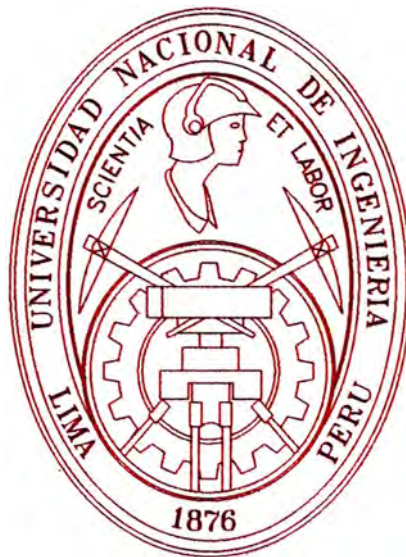


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA



AMPLIACIÓN ELÉCTRICA DE UNA PLANTA DE HARINA DE TRIGO EN BAJA TENSION 220/440V.

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

Presentado por :

NERIO ANTONIO ORTIZ BAZAN

PROMOCIÓN

1988-II

LIMA – PERU

2008

INDICE

	Página
PRÓLOGO	1
CAPÍTULO I	3
INTRODUCCION	3
1.1 Generalidades	3
1.2 Datos históricos de planta.	4
1.2.1 Historia, Misión y Visión de la Empresa	4
1.3 Alcances del proyecto	6
1.4 Descripción del proyecto	7
1.4.1 Alimentación primaria 10 kV	7
1.4.2 Subestación de transformación	8
1.4.2.1 Dispositivos de Protección	8
1.5 .Puesta a tierra	10
CAPÍTULO II	11
ESPECIFICACIONES Y CALCULOS ELECTRICOS	11
2.1 Especificaciones técnicas del tablero de distribución	11
2.1.1 Tablero de distribución TF1 440 V	13
2.1.2. Requerimientos generales	19
2.1.3. Instalación del transformador	20
2.1.4. Cálculos eléctricos	22
2.1.4.1 Cálculo de la corriente nominal (I_n)	22

III

2.1.4.2. Cálculo del cable subterráneo	23
2.1.4.3 Corriente aparente conducir	23
2.1.4.4 Corriente aparente conducir	24
2.1.5 Cálculo de la caída de tensión	25
2.1.6 Cálculo de sistema de puesta a tierra	26
2.1.7 Cálculos mecánicos	27
CAPÍTULO III	41
ESPECIFICACIONES DE BANCO AUTOMATICO DE CONDENSADORES DE 700 kVAR	41
3.1. Corrección del factor de potencia.	41
3.2.. Corrección del factor de potencia por grupos	41
3.3.. Corrección del factor de potencia centralizado.	42
3.4. Interruptores para la protección y maniobra de batería de condensadores	43
3.5. Condensadores CLMD	47
3.5.1 Condensadores CLMD,480 V , 60 Hz	47
3.6 Tablero BC-TF1	47
3.7 Banco automático de condensadores 700 kVAR en 440V	49
3.8 Especificaciones técnicas del suministro eléctrico de Emergencia	50
3.8.1 Grupos Diesel Eléctricos	50
3.8.2 Equipos Complementarios	52
3.8.3 Tableros de Control de Arranque y Parada Automática	53

CAPÍTULO IV	55
OPCIONES TARIFARIAS	55
4.1. Opciones tarifarias no reguladas	55
4.2. Opciones tarifarias reguladas \leq 1000kw	55
4.1.2.1 Tarifas 2E2P	56
4.1.2.2. Tarifas 2E1P	57
4.2. Modalidades de facturación	58
4.2.1 Contratación de potencia	58
4.2.2. Tarifas 1E1P	59
CAPITULO V	60
EVALUACION DE COSTOS	60
5.1 Consumo histórico de la planta en 220v	60
5.2 Cuadro de retorno del análisis de la Inversión	60
CONCLUSIONES	63
RECOMENDACIONES	64
BIBLIOGRAFIA	65
ANEXOS	66

PRÓLOGO

La necesidad de disminuir la corriente de máxima demanda de la Planta “Molino Callao” y por ende disminuir la facturación de energía eléctrica suministrado, por el concesionario y reducir la sección de los cables de alimentación se considero necesario realizar el cambio de tensión de 220V a 440V.

Complementariamente a dicho cambio, se consideró también necesario corregir el factor de potencia con un banco de condensadores que nos permitiría disminuir el consumo de energía reactiva y por lo tanto también disminuir nuestra facturación de energía eléctrica. Tales requerimientos nos han conducido a la realización de presente Informe que se ha dividido en cuatro capítulos:

En el **Capítulo I** se describe las generalidades y descripción del proyecto donde se indica el alcance del mismo, así como los requerimientos generales.

En el **Capítulo II** se dan las especificaciones técnicas que deben cumplir los Tableros. de Distribución con la nueva tensión de trabajo.

En el **Capítulo III** se detallan las características de los Bancos de Condensadores y del sistema de puesta a tierra.

En el **Capítulo IV** se muestran los cálculos justificatorios del Proyecto

CAPÍTULO I

INTRODUCCION

1.1 GENERALIDADES

Como parte del programa de remodelación y mejoramiento de las instalaciones eléctricas del proyecto, debido a la necesidad planteada de disminuir los costos de máxima demanda y reducir las pérdidas en la sección del cobre de los cables de alimentación y adicionalmente también disminuir los consumos de energía reactiva, se ha propuesto el presente trabajo a efectos de plantear una solución técnico económica coherente y confiable.

El Proyecto tiene por finalidad el cambio de tensión de 220V a 440V del proceso con líneas de Pre-limpieza, Limpieza, Molino, Embolsado, sub productos y la interconexión al grupo electrógeno existente.

Para tal fin, se tiene previsto reemplazar los dos transformadores de potencia de 1,0 MVA – 10/0,23 kV existentes por uno nuevo de 2,5 MVA – 10/0,46kV , DYN5, $T_{CC}=0.5$

Para la primera etapa, materia del presente proyecto, se ha previsto implementar un tablero de distribución nuevo, denominado TF1, sin modificar las instalaciones eléctricas de los otros procesos que en una segunda etapa se constituirá con un Tablero TF2.

El presente proyecto adicionalmente contempla implementar un sistema de media tensión en 10 kV cuyas características se mencionan en los capítulos siguientes y concierne al sistema de utilización en media tensión, mediante el cual se conducirá la energía suministrada por la concesionaria EDELNOR a la tensión de 10 kV en su subestación N^a 341, ubicada en Av. Argentina S/N, hasta la subestación a implementarse en la planta “Molino-Callao”.

1.2 DATOS HISTÓRICOS DE PLANTA.

MOLINO CALLAO es una planta industrial integrante de la empresa Alicorp, uno de cuyos giros de negocio es la molienda de Trigo; la planta para esta actividad se encuentra ubicada en Jr. Huascar 143 – Callao.

1.2.1 Historia, Misión y Visión de la Empresa

- ***Historia***

En 1971 el Grupo Romero adquirió la Compañía Industrial Perú Pacífico S.A. (CIPPSA), constituida en 1956 por Anderson Clayton para producir aceites, grasas comestibles y jabón de lavar. En 1993 se fusionó, absorbiendo otras dos empresas del grupo: Calixto

Romero S.A. en Piura, empresa productora de aceites vegetales y molienda de algodón; y Compañía Oleaginosa Pisco S.A. en el sur, empresa productora de aceites comestibles y jabón de lavar.

En febrero de 1995 CIPPSA adquiere La Fabril, empresa matriz en el Perú del grupo Bunge & Born de Argentina y que había fusionado en 1993 a las empresas Copsa, Molinera Santa Rosa (en Lima) y a Sidsur (en Arequipa). En marzo CIPPSA absorbe a CODISA, empresa fundada en 1976 por el Grupo Romero para comercializar productos de consumo masivo.

En junio de 1995 CIPPSA se fusiona con La Fabril absorbiéndola y dando lugar a la creación del Consorcio de Alimentos Fabril Pacífico (CFP).

En octubre de 1995 CFP compró la fábrica de galletas de Molinera del Perú S.A. (MOPESA) y en diciembre de 1996, se fusionó absorbiendo a otras dos grandes empresas peruanas: Nicolini Hnos. y Molinera del Perú S.A. ambas productoras de harinas y pastas. En ese momento se forma **Alicorp S.A.A.**

En enero del 2001, **Alicorp** adquiere la planta de oleaginosos de Industrias Pacocha S.A., perteneciente al Grupo Unilever, ubicada en la ciudad de Huacho. El primero de junio del 2004 se llevó a cabo la

fusión de **Alicorp** y **Alimentum S.A.**, que produce la marca **Lamborghini-** y de la distribuidora **Lamborghini S.A.**, lo que significa nuestro inicio en el segmento de helados.

- ***Misión***

Somos una empresa dedicada a la producción y comercialización de alimentos y derivados, integrada por personas con espíritu de empresa, comprometidas en fijar nuevos estándares de excelencia en la satisfacción de los clientes. Queremos lograr nuevos niveles de éxito en cada categoría de negocios en los que competimos para beneficio de nuestros accionistas, de nuestros clientes y consumidores, de nuestros trabajadores y de las comunidades en las que operamos.

- ***Visión***

Nuestro objetivo es ser una empresa de clase Internacional, con productos y servicios de alto valor agregado, que satisfagan las necesidades y expectativas de nuestros clientes en cualquier mercado.

1.3 ALCANCES DEL PROYECTO

El presente proyecto, está basado en la “Norma de procedimientos para la elaboración de proyectos y ejecuciones de obras en sistemas de distribución y de utilización en media tensión en zonas de concesión de

distribución”, aprobada por R.D. N° 018-2002 EM/DGE, de fecha 25 de septiembre del 2002 y con vigencia desde el 01 de Enero del 2003; comprende el sistema de distribución primaria 10,000 Voltios, mediante el cual se suministrará energía eléctrica a las instalaciones de la planta “Molino-Callao” y comprende el dimensionamiento, recorrido y detalles del cable de alimentación en 10,000 Voltios, desde la SE N° 341 (punto de diseño), hasta la subestación de la planta, dimensionamiento y detalles de la misma hasta la ejecución de los trabajos necesarios para la primera etapa del proyecto en mención, el cual comprende :

1. Especificar, Instalar y poner en operación un nuevo tablero de distribución en 440V.
2. Especificar, instalar y poner en operación un nuevo banco de condensadores de 700 kVAR – 440V.

1.4 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El sistema de utilización, adoptado es trifásico, a tensión nominal de 10,000 Voltios y frecuencia de 60 Hz.

1.4.1 Alimentación primaria 10 kV

El sistema de alimentación será subterráneo, en toda su extensión, entre la salida de la subestación N° 341 de EDELNOR y la subestación de la planta Molino-Callao, utilizándose cables N2XSJ,

(3-1 x 240 mm²), hasta llegar a un seccionador Q1 (3 x 400 A – 12 kV) y un interruptor general Q2 de 3 x 1250 A – 12 kV.

1.4.2. Subestación de transformación

Se ha considerado implementar al interior de la planta Molino-Callao, una subestación de transformación tipo convencional, caseta, con una celda de llegada de 10 kV, que albergará los equipos de protección, maniobra y dos celdas de transformación.

El conjunto de instalaciones para transformación y/o seccionamiento, que recibe la energía eléctrica de una red de distribución primaria y entrega a un sistema de distribución secundaria, comprende generalmente el transformador de potencia y los equipos de maniobra, protección, medición y control , tanto en el lado primario, como en el lado secundario, requiriendo edificaciones para albergarlos. Según el diagrama de carga anual se consideró, las características de pérdidas más convenientes para el transformador.

1.4.2.1. *Dispositivos de Protección*

1. *Fusible seccionador unipolar (CUT, OUT) , Q1*

- ❖ Material : Porcelana
- ❖ Tensión de servicio : 12 kV
- ❖ Capacidad nominal : 1250 A
- ❖ Altura de montaje : 1000 m.s.n.m.

- ❖ Norma a cumplir : NEMA 562- 1976

El porta fusible es un tubo aislado con apertura y cierre manual con pértiga.

2. *Interruptor general , Q2*

- ❖ Tensión de servicio : 12 kV
- ❖ Capacidad nominal : 1250 A

3. *Relé de sobrecarga F1*

4. *Fusible seccionador unipolar (CUT, AUT) , Q3*

- ❖ Material : Porcelana
- ❖ Tensión de servicio : 12 kV
- ❖ Capacidad nominal : 400 A
- ❖ Altura de montaje : 1000 m.s.n.m.
- ❖ Norma a cumplir : NEMA 562- 1976

5. *Transformador*

Transformador trifásico sumergido en baño de aceite con arrollamiento de cobre electrolíticos y núcleo de hierro silicoso, satisface las normas IEC – 76, cuyas características son las siguientes:

- ❖ Potencia nominal : 2,5 MVA
- ❖ Relación de transformación : 10000/ 460V
- ❖ Grupo de conexión : Dyn₅
- ❖ Regulación : $\pm 2 \times 2,5 \%$
- ❖ Tensión de corto circuito : 5,0 %

1.5. PUESTA A TIERRA

El sistema posee, tres pozos a tierra, uno para el lado de 10 Kv, otro para el lado de baja tensión y otro para la conexión del neutro. Cada pozo tendrá una varilla Copperwelll de 5/8"Φ x 2.40 m de longitud, en cuyo extremo superior llevará un conector de cobre tipo A-B a presión, los valores de la resistencia de puesta a tierra debe ser menor a 15 ohmios.

