : 28/05/96

00080

M A N O D E O B R A	UND	CANTIDAD	\$ UNITARIO	\$ PARCIAL	\$ TOTAL
-----					
CAPATAZ	H-M	6.6667	4.77	31.80	
OPERARIO	H-M	13.3333	4.05	54.00	
OFICIAL	H-M	6.6667	3.10	20.67	
TECNICO ELECTROMECANICO	H-M	6.6667	5.36	35.73	
CHOFER	H-M	2.6667	4.05	10.80	153.00
EQUIPOS					
-----					
CAMION PLATAFORMA 4x2, 122 HP, 8 TON	H-M	0.6667	15.00	10.00	
EQUIPO DE PRUEBAS	H-E	2.0000	2.00	4.00	
HERRAMIENTAS	M.Obra	3.00	153.00	4.59	18.59
COSTO DIRECTO por ( U )					171.59

A.

## ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

MAYO.96

COBRA S.A.  
 UNOPS  
 OSP/PER/185/269: LT 60KV PIURA - CHULUCANAS  
 S 542007  
 15.02 Transf.Teno.monofasico 22.9 Kv.InductivoInc.Inst. SE CHULUCA

Página: 54  
 Fecha : 28/05/96

00077

M A N O D E O B R A	UND	CANTIDAD	\$ UNITARIO	\$ PARCIAL	\$ TOTAL
-----					
CAPATAZ	H-M	8.0000	4.77	38.16	
OPERARIO	H-M	24.0000	4.05	97.20	
OFICIAL	H-M	16.0000	3.10	49.60	
TECNICO ELECTROMECANICO	H-M	8.0000	5.36	42.88	
CHOFER	H-M	3.2000	4.05	12.96	240.80
EQUIPOS					
-----					
CAMION HID. TELESC. AUTOP. 127 HP, 16 TON	H-M	2.4000	81.91	196.58	
CAMION D-300	H-M	0.8000	15.00	12.00	
EQUIPO DE PRUEBAS	H-E	2.4000	2.00	4.80	
HERRAMIENTAS	M.Obra	3.00	240.80	7.22	220.60
COSTO DIRECTO por ( U )					461.40

OBRA S.A.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

MAYO 96

OSTOR : COBRA S.A.  
 LIENTE : UNOPS  
 PROYECTO : OSP/PSR/185/269: LT 60KV PIURA - CHULUCANAS  
 ANALISIS : 542033  
 ARTIDA : 15.04 TransE. Corr. 10. Ext. 24Kv.

Página: 56  
 Fecha: 28/05/96

00081

Inc: Inet(SE CHULUCA

	MANO DE OBRA	UND	CANTIDAD	\$ UNITARIO	\$ PARCIAL	\$ TOTAL
70101	CAPATAZ	H-H	10.0000	4.77	47.70	
70301	OFICIAL	H-H	20.0000	3.10	62.00	
70401	PEON	H-H	20.0000	2.86	57.20	
70506	TECNICO ELECTROMECHANICO	H-H	20.0000	5.36	107.20	
71201	CHOPER	H-H	6.0000	4.05	24.30	298.40
<b>MATERIALES</b>						
162106	TERMINAL DE CU. P/PRENSAR DE 70mm <sup>2</sup>	U	4.0000	5.00	20.00	
121526	CAJA DE PASE GALVANIZADA 8" x 8" x 4"	UN	1.0000	2.50	2.50	
132005	GRASA DE CONTACTO	KG	0.2500	5.00	1.25	
142001	PINTURA ANTICORROSIVA	GAL	0.1250	25.00	3.13	
135503	TUBERIA DE FIERRO GALV. 1" x 6 M	UN	0.2500	73.00	18.25	45.13
<b>EQUIPOS</b>						
196541	CAMION PLATAFORMA 4x2, 122 HP, 8 TON	H-M	2.0000	15.00	30.00	
196569	CAMION GRUA 4x2, 178-210 HP, 6 TN	H-M	4.0000	16.58	66.32	
197528	EQUIPO DE PRUEBAS	H-E	6.0000	2.00	12.00	
170199	HERRAMIENTAS	1/2 M.Obra	3.00	298.40	8.95	117.27
COSTO DIRECTO por ( U )						460.80

OBRA S.A.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

MAYO 96

OSTOR : COBRA S.A.  
 LIENTE : UNOPS  
 PROYECTO : OSP/PSR/185/269: LT 60KV PIURA - CHULUCANAS  
 ANALISIS : 542034  
 ARTIDA : 15.05 TransE. Corr. 10. Ext. 17.5Kv.

