

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA**



**ESTUDIO DEFINITIVO DE UNA SUBESTACIÓN DE 7,2 MVA,  
10/0,46 kV PARA PLANTA INDUSTRIAL DE PRODUCTOS  
CONGELADOS DE TECNOLÓGICA DE ALIMENTOS S.A.**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR:**

**DANIEL ALFREDO YAYA CAMACHO**

**PROMOCION  
2002-I**

**LIMA – PERU  
2006**

**ESTUDIO DEFINITIVO DE UNA SUBESTACIÓN DE 7,2 MVA, 10/0,46 Kv PARA  
PLANTA INDUSTRIAL DE PRODUCTOS CONGELADOS DE TECNOLÓGICA  
DE ALIMENTOS S.A.**

**A mi familia por su apoyo  
en todo momento en mi  
desarrollo profesional**

## SUMARIO

En el siguiente informe se presentan los puntos necesarios para el diseño de una subestación eléctrica cuya aplicación será alimentar a una planta industrial, se presentan también los criterios de diseño necesarios para definir adecuadamente los equipos y su ubicación dentro del área designada.

Como parte del diseño se presentan las especificaciones técnicas de los suministros, lo cuales serán utilizados para la adquisición final por parte del cliente, dichas especificaciones serán complementadas con las especificaciones técnicas de montaje que servirán para una correcta instalación de la subestación.

Se presentan también los cálculos justificativos, los cuales se basan en normas nacionales e internacionales y sirven para el diseño y selección de los suministros mas importantes dentro de la subestación.

Finalmente los metrados y presupuestos de todos los equipos utilizados relacionados a la parte electromecánica servirán para extraer información acerca de los costos que se producen en una subestación de las características presentadas.

## INDICE

### CAPITULO I

#### MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1	Descripción General del Estudio	2
1.2	Objetivo del trabajo	2
1.3	Ubicación	2
1.3.1	Condiciones climatológicas	3
1.4	Descripción del Estudio.	3
1.4.1	Ampliación de la subestación existente	4
1.4.2	Alimentador subterráneo hacia la nueva subestación	5
1.4.3.	Nueva subestación	6
1.5	Criterios Básicos de Diseño	8
1.5.1	Generales	8
1.5.2.	Normas y Reglamentos	8
1.5.3	Niveles de aislamiento	9
1.5.4	Niveles de Cortocircuito	9
1.5.5	Tensiones Adoptadas	10
1.5.6	Configuración del sistema	10
1.5.7	Sistema de protección	11
1.5.8	Sistema de mando	12
1.5.9	Sistema de medición	13
1.5.10	Servicios auxiliares	13
1.5.11	Sistema de puesta a tierra	14
1.5.12	Protección contra el medio ambiente	14
1.5.13	Obras civiles	15
1.6	Máxima Demanda	15

### CAPITULO II

#### ESPECIFICACIONES TECNICAS DE SUMINISTRO

2.1	Transformador de potencia (2), 3/3,6 MVA 10/0,46 kV	17
2.1.1	Objeto	17
2.1.2	Normas aplicables	17

2.1.3	Características generales	17
2.1.4	Requerimientos de diseño y construcción	19
2.1.5	Accesorios	25
2.1.6	Acabado del transformador	29
2.1.7	Controles y pruebas	29
2.1.8	Datos técnicos garantizados	31
2.1.9	Planos, diagramas y manuales	32
2.1.10	Embalaje	32
2.1.11	Presentación de ofertas	33
2.1.12	Comparación de ofertas	33
2.1.13	Tolerancias, penalidades y rechazos	34
2.2	Celdas en media tensión	35
2.2.1	Objeto	35
2.2.2	Normas Aplicables	35
2.2.3	Características de la celda	36
2.2.4	Características del equipamiento	39
2.2.5	Equipamiento de las celdas	45
2.2.6	Pruebas	47
2.2.7	Embalaje	47
2.2.8	Información Técnica requerida	48
2.2.9	Garantía	48
2.3	Tableros de distribución en 440V	49
2.3.1	Alcance	49
2.3.2	Normas Aplicables	49
2.3.3	Características generales	49
2.3.4	Características eléctricas	50
2.3.5	Reserva y futuras ampliaciones	50
2.3.6	Prescripciones relativas a la accesibilidad	50
2.3.7	Prescripciones relativas al mantenimiento y servicio	51
2.3.8	Entrada de barras	51
2.3.9	Salida de cables	51
2.3.10	Placa de identificación	51
2.3.11	Placa de características	52
2.3.12	Resistencia anticondensación	52
2.3.13	Iluminación interna	52
2.3.14	Riesgo de incendio	52