El presente proyecto concierne al sistema de utilización en media tensión, mediante el cual se conducirá la energía suministrada por la concesionaria EDLENOR a la tensión de 10 kV.. El sistema será subterráneo en toda su extensión, entre la salida de la subestación N° 341 de EDELNOR S.A. y el edificio, utilizándose cables unipolares secos N2XSY, de 240mm² de sección, llegando a una celda, prevista de los dispositivos antes mencionados, que son: Q1 y Q2; se ha considerado implementar celdas adicionales para la segunda etapa..

Los materiales y equipos seleccionados en el diseño, son de marca de prestigio y alta calidad, así mismo son compatibles a lo normado por el Código Eléctrico Nacional y la empresa concesionaria de electricidad EDELNOR.

CAPÍTULO II

ESPECIFICACIONES Y CALCULOS ELECTRICOS

2.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN

Los tableros será del tipo autoportado, con dimensiones tal, que deben acondicionarse de acuerdo al espacio existente y tomando como referencia los planos adjuntos, contruidos con perfiles angulares, forrados totalmente en plancha de hierro LAF de 2mm de espesor, con tratamiento anticorrosivo y pintado con dos capas de pintura base epóxica y dos capas de esmalte homeable granizado; el color del tablero será RAL7032.

El acceso será frontal mediante puertas con bisagras y borde con empaquetaduras de jebe en todo el perímetro para cierre hermético con grado de protección IP54, provisto de cerraduras; en el interior dispondrá de soportes para la sujeción de los cables de energía que entran al tablero, estará provisto también con una barra de protección a tierra y una cubierta transparente de acrílico, consignando la indicación de peligro para las barras de fuerza, impidiendo su acceso directo.

El conexionado interior será con barras de cobre electrolítico, sobre aisladores de Araldite, cable TW, según sea necesario; cable flexible de control con terminales aislados y borneras de fuerza y control, pernería tropical izada y accesorios de montaje.

El conexionado de los equipos eléctricos se realizará con platinas de cobre electrolítico o conductores, cable flexible, terminales de compresión, bornes, cintillos de seguridad y pernería tropical izada.

Los tableros contarán con porta plano el que deberá contener los diagramas de control así como los diagramas unifilares y una leyenda general que facilite la identificación de los equipos instalados en el interior del tablero.

Tendrá una disposición de acuerdo a los planos anexados y estará provisto de:

1. Un cuadro de medición general, compuesto por un medidor multifunción, que pueda visualizar los parámetros eléctricos mediante Display (corriente, tensión, potencias, f.p., frecuencia etc.).
2. Contará con cuadros de medición de corriente de 96x96mm de acuerdo a los planos, con escala adecuada y debidamente rotulados, las marcas de los dispositivos son:

- ❖ Interruptores Termo magnéticos :ABB
- ❖ Interruptores para control :ABB
- ❖ Amperímetros :CELSA, GANZ, O SIMILARES
- Transformadores de Corriente :CELSA O SIMILARES

2.1.1 Tablero de distribución TF1 440 V

1. Equipado con los siguientes instrumentos:

- ❖ Suministro de un Tablero auto soportado marca ABB Sace / Italia, modelo IS2, IP55, NEMA12.
- ❖ Estructura: Chapa galvanizada y paneles de chapa decapada, espesor 15/10, acabado con pintura en polvo epóxi-poliéster entre 60 y 70 micras de espesor.
- ❖ Cabecera y zócalo: La base está perforada para ingreso de los cables, techo extraíble, Zócalo de 100mm de alto.
- ❖ Puerta: Reversible (con apertura a la derecha o la izquierda), chapa decapada con espesor 20/10. Puede montarse en los cuatro lados, 120° de apertura.
- ❖ La superficie del gabinete metálico será de color RAL 7032 (beige). Dimensiones aproximadas:

Alto: 2,100 mm. Ancho: 3x800 mm Fondo: 800 mm

2. Será montado y conexionado con los siguientes equipos eléctricos:

- ❖ 01 Interruptor Termo magnético (para red Normal), tripolar, tipo abierto, marca ABB Sace/Italia, serie Emax, tipo E3N 3200 PR122/P LI, $I_n = 3,200 \text{ A}$, 65kA/415-690V, 1000V de tensión de aislamiento, mando manual, ejecución fija, con relé de protección electrónico contra:

- Protección contra sobrecarga con intervención retardada a tiempo largo inverso (L), no excluible, regulable desde 0.4 a 1.0 In.
 - Protección contra cortocircuito con intervención instantánea (I), excluible, regulable desde 1.5 a 12 In.
- ❖ 01 Interruptor Termo magnético (para Grupo Electrónico), tripolar, tipo abierto, marca ABB Sace/Italia, serie Emax, tipo E3N 3200 PR122/P LI, In = 3,200 A, 65kA/415-690V, 1000V de tensión de aislamiento, mando manual, ejecución fija, con relé de protección electrónico con:
- Protección contra sobrecarga con intervención retardada a tiempo largo inverso (L), no excluible, regulable desde 0.4 a 1.0 In.
 - Protección contra cortocircuito con intervención instantánea (I), excluible, regulable desde 1.5 a 12 In.
- ❖ 01 Interruptor Termo magnético (para Grupo Electrónico), tripolar, tipo abierto, marca ABB Sace/Italia, serie Emax, tipo E3N 3200 PR122/P LI, In = 3,200 A, 65kA/415-690V, 1000V de tensión de aislamiento, mando manual, ejecución fija, con relé de protección electrónico con:

- Protección contra sobrecarga con intervención retardada a tiempo largo inverso (L), no excluible, regulable desde 0.4 a 1.0 In.
 - Protección contra cortocircuito con intervención instantánea (I), excluible, regulable desde 1.5 a 12 In.
- ❖ 01 Interruptor Termo magnético, tripolar, tipo abierto, marca ABB Sace/Italia, serie Emax, tipo E2N 2000 PR122/P LS, In = 2,000 A, 65kA/220-440V, 690, tensión de servicio, 1000V de tensión de aislamiento, mando manual, ejecución fija, con relé de protección electrónico con:
- Protección contra sobrecarga con intervención retardada a tiempo largo inverso (L), no excluible, regulable desde 0.4 a 1.
 - Protección contra cortocircuito con intervención instantánea (I), excluible, regulable desde 1.5 a 12 In.
- ❖ 01 Interruptor Termo magnético, tripolar, caja moldeada, marca ABB Sace/Italia, serie Tmax, tipo T7S1250 PR231/P-LS/I, In = 1250A, 40kA en 480V, 1000V de tensión de aislamiento, 690V de tensión de servicio, mando manual, ejecución fijo, con relé de protección electrónico con:
- Protección contra sobrecarga con intervención retardada a tiempo largo inverso (L), no excluible, regulable desde 0.4 a 1.0 In;

- Protección contra cortocircuito con intervención de retardado a tiempo corto inverso (S) umbral de intervención: $1-8I_n$.
 - Protección contra cortocircuito con intervención instantánea (I), excluible, regulable desde 1.5 a $12 I_n$.
- ❖ 03 Interruptor Termo magnético, tripolar, caja moldeada, marca ABB Sace/Italia, serie Isomax, tipo T5N630 PR221 DS-LS, $I_n = 630A$, 36kA en 415V, 1,000V de tensión de aislamiento, 690V de tensión de servicio, mando manual, ejecución fija, con relé de protección electrónico con:
- Protección contra sobrecarga con intervención retardada a tiempo largo inverso (L), no excluible, regulable desde 0.4 a $1.0 I_n$;
 - Protección contra cortocircuito con intervención de retardado a tiempo corto inverso (S) umbral de intervención: $1-8I_n$
- ❖ 06 Medidor multifunción de parámetros eléctricos, marca: SATEC, modelo: PM 130E alimentación auxiliar 230VAC $\pm 10\%$, medición de los siguientes parámetros eléctricos:
- Voltaje Fases
 - Voltajes de Líneas
 - Corriente de líneas
 - Potencia activa de líneas
 - Potencia reactiva de líneas

Potencia aparente de líneas

Energía activa del sistema

Energía reactiva del sistema

Energía aparente del sistema

Factor de potencia

Frecuencia

Configuración vía teclado o software, monitoreo de redes de 10-500V, tres displays alfanumérico tipo LED's, comunicación en RS485, frecuencia 45-65Hz.

❖ Resumiendo, los Interruptores son los siguientes :

01 Interruptor TM REG E 3N 3 x 3200A – 440V – 65kA

01 Interruptor TM REG E 2N 3 x 2000A – 440V – 65kA

01 Interruptor TM REG S7S 3 x 1250A – 440V – 30kA

03 Interruptor TM REG T5N 3 x 400A – 440V – 30kA

06 Medidores multifunción de parámetros eléctricos, marca:

SATEC, modelo: PM 130E alimentación auxiliar 230VAC +-10%,

medición de los siguientes parámetros eléctricos:

Voltaje Fases

Voltajes de Líneas

Corriente de líneas

Potencia activa de líneas

Potencia reactiva de líneas

Potencia aparente de líneas

Energía activa del sistema

Energía reactiva del sistema

Energía aparente del sistema

Factor de potencia

Frecuencia

Configuración vía teclado o software, monitoreo de redes de 10-500V, 3 displays alfanumérico tipo LED's, comunicaron en RS485, frecuencia 45-65Hz.

02 Transformadores de corriente, marca Celsa, 3,000/5 A. (red normal).

02 Transformadores de corriente, marca Celsa, 3,000/5 A. (red de Grupo electrógeno).

02 Transformadores de corriente, marca Celsa, 2,000/5 A. (molino B).

02 Transformadores de corriente, marca Celsa, 1,200/5 A. (embolsado).

02 Transformadores de corriente, marca Celsa o , 400/5 A. (pre limpieza, Limpieza B y sub. producto)

El tablero se diseñó y preparó para su interconexión con un banco general de condensadores y con un tablero de transferencia automática. La ubicación del nuevo tablero de distribución será en la actual sub estación de baja tensión, específicamente en el lugar que ocupaba el banco de condensadores N° 1 antiguo.

Se deberá construir un ducto de concreto de medidas 0,5 mts. de ancho x 0,5 de profundidad para una distancia de 6 mts., tal como se indica en los planos. Sobre este ducto se instalará y fijará el nuevo Tablero de Distribución. La fijación se efectuará con pernos de expansión de medidas convenientes.

Para alimentar este tablero, se instalarán 16 mts. de canaletas metálica de 500x120 mm. sujetos con estructuras angulares en las columnas y/o techo. El recorrido se puede observar en el plano N° 1 adjunto, teniendo cuidado con las barras que cruzan en la sala de baja tensión.

Por esta canaleta y utilizando un ducto existente que viene desde la sub estación en M.T., se tenderán los cables de energía, desde los terminales de B.T. del transformador hasta el interruptor general del tablero de distribución TF1. Para la interconexión, se utilizarán tres ternas de cable NYY 3x1x185 mm² para una distancia física de 25 mts. También se deberá considerar el suministro de materiales de instalación tales como: terminales de compresión, cintas, cintillos y otros.

2.1.2. Requerimientos generales

Se consigna la Disposición de Equipos en dos planos, que se entrega con la presente para elaborar la valorización para la fabricación e instalación de los tableros, por el contratista:

- ❖ Disposición General de Equipos en Sub Estación Eléctrica
(Plano 01)

- ❖ Disposición de Equipos en Tablero de Distribución (Plano 02).

2.1.3. Instalación del transformador

La conexión en el lado de media tensión será con barras de cobre electrolítico, sobre aisladores Araldite y protección con fusibles cartucho HH, para el lado de baja tensión se usará conductores NYY del calibre necesario que llegarán al Tablero de Distribución del Transformador.

El proyecto contempla el suministro de un transformador complementario de 2.5 MVA, de 10,000 a 460 Voltios, para habilitar el sistema de 460 Voltios en situaciones de emergencia de la tensión de operación.

El transformador mencionado será trifásico, en baño de aceite, con arrollamiento de cobre y núcleos de hierro laminado en frío, para montaje interior y enfriamiento natural, fabricado de acuerdo con las recomendaciones de la Norma ITINTEC 370-002, en su versión vigente a la fecha de adquisición.

El transformador tendrá la capacidad suficiente para entregar la potencia nominal en forma continua, dentro de los límites de pérdidas y tolerancias que establece la norma, así como soportar los esfuerzos provocados por un cortocircuito trifásico exterior durante 5 segundos.