Página: 57  
 Fecha: 28/05/96

00082

Inc: Inet(SE CHULUCA

	MANO DE OBRA	UND	CANTIDAD	\$ UNITARIO	\$ PARCIAL	\$ TOTAL
170101	CAPATAZ	H-H	6.1538	4.77	29.35	
170301	OFICIAL	H-H	12.3077	3.10	38.15	
170401	PEON	H-H	12.3077	2.86	35.20	
170506	TECNICO ELECTROMECHANICO	H-H	12.3077	5.36	65.97	
171201	CHOPER	H-H	3.6923	4.05	14.95	183.62
<b>MATERIALES</b>						
162106	TERMINAL DE CU. P/PRENSAR DE 70mm <sup>2</sup>	U	4.0000	5.00	20.00	
121526	CAJA DE PASE GALVANIZADA 8" x 8" x 4"	UN	1.0000	2.50	2.50	
132005	GRASA DE CONTACTO	KG	0.2500	5.00	1.25	
142001	PINTURA ANTICORROSIVA	GAL	0.1250	25.00	3.13	
135503	TUBERIA DE FIERRO GALV. 1" x 6 M	UN	0.2500	73.00	18.25	45.13
<b>EQUIPOS</b>						
196541	CAMION PLATAFORMA 4x2, 122 HP, 8 TON	H-M	1.2308	15.00	18.46	
196569	CAMION GRUA 4x2, 178-210 HP, 6 TN	H-M	2.4615	16.58	40.81	
197528	EQUIPO DE PRUEBAS	H-E	3.6923	2.00	7.38	
170199	HERRAMIENTAS	1/2 M.Obra	3.00	183.62	5.51	72.16
COSTO DIRECTO por ( U )						300.91

AUTOR : COBRA S.A.  
 CLIENTE : UNOPS  
 PROYECTO : OSP/PER/185/269: LT 60KV PIURA - CHULUCANAS  
 UBICACION : 543016  
 ACTIVIDAD : 16.02 Pararrayos de OZn 19 Kv. 170Kv BIL

Página: 59  
 Fecha: 28/05/96

00084

	UND	CANTIDAD	\$ UNITARIO	\$ PARCIAL	\$ TOTAL
<b>M A N O D E O B R A</b>					
101 CAPATAZ	H-H	8.0000	4.77	38.16	
201 OPERARIO	H-H	16.0000	4.05	64.80	
301 OFICIAL	H-H	8.0000	3.10	24.80	
506 TECNICO ELECTROMECHANICO	H-H	8.0000	5.36	42.88	
201 CHOFER	H-H	4.0000	4.05	16.20	186.84
<b>E Q U I P O S</b>					
501 GRUA HID.TELESC.AUTOP. 127 HP, 18 TON	H-M	2.4000	81.91	196.58	
541 CAMION PLATAFORMA 4x2, 122 HP, 8 TON	H-M	1.6000	15.00	24.00	
528 EQUIPO DE PRUEBAS	H-E	2.4000	2.00	4.80	
199 HERRAMIENTAS	1/2 M.Obra	3.00	186.84	5.61	230.99
<b>COSTO DIRECTO por (Un )</b>					<b>417.83</b>

AUTOR : COBRA S.A.  
 CLIENTE : UNOPS  
 PROYECTO : OSP/PER/185/269: LT 60KV PIURA - CHULUCANAS  
 UBICACION : 543001  
 ACTIVIDAD : 16.01 Pararrayos de OZn 72.5 Kv, 450Kv BIL