2.3.15	Construcción	53
2.3.16	Sistema de barras	54
2.3.17	Cableado, bornes y terminales	55
2.3.18	Puesta tierra	56
2.3.19	Equipamiento	56
2.3.20	Descripción de los tableros	59
2.3.21	Embalaje	59
2.3.22	Pruebas	59
2.3.23	Información técnica requerida	60
2.3.24	Garantía	60
2.4	Tableros de distribución en 220V	62
2.4.1	Normas aplicables	62
2.4.2	Características Generales	62
2.4.3	Características Eléctricas	62
2.4.4	Prescripciones relativas a la accesibilidad	63
2.4.5	Entrada y salida de cables	63
2.4.6	Placa de identificación	63
2.4.7	Placa de características	63
2.4.8	Resistencia anticondensación	63
2.4.9	Iluminación interna	64
2.4.10	Riesgos de incendios	64
2.4.11	Construcción	64
2.4.12	Sistema de barras	64
2.4.13	Cableado, bornes y terminales	65
2.4.14	Puesta a tierra	65
2.4.15	Interruptor	65
2.4.16	Embalaje	65
2.4.17	Pruebas	65
2.4.18	Información técnica requerida	66
2.4.19	Garantía	66
2.5	Cables de energía en media tensión	66
2.5.1	Alcances	66
2.5.2	Normas Aplicables	66
2.5.3	Condiciones de servicio	66
2.5.4	Características en media tensión	66
2.5.5	Características constructivas	67

2.5.6	Terminal para el cable	67
2.5.7	Cinta señalizadora	67
2.6	Cables de energía en baja tensión	67
2.6.1	Objeto	67
2.6.2	Normas aplicables	68
2.6.3	Características principales	68
2.6.4	Marcas	69
2.6.5	Puntos a ser definidos en la propuesta	70
2.6.6	Controles y pruebas	70
2.6.7	Datos técnicos garantizados	71
2.6.8	Planos, diagramas y manuales	71
2.6.9	Embalaje	72
2.7	Bandejas	72
2.7.1	Alcance	72
2.7.2	Normas aplicables	72
2.7.3	Descripción de los materiales	72
2.7.4	Pruebas e inspecciones	74
2.7.5	Transporte y embalaje	74
2.7.6.	Información técnica requerida	74
2.8	Ducto de barras	74
2.8.1	Objeto	74
2.8.2.	Normas aplicables	75
2.8.3	Características del ducto de barras	75
2.8.4	Controles y pruebas	76
2.8.5	Planos	77
2.8.6	Transporte y embalaje	77
2.9	Material de puesta a tierra	77
2.9.1	Alcance	77
2.9.2	Normas aplicables	77
2.9.3	Descripción de los materiales	78
2.9.4	Pruebas	79
2.9.5	Embalaje	80
2.9.6.	Información técnica requerida	81

## **CAPITULO III**

### **CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**

3.1	Análisis de flujo de carga y cortocircuito	82
3.1.1	Antecedentes	82
3.1.2	Alcances y objetivos	82
3.1.3	Descripción del sistema eléctrico	82
3.1.4	Análisis de flujo de carga y cortocircuito	83
3.1.5	Resultados del flujo de carga y cortocircuito	85
3.2	Cálculo del cable de energía 10 kV	89
3.2.1	Consideraciones Generales	89
3.2.2	Cálculos justificativos	89
3.3	Dimensionamiento de las barras	95
3.3.1	Capacidad de corriente	95
3.3.2	Resistencia a esfuerzos por cortocircuito	96
3.3.3	Geometría de las barras	96
3.3.4	Cálculos	98
3.4	Sistema de puesta a tierra	109
3.4.1	Normas	109
3.4.2.	Cálculo de la resistividad del terreno	109
3.4.3	Determinación del sistema de red tierra profunda	112
3.4.4	Resultados del diseño del sistema de puesta a tierra	114