El transformador dispone de las siguientes condiciones de servicio:

- ❖ Potencia nominal continua 2.5 MVA
- ❖ Altitud de servicio 1,000 msnm
- ❖ Frecuencia 60 Hz
- ❖ Tensión del Primario 10000 V
- ❖ Regulación sin carga en el Primario $\pm 2.5\%$ y $\pm 5\%$
- ❖ Tensión del Secundario a plena carga 460 Voltios
- ❖ Conexión del lado primario Delta con cuatro tomas suplementarias en vacío
- ❖ Conexión del lado secundario Estrella
- ❖ Grupo de conexiones Dyn₅
- ❖ Clase de aislamiento según norma IEC A
- ❖ Refrigeración natural por aire y aislamiento interno en aceite
- ❖ Garantía de funcionamiento a 100 % de carga
- ❖ Sobre temperatura con carga continua
 - * Aceite 60°C
 - * Arrollamiento 65°C
 - * Ambiente Máximo 40°C
- ❖ Tensión de ensayo a frecuencia industrial con fuente independiente durante un minuto
 - * Lado de A.T. 28 kV
 - * Lado de B.T. 3 kV

Asimismo, el transformador estará provisto de los siguientes accesorios:

- ❖ Tanque principal con válvulas de vaciado y relleno de aceite
- ❖ Tanque conservador con indicador visual de nivel de aceite
- ❖ Conmutador de tomas suplementarias con mando sobre la tapa
- ❖ Termómetro bimetálico
- ❖ Desecador de aire
- ❖ Grifo de vaciado y toma de muestras de aceite
- ❖ Placa de características
- ❖ Gancho de suspensión para levantar la parte activa o el transformador completo
- ❖ Dotación de aceite
- ❖ Borne de puesta a tierra del tanque.
- ❖ Ruedas bidireccionales.

2.1.4. Cálculos Eléctricos

2.1.4.1. *Cálculo de la corriente nominal (I_n)*

Máxima demanda (M_d) : 2500 kW

Tensión nominal (V_n) : 10kV

Factor de potencia ($\cos\Phi$) 0.90

$$I_n = \frac{M_d}{\sqrt{3} V_n \cos \phi_p}$$

$$I_n = \frac{2127}{\sqrt{3} \times 10 \times 0.90} = 136.0 \text{ A} \quad \Rightarrow \quad I_n = 136.0 \text{ A}$$

2.1.4.2. Cálculo del cable subterráneo

La selección del cable a utilizarse se efectuará tomando en consideración tres aspectos:

- ❖ Corriente aparente a conducir
- ❖ Intensidad y tiempo de cortocircuito
- ❖ Caída de tensión

2.1.4.3. Corriente aparente conducir

Condiciones nominales de trabajo:

- ❖ Temperatura del suelo : 20 °C
- ❖ Profundidad de enterramiento : 0.70 m
- ❖ Temperatura máxima de trabajo : 75° C
- ❖ Resistividad térmica del suelo : 100° C cm/W

Condiciones reales de trabajo (factores de corrección)

- ❖ Temperatura del suelo : 25 °C
- ❖ Factor de corrección σ_{ts} : 0.95
- ❖ Profundidad de enterramiento : 1.00 m.
- ❖ Factor de corrección σ_{po} : 0.96
- ❖ Resistividad térmica del suelo : 150 °C cm/W
- ❖ Factor de corrección σ_{rt} : 0.83

- ❖ Sistemas de cables próximos : 3 sistemas
- ❖ Factor de corrección σ_{sp} : 0.73 (3 sist)

El factor de corrección combinando (σ) será:

$$\sigma = \sigma_{ts} \times \sigma_{ps} \times \sigma_{rt} \times \sigma_{sp}$$

$$\sigma = 0.95 \times 0.96 \times 0.83 \times 0.73$$

$$\sigma = 0.55$$

Corriente aparente a transportar (I_a)

$$I_a = I_n / \sigma$$

$$I_a = 136.0 / 0.55$$

$$I_a = 247.2 \text{ A}$$

Para esta corriente seleccionamos el tramo de cable que alimentará a la subestación particular, del tipo N1XSY 8.5/15 kV, 3-1x70 mm², que puede soportar hasta 295 A.

2.1.4.4. Corriente aparente conducir

Cálculo de corriente de cortocircuito (I_{cc})

Se considera las condiciones más desfavorables, es decir, cortocircuito en el punto de entrega.

Potencia de cortocircuito en el

Punto de entrega (S_{cc}) : 221 MVA

Tensión nominal de servicio (V_n) : 10 kV

$$I_{cc} = \frac{S}{\sqrt{3} \times V_n}$$

$$I_{cc} = \frac{221}{\sqrt{3} \times 10} \Rightarrow I_{cc} = 12.76 \text{ kA}$$

Corriente de cortocircuito admitida por el cable (I_k)

Para:

Sección del conductor (S) : 70 mm²

Tiempo actuación protección (t) : 0.02 seg.

$$I_A = 0.14 \times \frac{S}{\sqrt{t}}$$

$$I_K = 0.143 \times \frac{70}{\sqrt{0.02}} = 71.5 \text{ kA}$$

Con esto se verifica que: $I_{cc} < I_k$

2.1.5. Cálculo de la caída de tensión

Para el cable subterráneo se tiene los parámetros siguientes:

- ❖ Sección del cable : 70 mm²
- ❖ Corriente a conducir (I) : 136 A
- ❖ Longitud del cable (L) : 100 m.
- ❖ Resistencia del conductor (r) : 0.342 Ω/Km.
- ❖ Reactancia del conductor (x) : 0.2964 Ω/Km.

❖ Factor de potencia ($\cos \phi$) : 0.90

$$\Delta V_A = \frac{\sqrt{3} I x L}{1000} = (r \cos \phi + x \sin \phi)$$

$$\Delta V_A = \frac{\sqrt{3} x 136 x 100}{1000} x (0.342 x 0.90 + 0.2964 x 0.2579)$$

$$\Delta V = 8.8 \text{ v}$$

Con lo que resulta que la caída de tensión esperada será mucho menor que el 5% permitido por CNE.

2.1.6 Cálculo de sistema de puesta a tierra

Para conseguir en la instalación un valor de resistencia de tierra que no superen los valores máximos prescritos en el C.N.E.; deberá ser necesario efectuar el tratamiento de suelo con sales de manera de reducir su resistividad aparente (ρ_a), de modo que en el pozo de media tensión no supere los 58 ρ -m y 23 ρ -m, en el pozo de baja tensión. Con estos valores, para el tipo de sistema de puesta a tierra a utilizarse puede calcularse las resistencias de tierra (R_a):

$$R_a = \frac{\rho_a}{2x\pi x L} I_n \left(\frac{4xL}{d} \right)$$

Donde :

- ❖ R_a : Resistencia de tierra (Ω)
- ❖ ρ_a : Resistencia aparente (Ω - m)
- ❖ L : Longitud de varilla de puesta a tierra (2.4 m)
- ❖ D : Diámetro de la varilla de puesta a tierra (0.0159 m)

Obteniendo

R_a : 15 Ω para el pozo de 10 kV y

R_a : 10 Ω para el pozo de 440 V.

2.1.7 Cálculos mecánicos

Cálculo de barras 10 kV

- ❖ Potencia de cortocircuito en el punto de entrega (S_{cc}): 221 MVA
- ❖ Tensión nominal (V_n) : 10 kV

El diseño de las barras MT (10 kV) se efectúa considerando los siguientes aspectos:

- ❖ Corriente nominal
- ❖ Efectos electrodinámicos producidos en eventos de cortocircuito
- ❖ Efectos térmicos producidos en eventos de cortocircuito
- ❖ Esfuerzos por resonancia mecánica.

Corriente nominal

En el acápite 1 se calculó una corriente nominal (I_n) de 136 amperios, para esta corriente seleccionamos barras de dimensiones: 60mm x10 mm, en disposición horizontal, siendo la mayor longitud entre apoyos (aisladores porta barras) (L_b) de 150 centímetros y fases distanciadas (d_b) a 25 cms.

Así :

$$L_b = 150 \text{ cm}$$

$$d_b = 25 \text{ cm}$$

$$h = 10 \text{ mm}$$

$$b = 60 \text{ mm}$$

Efectos electrodinámicos en cortocircuitos

a) Potencia de cortocircuito en barras (P_{cc}) :

Para el cálculo de la potencia de cortocircuito en barras (P_{cc}), se aplica la siguiente fórmula:

$$P_{cc} = \frac{100}{\sqrt{\left(\frac{100}{S_{cc}} + XxL\right)^2 + (RxL)^2}}$$

Donde :

- ❖ S_{cc} : Potencia de cortocircuito en el extremo inicial del tramo
(MVA)
- ❖ X : Reactancia del conductor (tramos de línea y cable)
(Ω /Km)
- ❖ R : Resistencia del conductor (tramos de línea y cable)
(Ω /Km)
- ❖ L : Longitud de tramo (Km)

$$P_{cc} = \frac{100}{\sqrt{\left(\frac{100}{221} + (0.2964) \times (0.260)\right)^2 + (0.927 \times 0.260)^2}}$$

$$P_{cc} = 171.87 \text{ MVA}$$

b) Corriente de cortocircuito en barras (I'_{cc})

$$I'_{cc} = \frac{P_{cc}}{\sqrt{3} V}$$

$$I'_{cc} = \frac{171.87}{\sqrt{3} 10}$$

$$I'_{cc} = 9.93 \text{ kA}$$

c) Corriente de Choque (I'_{ch}) :

$$(I'_{ch}) = 2.55 \times I'_{c}$$

$$(I'_{ch}) = 2.55 \times 9.93$$

$$(I'_{ch}) = 25.32 \text{ KA}$$

d) Fuerza entre barras en cortocircuito (F) :

$$F = \frac{2.04 \times I_{ch}^2 \times \left(\frac{L_b}{d_b}\right)}{100}$$

$$F = \frac{2.04 \times 25.30^2 \times \left(\frac{150}{25}\right)}{100} \quad 78.47 \text{ Kg}$$

$$F = 78.47 \text{ Kg}$$

e) Momento máximo en barras (M_b) :

$$M_b = \frac{FxL_b}{8}$$

$$M_b = \frac{78.47 \times 150}{8} = 1471.31 \text{ Kg-cm}$$

$$M_b = 1471.31 \text{ Kg-cm}$$

f) Módulo resistente mínimo (W_b) para el momento máximo :

Considerando como esfuerzo máximo admisible del cobre el valor de K_b 1200 Kg/cm²

$$W_b = \frac{M_b}{K_b}$$

$$W_b = \frac{1471.31}{1200}$$

$$W_b = 1.2260 \text{ cm}^3$$

g) Módulo resistente propio de la barra (W_p)

$$W_p = \frac{h^2 x h}{6}$$

$$W_p = \frac{5.0^2 x 0.5}{6}$$

$$W_p = 2.0833 \text{ cm}^3$$

Como puede verse se cumple $W_p > W_b$

h) Efectos térmicos producidos durante el cortocircuito

La sobre temperatura τ , producida en barras por efecto del cortocircuito es :

$$\tau = \left(\frac{R}{q^2} \right) \times I_{cc}^2 \times (1 + \delta_1)$$

Donde :

R : Constante del material . Cobre = 0.0058

q : sección de la barra. 60 x 10 = 600 mm²

t : tiempo de apertura del sistema de protección, considerando como máximo 1 seg .

$\delta_{\tau t}$: tiempo adicional debido a corriente de cortocircuito de choque

$$\delta_{\tau t} = \left(\frac{I_{ch}}{I_{cc}} \right)^2 \times 0.60$$

$$\delta_{\tau t} = (2.55)^2 \times 0.60$$

$$\delta_{\tau t} = 3.90 \text{ seg}$$

Con lo que:

$$\tau = \left(\frac{0.0058}{600^2} \right) \times 9930^2 \times (1 + 3.90)$$

$$\tau = 44.84 \text{ }^\circ\text{C}$$

La temperatura en cortocircuito será :

$$70^\circ + 44.84^\circ\text{C} = 114.94^\circ\text{C}$$

Consideramos satisfactorio este resultado ya que las barras de cobre admiten una temperatura de hasta 200°C.

i) Esfuerzo por resonancia mecánica

La resonancia natural de la barra (f_n) es :

$$f_n = 112 \sqrt{\frac{ExJ}{GxL_b^4}}$$

Donde :

- ❖ E : Módulo de elasticidad Cu = 1.25×10^6 Kg/cm²
- ❖ J : Momento de inercia de la barra

$$J = \frac{Exh^3}{12}$$

$$J = \frac{0.5 \times 5.0^3}{12}$$

$$J = 5.208 \text{ cm}^4$$

- ❖ G : Peso de la barra por unidad de longitud
- ❖ G = 0.0222 Kg/cm
- ❖ L_b : Longitud entre apoyos

Para $L_b = 150$ cm se tiene :

$$f_n = 112 \sqrt{\frac{1.25 \times 10^6 \times 5.208}{0.0222 \times 150^4}}$$

$$f_n = 85.24 \text{ Hz}$$

De modo similar, para $L_b = 110$ cm se tiene $f_n = 158.50$ Hz.