Página: 58  
 Fecha: 28/05/96

00083

	UND	CANTIDAD	\$ UNITARIO	\$ PARCIAL	\$ TOTAL
<b>M A N O D E O B R A</b>					
01 CAPATAZ	H-H	24.2424	4.77	115.64	
01 OPERARIO	H-H	48.4848	4.05	196.36	
01 OFICIAL	H-H	24.2424	3.10	75.15	
06 TECNICO ELECTROMECHANICO	H-H	24.2424	5.36	129.94	
01 CHOFER	H-H	12.1212	4.05	49.09	566.18
<b>E Q U I P O S</b>					
01 GRUA HID.TELESC.AUTOP. 127 HP, 18 TON	H-M	7.2727	81.91	595.71	
01 CAMION PLATAFORMA 4x2, 122 HP, 8 TON	H-M	4.8485	15.00	72.73	
08 EQUIPO DE PRUEBAS	H-E	7.2727	2.00	14.55	
09 HERRAMIENTAS	1/2 M.Obra	3.00	566.18	16.99	699.98
<b>COSTO DIRECTO por (Un )</b>					<b>1,266.16</b>

S.A.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

MAYO.96

: COBRA S.A.  
 E : UNOPS  
 TO : OSP/PER/185/269: LT 60KV PIURA - CHULUCANAS  
 IS : 543532  
 A : 17.01 Bateria de Acum. 110 Vcc.T.Pb-Ac. 75A-H c/Acc. Inc: Inst.

Página: 61  
 Fecha : 28/05/96

00030

MANO DE OBRA	UND	CANTIDAD	\$ UNITARIO	\$ PARCIAL	\$ TOTAL
CAPATAZ	H-H	20.0000	4.77	95.40	
OPERARIO	H-H	40.0000	4.05	162.00	
OFICIAL	H-H	80.0000	3.10	248.00	
CHOFER	H-H	12.0000	4.05	48.60	554.00
<b>MATERIALES</b>					
TERMINAL DE CU. P/PRENSAR DE 70mm <sup>2</sup>	U	12.0000	5.00	60.00	60.00
<b>EQUIPOS</b>					
CAMION PLATAFORMA 4x2, 122 HP, 8 TON	H-M	4.0000	15.00	60.00	
CAMION GRUA 4x2, 178-210 HP, 6 TN	H-M	8.0000	16.58	132.64	
EQUIPO DE PRUEBAS	H-S	6.0000	2.00	12.00	
HERRAMIENTAS	‡ N.Obra	3.00	564.00	16.62	221.26
<b>COSTO DIRECTO por (C)t</b>					<b>835.26</b>

S.A.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

MAYO.96

: COBRA S.A.  
 E : UNOPS  
 TO : OSP/PER/185/269: LT 60KV PIURA - CHULUCANAS  
 IS : 543017  
 A : 16.03 Pararrayos de Ozn 12 Kv. 95Kv BIL Inc:Inst.

Página: 60  
 Fecha : 28/05/96

00035

MANO DE OBRA	UND	CANTIDAD	\$ UNITARIO	\$ PARCIAL	\$ TOTAL
CAPATAZ	H-H	8.0000	4.77	38.16	
OPERARIO	H-H	16.0000	4.05	64.80	
OFICIAL	H-H	8.0000	3.10	24.80	
TECNICO ELECTROMECANICO	H-H	8.0000	5.36	42.88	
CHOFER	H-H	4.0000	4.05	16.20	186.84
<b>EQUIPOS</b>					
GRU AHID. TELESC. AUTOP. 127 HP, 18 TON	H-M	2.4000	81.91	196.58	
CAMION PLATAFORMA 4x2, 122 HP, 8 TON	H-M	1.6000	15.00	24.00	
EQUIPO DE PRUEBAS	H-S	2.4000	2.00	4.80	
HERRAMIENTAS	‡ N.Obra	3.00	186.84	5.61	230.99
<b>COSTO DIRECTO por (On )</b>					<b>417.83</b>

LA S.A.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

MAYO.96

TOR : COBRA S.A.  
 INTS : UNOPS  
 ECTO : OSP/BER/185/269: LT 60KV PIURA - CHULUCANAS  
 JISIS : 543542  
 TIDA : 17.02 Cargador-Rectificador 110Vcc, 3KW

Inc: Inst.