Con esto se verifica que la frecuencia natural de la barra no se encuentra comprendida entre el (-10 % y +10 %) de la frecuencia eléctrica, que es de 60 Hz o múltiplos de esta.

Esto es :

$$66 \text{ Hz} < f_n < 108 \text{ Hz}$$

$$132 \text{ Hz} < f_n < 162 \text{ Hz}$$

Con lo que se garantiza la no ocurrencia de fenómeno de resonancia.

j) Dimensionamiento de los aisladores porta barra

Considerando un coeficiente de seguridad (cs), los aisladores deberán satisfacer una solicitud de carga (P) de :

$$P = \frac{F}{cs}$$

Donde .

F = 78.47 Kg es la fuerza en los aisladores (los del extremo soportan sólo la mitad 39.24 Kg.)

cs = 0.5 (Factor de seguridad)

$$P = \frac{39.24}{0.5}$$

$$P = 78.47 \text{ Kg}$$

Los aisladores especificados son para un esfuerzo en la punta de 400 Kg. por lo que soportan la carga con bastante holgura.

Cálculos de ventilación

El diseño del sistema de ventilación deberá ser tal, que asegure la adecuada refrigeración de los dos transformadores de 250 kVA, que albergará la subestación:

Cantidad de aire circulante (m³/min) necesario para la refrigeración de los dos trafos

Condiciones del diseño

- ❖ Temperatura de entrada del aire 25 ° C
- ❖ El aire al contacto con la superficie del transformador, eleva su temperatura (absorción de calor). Se considera este incremento en 15°C
- ❖ Calor específico del aire : $C_e = 0.238 \text{ Kcal/Kg-}^\circ\text{C}$
- ❖ Pérdidas de potencia de los transformadores de 250 kVA:

Pérdidas en el cobre W_{cu}	2.716 kW
Pérdidas en el hierro P_{fe}	0.663 kW
Pérdida total	3.79 kW
$P_t =$	6.758 kW

Cálculo de masa de aire para la refrigeración

Como $C_e = 0.238 \text{ Kcal/Kg-}^\circ\text{C}$; la inversa $1/C_e$, representa la cantidad de Kgs de aire que eleva su temperatura en un grado °C al aplicarle 1 cal.

$$\text{Así : } \frac{1}{C_e} = \frac{1}{0.238} \text{ Kg} - C^\circ / \text{Kcal}$$

Conocemos que 1 Kcal = 4.1868 kW-seg; por lo que :

$$\frac{1}{C_e} = \frac{1}{0.238 \times 4.1868} \text{ Kg} - C^\circ / \text{kW} - \text{seg}$$

$$\frac{1}{C_e} = 1 \text{ Kg} - C^\circ / \text{kW} - \text{seg}$$

La potencia de pérdida radiada por los transformadores en forma de calor y que deberá ser disipada por el flujo de aire es de 6.758 kW.

El aire que absorberá esta potencia elevará su temperatura en 15°C, por lo que:

$$\frac{6.758 \text{ kW}}{15 C^\circ} \times 1 \text{ kg} - C^\circ / \text{kW} - \text{seg} = 0.451 \text{ Kg} / \text{seg}$$

Tenemos entonces que el flujo de masa de aire necesario para refrigerar a los transformadores es :

$$0.451 \text{ Kg/seg}$$

Cálculo del caudal de aire (m³/min)

El aire varía su volumen específico (v) con la temperatura y la presión según relación:

$$V = \frac{T}{342xp}$$

Donde :

v = volumen específico (m³/Kg)

T = temperatura (K°), (K°0273 + °C)

P = presión (atm)

El flujo de aire en masa (0.451 Kg/seg) antes calculado se mantiene constante en todo su recorrido; sin embargo su volumen (m³/Kg) varía:

A la entrada del curso de ventilación (ϕ_e) :

$$T = 273 + 25 = 298 \text{ °K}$$

$$\phi_e = \frac{298m^3}{342x1Kg} x 0.451Kg / seg x 60seg / min$$

$$\phi_e = 23.58 \text{ m}^3/min$$

A la salida del curso de ventilación (ϕ_s)

$$T = 273 + 40 = 313^aK$$

$$\phi_e = \frac{313m^3}{342x1Kg} x 0.451Kg / seg x 60seg / min$$

$$\phi_e = 24.77 \text{ m}^3/min$$

Cálculo de pérdidas en el curso del flujo

a) Al ingreso

Por simplicidad en los cálculos emplearemos la mayor velocidad del flujo de aire, que tiene lugar en la malla al ingreso de la subestación:

❖ Área al ingreso por la malla (A_m)

$$A_m = 0.7 \times 1.0 \times 0.82 = 0.574 \text{ m}^2$$

(0.82 = factor de reducción del área)

❖ Velocidad (v_i)

$$v_i = \frac{\phi_i}{A_m} = \frac{23.58}{0.574 \times 60} = 0.685 \text{ m/seg}$$

❖ Factores de pérdidas al ingreso (f_{pi})

En la reja de ingreso: 0.55

En el primer cambio de dirección 1.5

En la malla: 1.0

En el segundo cambio de dirección 1.5

En el recorrido por el canal : 0.13

$$f_{pi} = 0.55 + 1.5 + 1.0 + 1.5 + 0.13 = 4.68$$

❖ Pérdida al ingreso (p_i)

$$p_i = \frac{v_i^2}{2g \left(1 + \frac{t_i}{273} \right)} \times \left(1 + \sum f_{ps} \right)$$

$$p_i = \frac{0.685^2}{2 \times 9.81 \left(1 + \frac{25}{273}\right)} \times \left(1 + 4.68\right)$$

$$p_i = 0.12 \text{ mca}$$

a) A la salida (p_s)

❖ Área a la salida (A_s)

Se considera el área de los cuatro pares de ventanas de las celdas de transformación, así:

$$A_s = 4(0.3 \times 0.7 + 0.3 \times 0.6) \times 0.7 = 1.092 \text{ m}^2$$

(0.7 = factor de reducción del área)

Velocidad (v_s)

$$V_s = \frac{\phi_s}{A_s} = \frac{24.77}{1.092 \times 60} = 0.378 \text{ m/seg}$$

❖ Factores de pérdidas a la salida (f_{ps})

$$f_{ps} = 0.55$$

❖ Pérdida a la salida (p_s)

$$p_i = \frac{v_s^2}{2g \left(1 + \frac{t_s}{273}\right)} \times \left(1 + \sum f_{ps}\right)$$

$$p_i = \frac{0.378^2}{2 \times 9.81 \left(1 + \frac{40}{273}\right)} \times (1 + 0.55)$$

$$p_i = 0.01 \text{ mca}$$

b) Pérdidas totales (p_t)

$$p_t = p_{t1} + p_s$$

$$p_t = 0.12 + 0.01 = 0.13 \text{ mca}$$

Cálculo de la potencia del extractor de aire

$$N = \frac{465 \times 10^{-8} \times V(p_t + W)}{\eta \left(1 + \frac{t}{273}\right)}$$

Donde :

$$\eta = \text{eficiencia del extractor} = 0.3$$

$$V = \text{volumen de aire a la salida (m}^3/\text{h)} = 1486.2 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$P_t = 0.13 \text{ mca}$$

$$t = 25^\circ\text{C}$$

$$W = \frac{v_a^2}{2g \left(1 + \frac{t}{273}\right)}$$

$$V_a = \text{velocidad del aire a la salida (m/s)}$$

Siendo el diámetro del ventilador de 0.45 m, El área de salida A_{sv} será:

$$A_{sv} = \frac{0.45^2 \times \pi}{4} = 0.159 \text{ m}^2$$

$$V_a = \frac{24.77}{0.159 \times 60} = 2.596 \text{ m/s}$$

$$W = \frac{2.596^2}{2 \times 9.81 \left(1 + \frac{25}{273}\right)} = 0.315$$

$$N = \frac{465 \times 10^{-8} \times 1486 \times 2(0.13 + 0.315)}{0.3 \left(1 + \frac{25}{273}\right)} = 9.39^{-8} \text{ HP}$$

Lo que muestra que la selección de un extractor de $\frac{1}{4}$ HP de potencia es suficiente.

CAPÍTULO III

ESPECIFICACIONES DE BANCO AUTOMATICO DE CONDENSADORES DE 700 kVAR

3.1 CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA.

La propuesta corresponde al suministro e instalación de un sistema de compensación de energía reactiva, el cual instalado en el sistema eléctrico permitirá corregir el factor de potencia.

3.2 CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA POR GRUPOS.

Consiste en corregir localmente el factor de potencia de grupo de carga con características de funcionamiento similares, instalando una batería de consideración dedicada.

Este método permite el compromiso entre una solución económica y el funcionamiento correcto de la instalación, ya que solamente la línea queda abajo del punto en el cual esta instalada la batería de condensadores debe dimensionarse teniendo en cuenta la potencia reactiva absorbida por las cargas.

3.3 CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA CENTRALIZADO.

El perfil de funcionamiento diario de las cargas tiene una importancia fundamental en la elección del tipo de conexión del factor de potencia más conveniente.

En instalaciones en las que no todas las cargas funcionan al mismo tiempo y/o en las que algunas cargas están conectadas solo durante pocas horas al día, es evidente que la solución de la corrección del factor de potencia individual resulta demasiado onerosa ya que muchos de los condensadores instalados estarían sin utilizar largos periodos de tiempo.

En el caso de Instalaciones con muchas cargas que trabajan en forma discontinua, con lo que se tiene una elevada potencia instalada y una absorción promedio de energía por parte de las cargas que funcionan simultáneamente bastante reducida la utilización de un sistema de corrección del factor de potencia individual en el origen de la instalación permite reducir considerablemente la potencia global de los condensadores instalados.

En la corrección del factor de potencia centralizado generalmente se utilizan unidades automáticas con baterías divididas en varios escalones, instaladas en los cuadros principales de distribución; la utilización de una batería conectada permanentemente es posible solo si la absorción de energía reactiva es suficientemente regular durante el día.

La principal desventaja de la solución centralizada es que las líneas de distribución de la instalación, aguas abajo del dispositivo de corrección del factor de potencia, deben dimensionarse considerando la potencia reactiva total absorbida por las cargas.

3.4 INTERRUPTORES PARA LA PROTECCIÓN Y MANIOBRA DE BATERÍA DE CONDENSADORES

Los interruptores automáticos para la protección y la maniobra de baterías de condensadores en BT deben cumplir las siguientes condiciones:

- 1.- Soportar las sobre corrientes transitorias que se presentan en la cohesión y la desconexión de la batería; en particular, los relés instantáneos magnéticos y electrónicos no deben intervenir con dichas corrientes de cresta;
- 2.- Soportar las sobre corrientes periódicas o permanentes debidas a los armónicos de tensión y a las tolerancias (+15%) del valor asignado de la corriente absorbida por la batería;
- 3.- Realizar un elevado número de maniobras en vacío y bajo carga a una frecuencia incluso elevada.
- 4.- Estar coordinadas con los eventuales aparatos de maniobra (contactores)

Además, el poder de cierre y de corte del interruptor automático debe ser apropiado al nivel de cortocircuito de la instalación.

Las normas IEC 60831-1 y 60931-1 afirman que:

- ❖ Los condensadores deben poder funcionar en condiciones de régimen con una corriente de hasta el 130% de su corriente asignada del mismo (debido a la posible presencia de armónicos de tensión en la red)
- ❖ Se admite una tolerancia del + 15% sobre el valor de la capacidad.

Por consiguiente la corriente máxima que puede ser absorbida por la batería de condensadores I_{cmax} es:

Por lo que:

$$I_{cmax} = 1.3 \cdot 1.15 \cdot \frac{Q_c}{\sqrt{3} \cdot U_r} = 1.5 \cdot I_c \quad (8)$$

- ❖ La corriente asignada del interruptor automático deberá ser superior a $1.5 \cdot I_r$
- ❖ La regulación de la protección contra la sobrecarga deberá ser igual $1.5 \cdot I_r$

La conexión de una batería de condensadores es comparable a un cierre en cortocircuito; está asociada a corrientes transitorias con frecuencia elevada (1+15Khz), de corta duración (1+3 ms) y con cresta elevada (25+200I_r)

Por lo que:

- ❖ El interruptor automático deberá tener un poder de cierre adecuado.
- ❖ La regulación de la protección instantánea contra cortocircuito no deberá provocar disparos intempestivos.

La segunda condición por lo general se cumple:

- ❖ Para los relés termo magnéticos, regulando la protección magnética en valores no inferiores a $10 \cdot I_{cmax}$
- ❖ Para los relés electrónicos se debe excluir la protección instantánea contra cortocircuitos ($I_3=OFF$)

$$I_3 \geq 10 \cdot I_{cmax} = 15 \cdot I_{rc} = 15 \cdot \frac{Q_r}{\sqrt{3} \cdot U_r} \quad (9)$$

A continuación se indican las tablas de selección de los interruptores automáticos, para definir la versión en función del poder de corte requerido, se remite al tomo 1 Cap. 3.1 “Características Generales”

En las tablas han sido utilizados los siguientes símbolos (se refieren a los valores máximos)

- ❖ I_nCB = Corriente asignada del relé de protección (A)
- ❖ I_{rc} = Corriente asignada de la batería de condensadores conectada (A)
- ❖ Q_c = Potencia de la batería de condensadores que puede conectarse
- ❖ (kvar) referida a las tensiones indicadas y a una frecuencia de 50Hz
- ❖ N_{mech} = Número de maniobras mecánicas
- ❖ F_{mech} = Frecuencia de maniobra para las maniobras mecánicas (op/h)
- ❖ N_{el} = Número de maniobras eléctricas referidas a una tensión de 415 V para los interruptores automáticos en caja moldeada Tmax y SACE Isomax (Tablas 5 y 6) y de 440V para los interruptores automáticos abiertos de la familia Emax (tabla 7)
- ❖ f_{el} = Frecuencia de maniobra para las maniobras eléctricas (op/h)

Tabla 5: Tabla de elección interruptores automáticos en caja moldeada Tmax

Tipo CB	I_{cs}	I_c	Q_c [kvar]				N_{mech}	t_{mech}	N_d	t_d
	[A]	[A]	400 V	440 V	500 V	690 V		[op/h]		[op/h]
T1 B-C-N 160	160	107	74	81	92	127	25000	240	8000	120
T2 N-S-H-L 160*	160	107	74	81	92	127	25000	240	8000	120
T3 N-S 250*	250	167	115	127	144	199	25000	240	8000	120
T4 N-S-H-L-V 250	250	167	115	127	144	199	20000	240	8000	120
T4 N-S-H-L-V 320	320	213	147	162	184	254	20000	240	6000	120
T5 N-S-H-L-V 400	400	267	185	203	231	319	20000	120	7000	60
T5 N-S-H-L-V 630	630	420	291	320	364	502	20000	120	5000	60

* Para la ejecución extraíble, desclasificar del 10% la potencia máxima de la batería de condensadores

Tabla 6: Tabla de elección interruptores automáticos en caja moldeada SACE Isomax S

Tipo CB	I_{cs}	I_c	Q_c [kvar]				N_{mech}	t_{mech}	N_d	t_d
	[A]	[A]	400 V	440 V	500 V	690 V		[op/h]		[op/h]
S6 N-S-H-L 800	800	533	369	406	462	637	20000	120	5000	60
S7 S-H-L 1250	1250	833	577	635	722	996	10000	120	7000	20
S7 S-H-L 1600	1600	1067	739	813	924	1275	10000	120	5000	20
S8 H-V 2000	2000	1333	924	1016	1155	1593	10000	120	3000	20
S8 H-V 2500	2500	1667	1155	1270	1443	1992	10000	120	2500	20
S8 H-V 3200	3200	2133	1478	1626	1847	2550	10000	120	1500	10

Tabla 7: Tabla de elección interruptores automáticos abiertos SACE Emax

Tipo CB	I_{cs}	I_c	Q_c [kvar]				N_{mech}	t_{mech}	N_d	t_d
	[A]	[A]	400 V	440 V	500 V	690 V		[op/h]		[op/h]
E1 B-N	1250	834	578	636	722	997	25000	60	10000	30
E2 B-N	1250	834	578	636	722	997	25000	60	15000	30
E2 B-N	1600	1067	739	813	924	1275	25000	60	12000	30
E2 B-N	2000	1334	924	1017	1155	1594	25000	60	10000	30
E3 N-S-H	1250	834	578	636	722	997	20000	60	12000	20
E3 N-S-H	1600	1067	739	813	924	1275	20000	60	10000	20
E3 N-S-H	2000	1334	924	1017	1155	1594	20000	60	9000	20
E3 N-S-H	2500	1667	1155	1270	1444	1992	20000	60	8000	20
E3 N-S-H	3200	2134	1478	1626	1848	2550	20000	60	6000	20
E4 S-H	3200	2134	1478	1626	1848	2550	15000	60	7000	10
E6 H-V	3200	2134	1478	1626	1848	2550	12000	60	5000	10

3.5. CONDENSADORES CLMD

3.5.1. Condensadores CLMD, 480 V, 60 Hz

Condensadores Trifásicos, dieléctrico seco, con resistencia de descarga, uso interior, IP42 ,bajas pérdidas 0.2 W/kVAR, Temperatura de -25 a + 55°C. Norma IEC 831-1, **ABB Jumet / Bélgica**

Código	Descripción	Modelo
38010002	Condensador 10 KVAR	CMLD 13
38010006	Condensador 15 KVAR	CMLD 13
38010008	Condensador 20 KVAR	CMLD 43
38010010	Condensador 25 KVAR	CMLD 43
38010012	Condensador 30 KVAR	CMLD 53
38010014	Condensador 40 KVAR	CMLD 63
38010016	Condensador 50 KVAR	CMLD 63
38010018	Condensador 60 KVAR	CMLD 63

Cuadro: Modelos y Potencias de condensadores en ABB

Al ser la potencia reactiva mayor que 100 kVAR, se opta por plantear una solución al problema mediante la instalación de un banco de capacitadores regulados en forma automática y adicionalmente realizar compensación individual a las máquinas de mayor potencia, como se puede apreciar en el diagrama unificar mostrado.

La propuesta planteada fue la siguiente:

3.6 TABLERO BC-TF1

Tablero de Condensadores BC-TF1 de 700 kVAR, de compensación automática, de dimensiones 900 x 950 x 2200 m.m.. El lado izquierdo adosado al tablero de distribución principal y provista de sus pernos de

unión. La tapa lateral derecha provista con secciones de malla para permitir el enfriamiento de los capacitadores.

Para el montaje de fusibles y contactores, se tienen previstas, dos placas metálicas frontales. Los capacitadores serán montados en la parte posterior de la placa dispuestos en dos repisas.

El tablero estará compuesto de:

- ❖ Un interruptor termo magnético de 3X1800 amperios 40 KA., trifásico 440 V
- ❖ Un banco de capacitores fijos de 15 kVAr.
- ❖ Cinco juegos de portafusibles y fusibles NH de 63 amperios
- ❖ Cuatro bancos de capacitores regulación de 15 kVAr.
- ❖ Un banco de capacitores para regulación fina de 12 kVAr
- ❖ Un relé de factor de potencia
- ❖ Accesorios varios como aisladores, barras de 60 x 6 mm², cables con terminales, fusibles para el control, borneras, etc.

El tablero para compensación individual, será de dimensiones aproximadas 600 x 600 x 1,800 mm, como lateral derecho provista con secciones de malla para el enfriamiento de los capacitares, provisto con una placa frontal de montaje de contactores.

Dicho tablero estará compuesto por:

- ❖ Dos bancos de capacitores de 15 kVAr (Molino 1 y 2)

- ❖ Dos contactores
- ❖ Cuatro bancos de capacitores de 6 kVAr (molinos mezcladores 1,2 y 3)
- ❖ Cuatro contactores
- ❖ Cuatro relés auxiliares con dos contactos NA
- ❖ Seis juegos de fusibles y portafusibles de 6 amperios
- ❖ Accesorios varios como cable, terminales y borneras.

Compensación individual de 9 kVAr para mezcladora y será instalado en el gabinete y está compuesto de lo siguiente :

- ❖ Un contactor
- ❖ Un banco de condensadores de 9 kVAR
- ❖ Un relé auxiliar con dos contactos NA
- ❖ Un juego de fusibles y porta fusibles
- ❖ Un contactor
- ❖ Un banco de condensadores de 9 kVAr
- ❖ Un relé auxiliar con dos contactos NA
- ❖ Un juego de fusibles y porta, fusibles DZ
- ❖ Accesorios varios como perfiles y placa de montaje, cables, terminales, bomeras, etc.

3.7 BANCO AUTOMÁTICO DE CONDENSADORES 700 kVAR EN 440V

Se diseñará de acuerdo a la potencia y tensión solicitada, distribuidos en 12 bancos con elementos de mando en 220VAC., provisto de un regulador de factor de potencia e interruptor termo magnético general; se ubicará al lado

del tablero de distribución TF1, en la sub estación en B.T., y se fijara al piso con pernos de expansión.

El banco se conectará desde su interruptor general hasta las barras del tablero de distribución TF1 con 3 ternas de cable NYY 3x1x185 mm², para una distancia aproximada de 4 mts. Se usará el ducto a construir para el pase de los cables.

Considerar materiales para la instalación tales como terminales de compresión, cintas aislantes, cintillos y otros consumibles.

3.8 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SUMINISTRO ELÉCTRICO DE EMERGENCIA

3.8.1 Grupo Diesel Eléctrico

El proyecto contempla para el sistema de energía, el suministro e instalación de un grupo diesel eléctrico, tipo encapsulado, para montaje a intemperie, con chasis tipo patín, del tipo de acoplamiento directo, cubierta metálica de protección y consumo de petróleo diesel N° 2, equipados con los siguientes elementos:

- ❖ Baterías incorporadas.
- ❖ Resilentes antivibratorios entre moto-generador y chasis.
- ❖ Silenciador residencial montado sobre grupo con tubería de escape flexible.

Los grupos comprendidos en el proyecto, instalados en una Planta de Fuerza, ubicada en el sótano del Edificio, serán destinados a:

a) Grupo Diesel Eléctrico, (460 Voltios), que soportará la carga en emergencia con un rango de 100%.

Los equipos de fuerza motriz que quedarán en operación en situaciones de emergencia, serán regulados y limitados, mediante un sistema de control automatizado, en función a las necesidades del Propietario.

Asimismo, el motor y generador de estas unidades tendrán las siguientes características básicas:

Motor

Potencia Efectiva	3280 HP a una altura de operación de 1,000 m.s.n.m.
Velocidad	1,800 rpm
Número de cilindros	12 en V
Tipo	Diesel enfriado por agua o aire
Aspiración	Aspiración natural
Ciclos	4 tiempos
Instrumentos	Horómetro
Indicador de presión de aceite	
Indicador de temperatura de agua	
Filtros	Entrada de aire
	Filtro de petróleo
	Filtro de aceite

Protección	Parada automática por baja presión de aceite y alta temperatura de agua
Regulación	Regulación de velocidad máxima + 3%
Ventilación	Ventilación con radiador tipo soplador
Generador	
Potencia Efectiva	2180 kVA a una altura de operación de 1,000 m.s.n.m.
Tensión	460 Voltios
Frecuencia	60 Hz.
Velocidad	1,800 rpm.
Factor de potencia	0.8
Fases	Trifásico
Regulación de Tensión	Regulación automática de tensión (+ 1% entre vacío y plena carga balanceada).

3.8.2 Equipos Complementarios

El proveedor del grupo diesel eléctrico, incluirá los siguientes equipos complementarios:

- a) Bomba para llenado de combustible.
- b) Tanque diario de petróleo de 1,000 galones. (dos unidades)
- c) Cargador estático de baterías de 12 VDC que mantienen las baterías operativas para arrancar los motores diesel.

3.8.3 Tableros de Control de Arranque y Parada Automática

Los tableros de control de arranque y parada automática de los grupos montados sobre sus respectivos generadores, incluirán los siguientes elementos:

- a) Ordenador de arranque y parada manual del motor diesel de 12 VDC, con las siguientes características:
 - ❖ Capacidad de arranque de tres intentos para el motor diesel.
 - ❖ Relé de tiempo regulable entre 0 y 10 seg. para arranque del motor diesel.
 - ❖ Relé de tiempo regulable entre 0 - 5 minutos para apagar el motor diesel, luego de restablecido el suministro de Luz del Sur S.A.
- b) Sensor de la tensión de servicio del grupo electrógeno con la finalidad de poder graduar la caída de tensión normal entre 70 y 100%.
- c) Sensores para recibir y dar señales hacia el exterior del grupo, vinculados a operaciones y mandos de los grupos.
- d) Panel de señalización y control constituido por los siguientes accesorios y lámparas:
 - ❖ Conmutador para posiciones de apagado manual, automático y prueba.
 - ❖ Lámpara verde indicadora de tensión de la red.
 - ❖ Lámpara roja indicadora de tensión del grupo de emergencia.
 - ❖ Lámpara roja indicadora de falla del motor por temperatura.

- ❖ Lámpara roja indicadora de falla del motor por baja presión de aceite.
 - ❖ Lámpara roja indicadora de falla del motor por sobre velocidad del grupo.
 - ❖ Lámpara roja indicadora de falla del motor por arranque del grupo.
 - ❖ Lámpara roja indicadora de falla del motor por falta de tensión en el generador.
 - ❖ Lámpara roja indicadora de falla por sobrecarga del grupo electrógeno.
- e) Voltímetro y amperímetro, con sus respectivos conmutadores, frecuencímetro e interruptor de protección tipo termomagnético sin fusibles, para 480 Voltios y 22 kAmp. de poder de ruptura como mínimo.