Página: 62  
 Fecha : 28/05/96

00087

	UND	CANTIDAD	\$ UNITARIO	\$ PARCIAL	\$ TOTAL
<b>M A N O D E O B R A</b>					
-----					
.01 CAPATAZ	H-H	10.0000	4.77	47.70	
.01 OPERARIO	H-H	20.0000	4.05	81.00	
.01 OFICIAL	H-H	40.0000	3.10	124.00	
.01 CHOFER	H-H	6.0000	4.05	24.30	277.00
<b>E Q U I P O S</b>					
-----					
.41 CAMION PLATAFORMA 4x2, 122 HP, 8 TON	H-H	2.0000	15.00	30.00	
.69 CAMION GRUA 4x2, 178-210 HP, 6 TN	H-H	4.0000	16.58	66.32	
.28 EQUIPO DE PRUEBAS	H-S	3.0000	2.00	6.00	
.99 HERRAMIENTAS	1/2 M.OBRA	3.00	277.00	8.31	110.63
<b>COSTO DIRECTO por (Cje)</b>					<b>387.63</b>

COBRA S.A.

90267

ESCALA DE SALARIOS PARA USO EVENTUAL

DESCRIPCION	S/DIA
INGENIEROS RESIDENTES	184.80
INGENIERO SUP. PARA PUESTA EN SERVICIO	124.00
INGENIERO PROYECTISTA Y/O CALCULISTA	52.00
TECNICO ELECTROMECHANICO	42.88
TOPOGRAFO	42.88
CAPATAZ	38.16
OPERARIO	32.40
OPERARIO ELECTRICISTA	32.40
OPERARIO DE EQ. LIVIANO	32.40
OPERARIO DE EQ. PESADO	32.40
OFICIAL	24.80
PEON	22.88
DIBUJANTE	32.40
CHOFER	32.40

LISTA DE TARIAS DE ALQUILER DE EQUIPOS

DESCRIPCION	S/DIA
CARGADOR SILLANTA 100/115 HP	520.00
TETROEXCAVADOR S/ORUGA 115/165 HP	600.00
TRACTOR S/LLANTAS 200/250 HP	500.00
PLANCHA COMPACTADORA VIBR. 4.0 HP	7.60
PLANCHA COMPACTADORA VIBR. 5.6 HP	7.60
MEZCLADORA DE CONC. 7 P3. 18 HP	20.00
MEZCLADORA DE CONC. 11 P3. 22 HP	44.80
GRUA HID. TELESC.AUTOP. 12T HP. 16 TN.	555.28
GRUA HID. TELESC.AUTOP. 225 HP. 50 TN.	2.200.00
CAMION VOLQUETE 4x2. 3 M3	80.00
CAMION PLATAFORMA 4x2 - 178/210 HP. 6 TN.	120.00
CAMION GRUA 4x2. 178/210 HP. 6 TN	132.64
CAMIONETA SIMPLE TRACCION	39.44
TRACTOR WINCHE DATSUN	95.00

COBRA S.A.

BOGOTÁ - COLOMBIA

## **BIBLIOGRAFIA**

- [1] : MEM/DEP-221, Especificaciones Técnicas para el Suministro de Equipos principales de Subestaciones
  - [2] : Norma IEC –56, Especificaciones y Pruebas de Interruptores de Potencia para Alta Tensión en Corriente Alterna
  - [3] : ETS-SE-002 , Especificaciones Técnicas para el Interruptor de Potencia
  - [4] : ETS-SE-003 , Especificaciones Técnicas para Seccionadores.
  - [5] : ETS-SE-004 , Especificaciones Técnicas para Transformadores de Tensión Capacitivo e Inductivo
  - [6] : ETS-SE-013 , Especificaciones Técnicas para Tableros de Control
  - [7] : ETS-SE-005 , Especificaciones Técnicas para Transformadores de Corriente.
- National Electrical Safety Code, 1993 edition
- IEEE Guide to the Installation of Overhead Transmission Line Conductors
- Cooper Power Systems , equipos de Subestación.
- American Wood Preserver's Association Standard.
- Diseño de Subestaciones Eléctricas , José Raul Martin
- Estaciones de Transformación y Distribución, Enciclopedia CEAC de Electricidad

Código Nacional de Electricidad.

Tratado de Resistencia de Materiales, Vol II, J. Courbon