4.2.1 Tarifas 2E2P

Tarifas horarias con doble medición de energía y contratación o medición de dos potencias. En esta clasificación se ubican la MT2 y BT2. Se caracteriza por:

Medición de energía activa consumida en horas punta (HP) y fuera de punta (FP) con un costo diferenciado del kW-h

$$EAHP = \text{Consumo HP} \times \text{Precio del kW-h HP}$$

$$EAFP = \text{Consumo FP} \times \text{Precio del kW-h FP}$$

Existen tres modalidades para la máxima demanda:

- 1) Contratación de potencia en horas punta y contratación de potencia fuera de punta:

$$\begin{array}{l} \text{Cargo demanda máxima} \\ \text{en hora punta (DMHP)} \end{array} = \begin{array}{l} \text{Demanda contratada} \\ \text{promedio en H.P.} \end{array} \times \begin{array}{l} \text{Precio del kW} \\ \text{H.P.} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Cargo por exceso de} \\ \text{Demanda fuera de} \\ \text{Punta (EDFP)} \end{array} = \begin{array}{c} \left(\begin{array}{cc} \text{Potencia} & \text{Potencia} \\ \text{contratada} & - \text{contratada} \\ \text{H.P.} & \text{F.P.} \end{array} \right) \times \begin{array}{l} \text{Precio de exceso} \\ \text{del kW} \end{array} \end{array}$$

- 2) Medición de la demanda en horas punta y contratación de potencia en horas fuera de punta:

Cargo demanda máxima Demanda máxima medida Precio del kW
 En hora punta (DMHP) = promedio en H.P. X H.P.

Cargo por exceso de $\left[\begin{array}{cc} \text{Potencia} & \text{Demanda máxima} \\ \text{contratada} & - \text{medida promedio} \end{array} \right]$ Precio de
 Demanda fuera de = $\left[\begin{array}{cc} \text{F.P.} & \text{H.P.} \end{array} \right]$ X del kW
 Punta (EDFP) de exceso

3) Medición de demanda en horas punta y medición de demanda en horas de punta:

Cargo demanda máxima Demanda máxima medida Precio del kW
 En hora punta (DMHP) = promedio en H.P. X H.P.

Cargo por exceso de $\left[\begin{array}{cc} \text{Demanda máxima} & \text{Demanda máxima} \\ \text{medida promedio} & - \text{medida promedio} \end{array} \right]$ Precio
 Demanda fuera de = $\left[\begin{array}{cc} \text{F.P.} & \text{H.P.} \end{array} \right]$ X del kW
 Punta (EDFP) de exceso

No se cobrará cargo por energía reactiva hasta un 30 % de la energía activa consumida.

4.2.3 Tarifas 2E1P

Tarifas con doble medición de energía y una contratación o medición simple de la potencia. En esta clasificación se ubican la MT3 y BT3.

Medición de la energía activa consumida e horas punta y fuera de punta

Cargo energía activa	Consumo	Precio del kW -h
En hora punta	(EAHP) =	H.P. X H.P.

Cargo energía activa	Consumo	Precio del kW -h
Fuera de punta	(EAFP) =	F.P. X F.P.

Las modalidades de facturación de la potencia incorporan una clasificación del consumo del usuario, según sea el grado de utilización de la potencia en horas de punta o fuera de punta.

El consumo del usuario será calificado como “De Punta” cuando :

$$\frac{\text{Energía consumida en H.P.}}{\text{Demanda màxi max150}} \geq 0.5$$

En horas punta : MT3A ó BT3A

En horas fuera de punta : MT3B ó BT3B

4.3 MODALIDADES DE FACTURACIÓN

4.3.1 Contratación de potencia

Cargo por demanda máxima = Potencia contratada x Precio del kW

❖ Máxima demanda leída

Cargo demanda máxima promedio = Demanda máxima medida X
Precio del kW

❖ Energía reactiva

$$\begin{array}{l} \text{Carga por exceso} \\ \text{De energía eléctrica} \end{array} = \left[\begin{array}{l} \text{Consumo de} \\ \text{energía} \\ \text{Reactiva} \end{array} - 0.3 \times \left[\begin{array}{l} \text{Consumo de} \\ \text{energía} \\ \text{activa} \end{array} \right] \right] \times \begin{array}{l} \text{Precio del} \\ \text{kVar} \\ \text{de exceso} \end{array}$$

4.2.3. Tarifas 1E1P

Tarifas con una medición de energía activa y una medición de máxima demanda. En esta clasificación se ubican la MT4 y BT4

Medición energía activa consumida:

$$\text{Carga energía activa} = \text{Consumo de energía activa} \times \text{Precio del kW} - h$$

Se clasifica al usuario como “De Punta” o “Fuera de Punta” y como cargo de facturación la potencia contratada o la máxima demanda medida. No se efectuará cargo por energía reactiva las 30 % de la energía activa consumida.

Todo lo descrito, está basado en el marco legal de las tarifas eléctricas y en la resolución de la comisión de las tarifas eléctricas N° 001-93 P/CTE. Cabe indicar que existen casos reales en los cuales seleccionando una tarifa eléctrica adecuada a una mayor tensión, el tiempo de retorno de la inversión para la infraestructura de una subestación eléctrica no excede de los 10 meses de ahorro generado por la diferencia de costos.

CAPÍTULO V
EVALUACION DE COSTOS

- 5.1 CONSUMO HISTORICO DE LA PLANTA EN 220 V.**
- 5.2 CUADRO DE RETORNO DEL ANALISIS DE LA INVERSION**

5.2. CUADRO DE RETORNO DEL ANALISIS DE LA INVERSIÓN

1. MATERIALES

ITEM	CANT.	UNID.	DESCRIPCION	P. UNITARIO	SUB TOTAL
1	1,00	UND	TABLERO DISTRIBUCIÓN TF1-480V	93.591,00	93.591,00
2	1,00	Unid.	BANCO AUTOMATICO DE CONDENSADORES 700	63.000,00	63.000,00
3	1,00	Unid.	TRANSFORMADOR 2.5 MVA 10/0.48 KV	45.000,00	45.000,00
4	60,00	Mts.	CABLE NYY 3-1X240 MM2	150,00	9.000,00
5	1,00	Unid.	REGULADOR AUTOMATICO DE F.P.	1.500,00	1.500,00
6	1,00	Unid.	SECCIONADOR UNIPOLAR 12 KV-400A	750,00	750,00
7	1,00	Unid.	INTERRUPTOR DE 400A-12KV,R-150A	900,00	900,00
8	3,00	Unid.	TRANSFORMADORES DE CORRIENTE 150/5 15V,	100,00	300,00
9	1,00	Unid.	KIT DE CINTAS Y CINTILLOS	150,00	150,00
10	1,00	Unid.	KIT DE PERNERIA DE FIJACIÓN	100,00	100,00

SUB TOTAL 1 214.291,00

2. MANO DE OBRA

CANT. DIAS FACT.

1,00	10,00	###	SUPERVISOR	120,00	1.200,00
4,00	10,00	###	TECNICOS	80,00	4.800,00
4,00	10,00	###	AYUDANTE	50,00	3.000,00

SUB TOTAL 2 9.000,00

3. GASTOS OPERATIVOS

CANT. FACTOR

4,00	1,00	MOVILIDADES EN CAMIONETA	200,00	800,00
2,00	1,00	MOVILIDADES LOCALES	35,00	70,00
1,00	1,00	TRASLADO DE TABLERO Y EQUIPOS	400,00	400,00
1,00	1,00	PROTOCOLO DE PRUEBAS	300,00	300,00

SUB TOTAL 3 1.570,00

4. COSTO	224.861,00
5. GASTOS GENERALES Y UTILIDAD (15 %)	33.728,03
6. VALOR DE VENTA	S/. 258.589,03
7. IMPUESTOS (19%)	S/. 49.131,92
8. PRECIO TOTAL	S/. 307.720,95

CONSUMO PROMEDIO MENSUAL ACTUAL S/. 165.431,00

NUEVO CONSUMO PROYECTADO CON UN AHORRO DE 30 % S/. 115.802,00

AHORRO MENSUAL S/. 49.629,00

RETORNO DE LA INVERSIÓN 6 MESES Y 6 DIAS.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

1. Se acepta que el sistema con servicio de 440V debido a que la mayoría de la carga es inductiva (Motores de Inducción) es más económico que trabajar en 220V porque se reduce la punta del diagrama de carga.
2. Se determinó la conveniencia de invertir en el cambio de alimentación porque el análisis de Diagrama de carga, el consumo resulta más conveniente.
3. Para reducir el registro del consumo de energía reactiva de Motores y transformadores se instalará un Banco de condensadores automático.
4. El análisis de costos no es tan preciso por que el sistema de información proporcionado por la empresa no tenía registradores y no se detalla parámetros importantes.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda usar Métodos modernos de registro de Mantenimiento de Motores eléctricos para poder monitorear su eficiencia energética.
2. Para garantizar el ahorro por el cambio de tensión es necesario que la producción mantenga el consumo de energía eléctrica dentro de la horas Fuera de Punta. .
3. Se recomienda hacer un control efectivo en el arranque de motores.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Electrical Installation Handbook, Electrical Devices Volumen II. ABB SACE.
- 2) Electrical Installation Handbook, Protection and Control Devices Volumen I. ABB SACE.
- 3) Manual de las Instalaciones de Distribución de Energía Eléctrica BBC Brown Boveri.
- 4) Manual Electrotecnico Telesquemario. Schneider Electric.
- 5) Manual de Instalaciones de Distribución de Energía. **Jeans Schweltzer.**
- 6) Manual de Electricidad para Ingeniero Ed 11 Barcelona España. Fink Donal G.
- 7) Ahorro de Energía Universidad Católica. A. Eduardo Ismodes C.
- 8) Estudios de Mejoramiento del Factor de Potencia. **Cessar palleti.**
- 9) Manual del Instalador de Baja Tension. Siemens

ANEXOS

1.-PLANOS

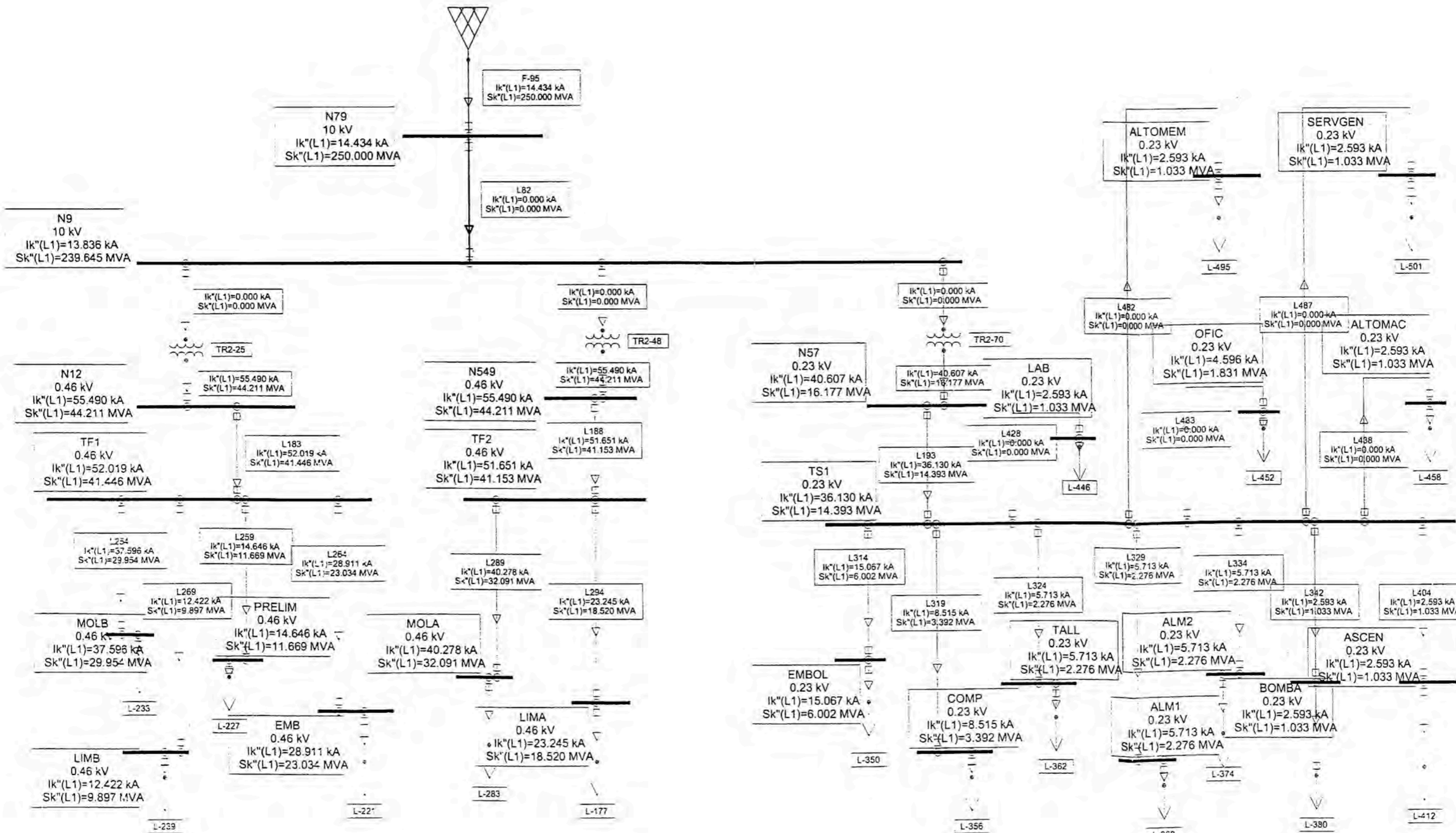
Plano 01 : Disposición Mecánica de Equipos en Sub Estación Eléctrica de los tableros de baja tensión.

Plano 02 : Disposición de Equipos en Tablero de Media Tensión.

Plano 03 : Diagrama unifilar del proyecto final

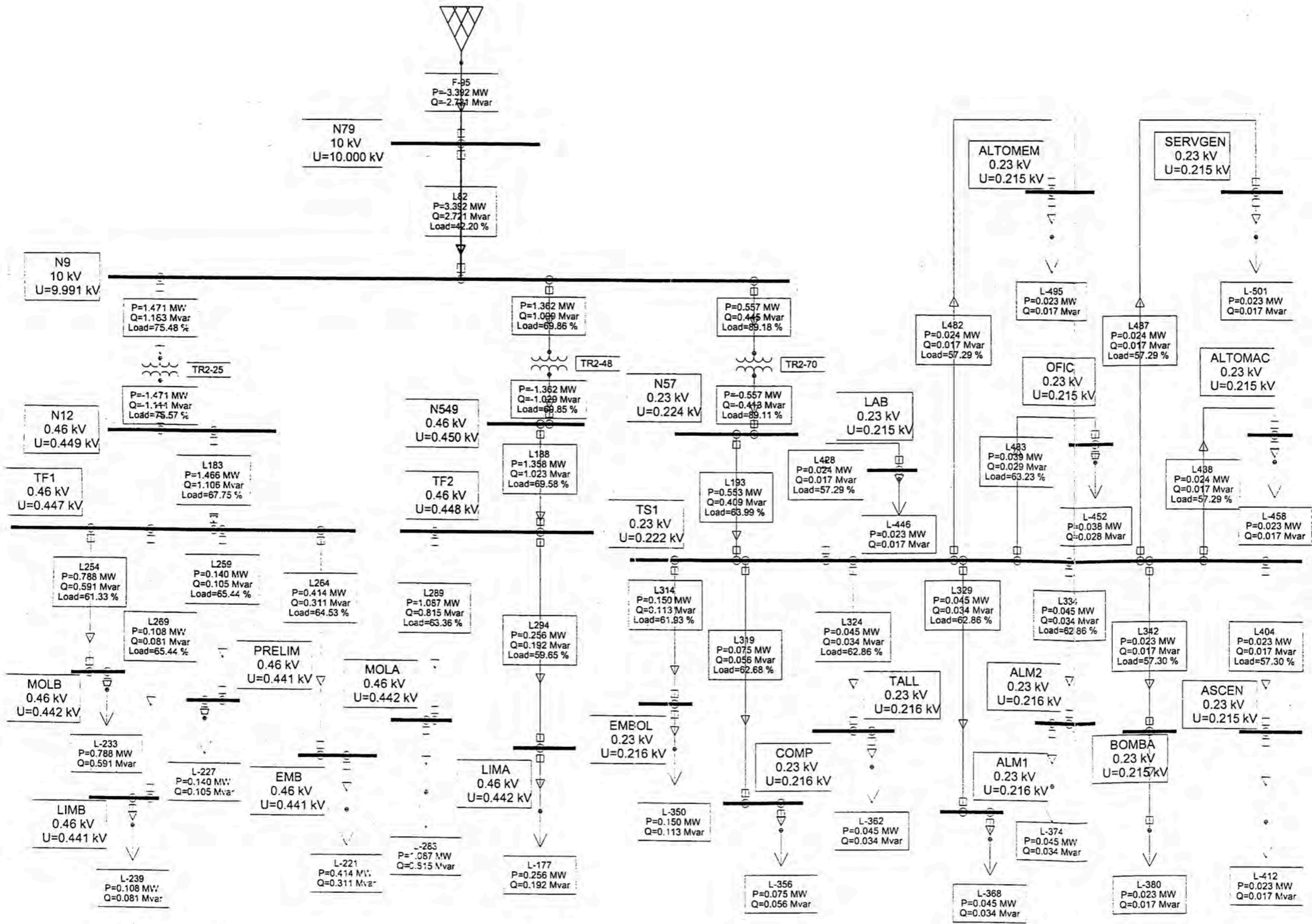
Plano 04 : Diagrama de cortocircuito proyecto final

Plano 05 : Diagrama de flujo de potencia de proyecto final



PLANTA

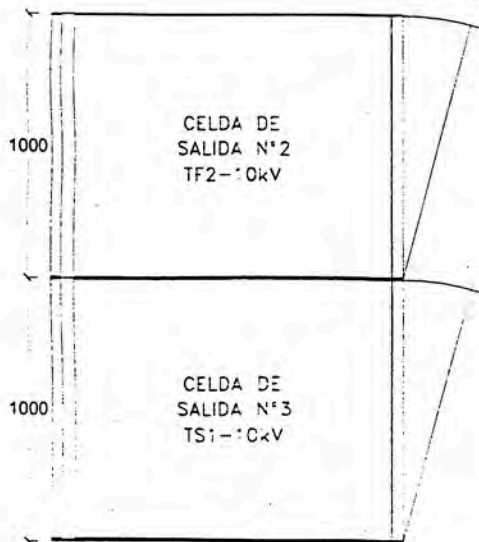
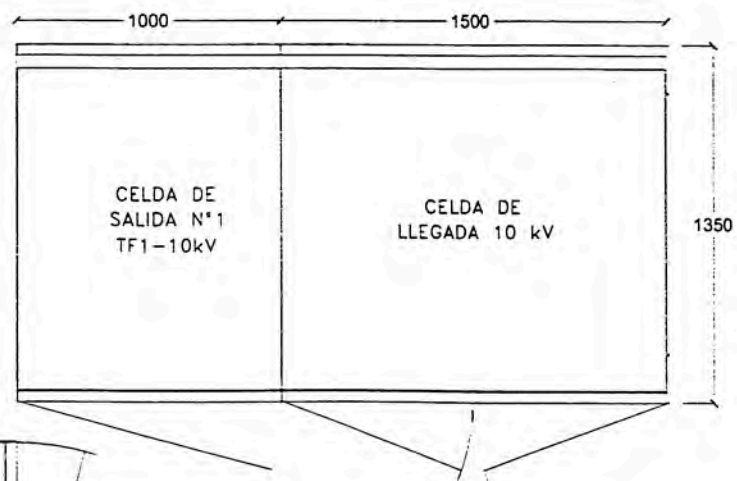
COORD.	COORDINADO	FECHA	REVISOR	N.º PLANO
DB	DIBUJO	14/02/20	APROBADO	CO N.º
FECHA	FECHA	FECHA	ESCALA	



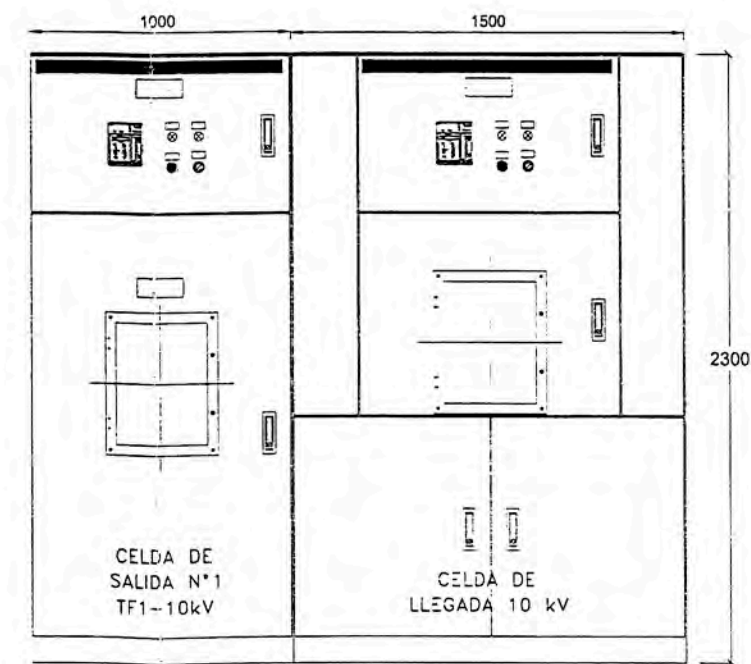
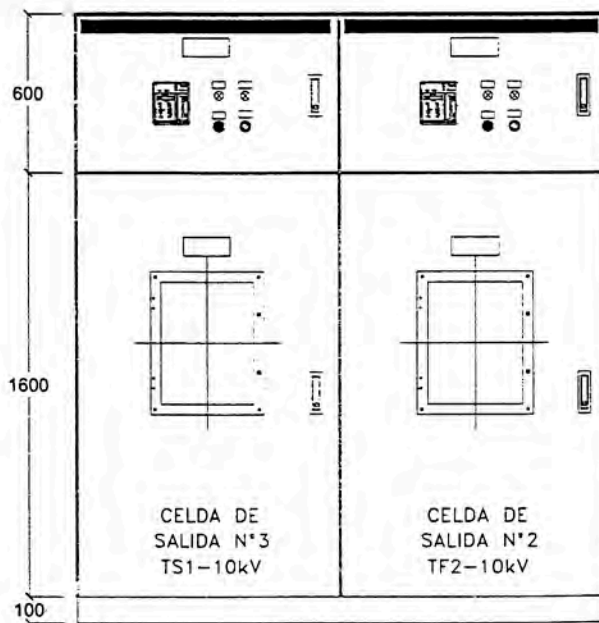
PLANTA
TITULO1
TITULO2

COORDINADOR	REVISOR	PLANO
CO	CO	Nº
DIBUJANTE	APROBADO	FECHA
FECHA	ESCALA	


DISPOSICION FISICA



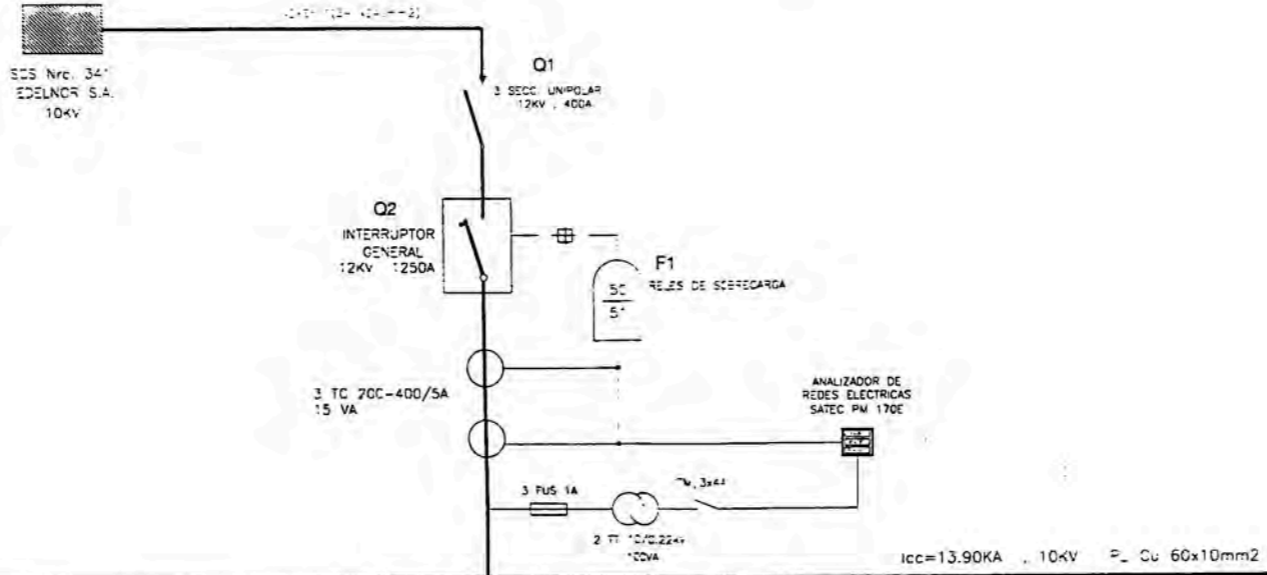
VISTA DE PLANTA



VISTA FRONTAL

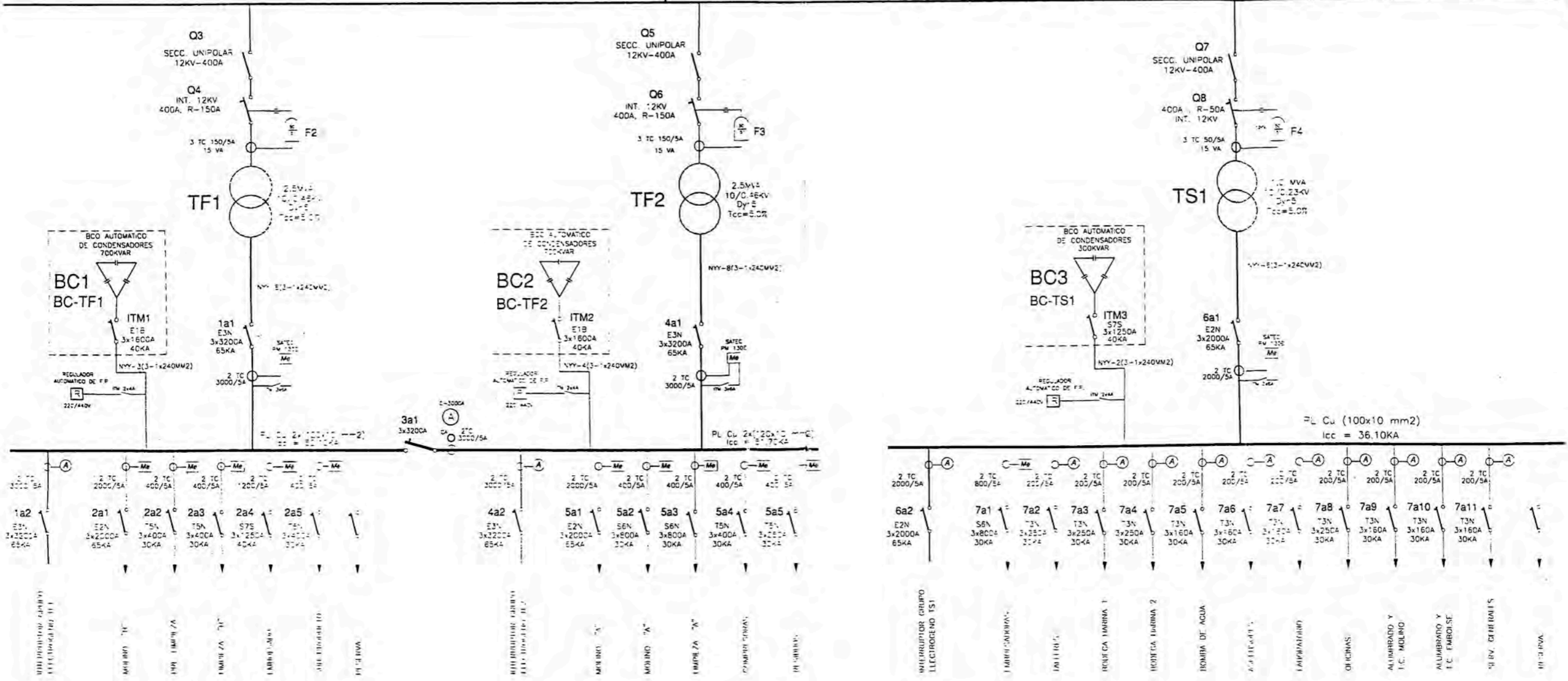
Proyecto: 43 Modulo: Tipo de Obra: Mecanica Fecha:	Dibujo: Revisado: Aprobado:		Proyecto: MODERNIZACION DE SUB ESTACION ELECTRICA	Tipo: VISTA MECANICA CELDAS DE LLEGADA Y SALIDAS, EN 10 kV, 60 Hz.	Fecha: 18-02-07 Escala: 1:1	N° Pto: Orden de Trabajo:	N° de Hoja: 3 Lista de Aparatos: DE-VM 03
---	-----------------------------------	---	--	--	--------------------------------	------------------------------	--

Este documento es propiedad de la empresa contratada y no puede ser copiado, comunicado, o prestado a terceros sin el consentimiento escrito de la empresa contratada.



LEYENDA

	ANALIZADOR DE REDES ELECTRICAS, SATEC PM 170E
	VEEDOR DE ENERGIA, SATEC PM 130E
	INTERRUPTORES DE M.1 (10KV)
	INTERRUPTORES DE B.1 (440 - 220 V)

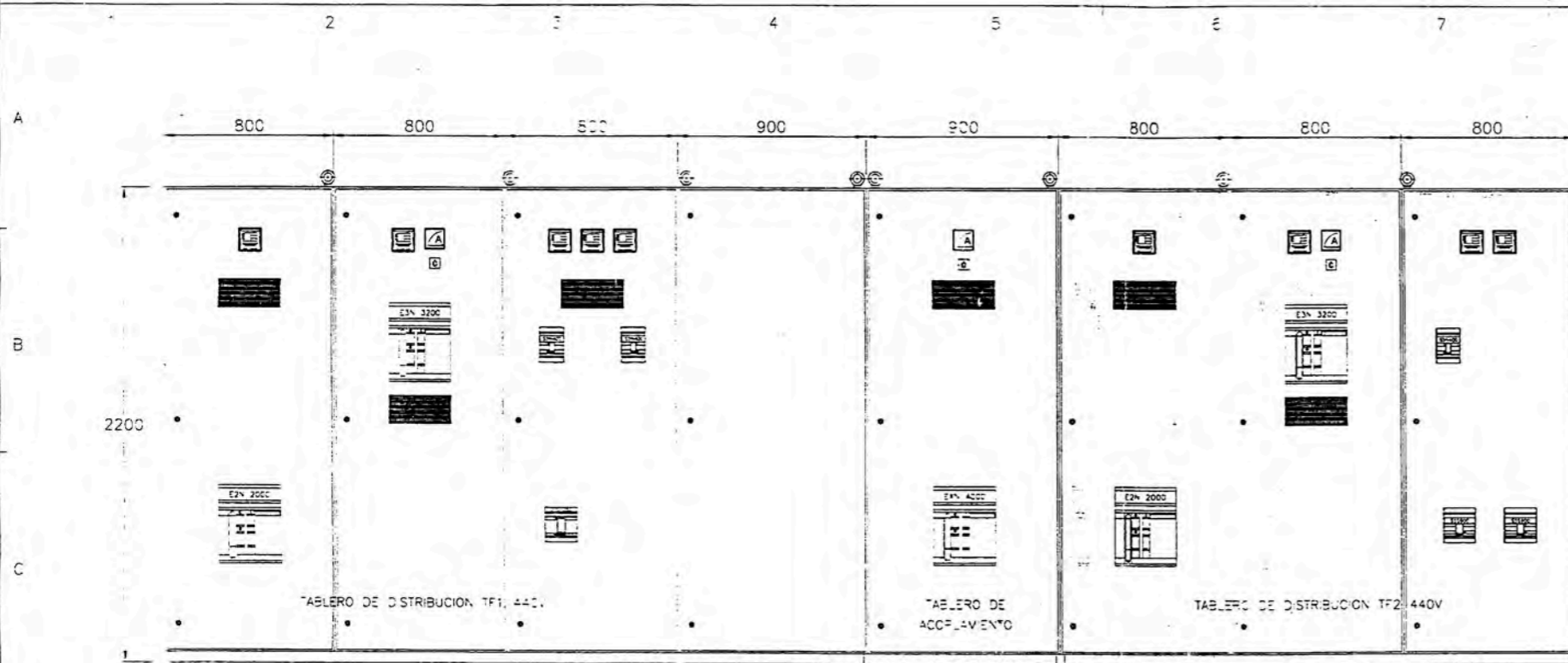


804 KW

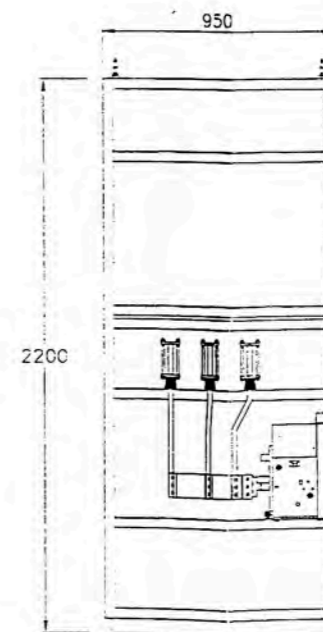
PLANIA
TITULO I
TITULO II

COORDINADO	REV	REVISO	FECHA
DIBUJO	APROB	APROB	CO
FECHA	ESCALA		

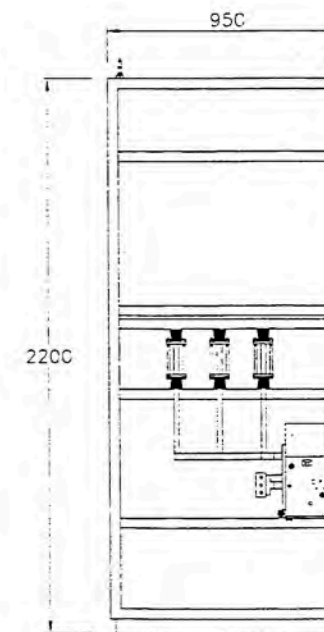
DISPOSICION FISICA TF1 Y TF2



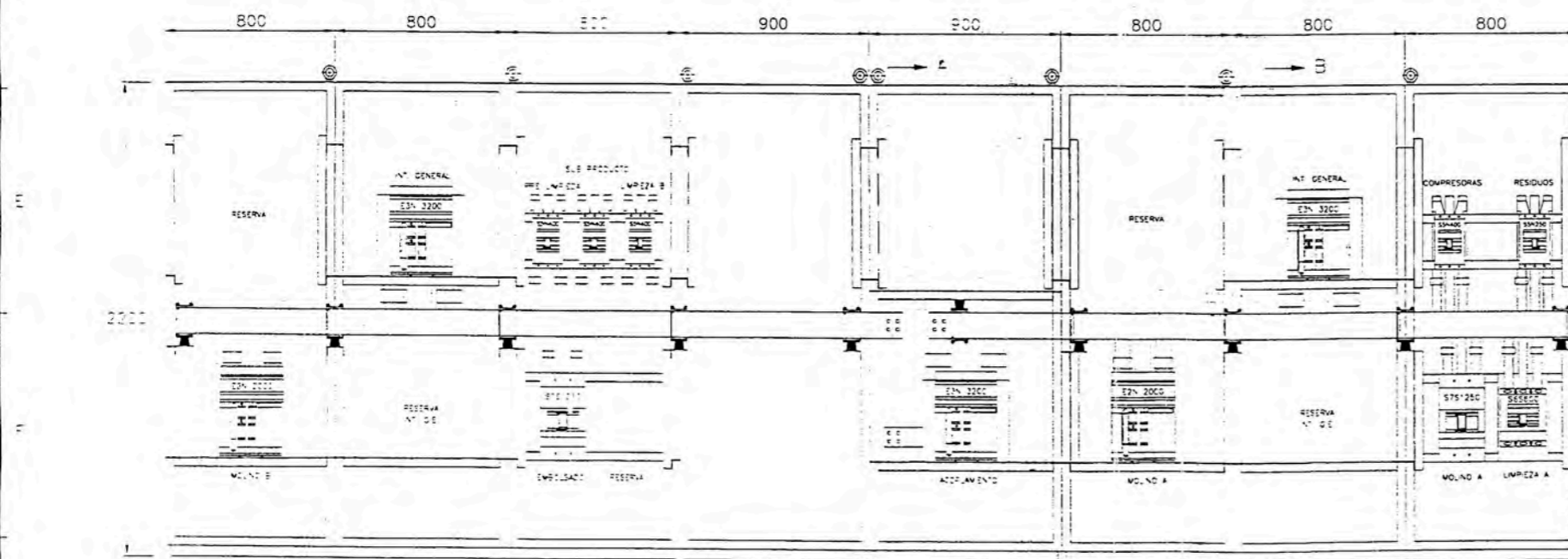
VISTA FRONTAL



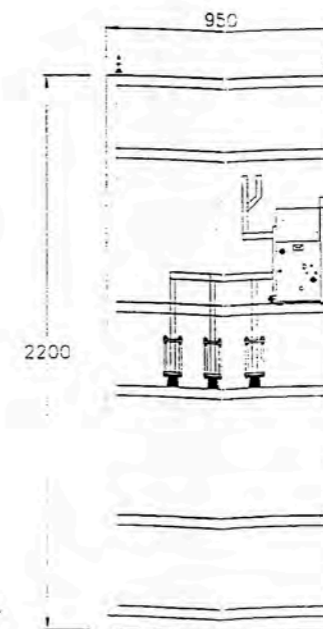
CORTE A - A
VISTA BORNES INFERIORES
ENTRADA



CORTE A - A
VISTA BORNES SUPERIORES
SALIDA



VISTA FRONTAL SIN PUERTA



CORTE B - B

Formato: 01 Modulo: Proyecto: 15-02-07 Estado: S/E	Diseñador: Cliente: Proveedor: 	MODERNIZACION DE SUB ESTACION ELECTRICAS	VISTA MECANICA TABLEROS DE FUERZA TF1, TF2, ACOPLAMIENTO EN 440V	Fecha: 15-02-07 Estado: S/E	N° Proyecto: Orden de Trabajo: N° de Hoja: Estado de Aprobación: DE-VIA 01
---	--	---	---	--------------------------------	---