## **CAPITULO IV**

### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MONTAJE**

4.1	Actividad y trabajos preliminares	116
4.1.1	Generalidades	116
4.1.2.	Trabajos colaterales del contratista	119
4.2	Montaje de equipos	124
4.2.1	Montaje de transformadores de potencia	124
4.2.2	Montaje de tableros de distribución	127
4.2.3	Tendido y conexión de cables de control	128
4.2.4	Tendido y conexión de cables de fuerza	130
4.2.5	Tendido y conexión de cables de fuerza	133
4.2.6	Limpieza final	136
4.3	Inspección y pruebas de aceptación de subestaciones	136
4.3.1	Alcance	136

4.3.2	Personal presente en las pruebas	138
4.3.3	Responsabilidades	138
4.3.4	Equipo de pruebas	139
4.3.5	Inspección durante las pruebas	139
4.3.6	Operación experimental	141

## **CAPITULO V**

### **METRADO Y PRESUPUESTO**

5.1	Consideraciones Generales	142
5.2	Metrado y presupuesto referencial	143

<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>149</b>
---------------------------------------	------------

## **ANEXOS**

### **BIBLIOGRAFIA**

## **PRÓLOGO**

Dentro de la ingeniería eléctrica, el diseño de subestaciones comprende un campo amplio, dentro del cual determinar un adecuado diseño a cierta necesidad del cliente hace que muchas veces la tarea se vuelva compleja puesto que la necesidad del cliente tiene que ajustarse a los requerimientos técnicos y adaptarse también a las condiciones geográficas propias del lugar en el cual se desarrolla el proyecto.

Se eligió el presente tema a fin de presentar los aspectos mas importantes a tener en cuenta en el diseño de una subestación ubicadas cerca al mar, la cual presenta ciertas características que la diferencia de otras relacionadas con el medio ambiente, la humedad, la temperatura, etc.

Para tal diseño se tomará como base las normas nacionales tales como el Código Nacional de Suministro, Código Nacional de Utilización y otras internacionales para la especificación técnica de los equipos como son las normas IEC, las cuales son ampliamente utilizadas en el sector eléctrico especialmente en subestaciones de éste tipo.

# **CAPITULO I**

## **MEMORIA DESCRIPTIVA**

### **1.1 Descripción general del estudio**

La empresa Tecnológica de Alimentos S.A. (TASA) es una entidad industrial privada dedicada a la fabricación de harina y aceite de pescado, para lo cual cuenta con varias fábricas distribuidas en diferentes puntos del litoral peruano.

Actualmente TASA dentro de sus planes de inversión y desarrollo, tiene previsto en sus instalaciones, la construcción de una Moderna Planta para el Procesamiento de Productos Congelados; específicamente caballas y jureles, con una capacidad de producción de 400 toneladas de congelados por día, y una capacidad de almacenamiento de 12000 toneladas. Para tal fin se desarrollará el estudio de ingeniería definitiva correspondiente al diseño de las obras relacionadas a la parte electromecánica.

### **1.2 Objetivo del trabajo**

El objetivo del presente estudio es definir los lineamientos generales y elaborar la ingeniería definitiva para el suministro de equipos y montaje electromecánico para el suministro de energía eléctrica en el desarrollo del “ESTUDIO DEFINITIVO DE UNA SUBESTACIÓN DE 7,2 MVA, 10/0,46 Kv PARA PLANTA INDUSTRIAL DE PRODUCTOS CONGELADOS DE TECNOLOGICA DE ALIMENTOS S.A.”.

### **1.3 Ubicación**

El proyecto se ubica en la actual Fábrica de Harina de Pescado propiedad de Tecnológica de Alimentos S.A., ubicado en la Av. Néstor Gambeta Km 14,5 Callao – Perú.

El área del proyecto está comprendido dentro de la planta industrial incluyendo los nuevos terrenos adquiridos, en los ambientes de las Subestaciones de Fabrica de Harina (existente) y Planta de Productos Congelados (proyectada).

En los planos D - 001 y D - 002 se muestra la ubicación geográfica y la vista de planta del proyecto.

### **1.3.1 Condiciones climatológicas**

El clima en la zona del proyecto es típico de la costa peruana, con un alto índice de humedad salina por la cercanía al mar, y con escasa precipitación pluvial.

Las características climáticas principales de la zona del Proyecto son:

Temperatura mínima	14° C
Temperatura media	18° C
Temperatura máxima	30° C
Humedad relativa	70 - 95%
Velocidad viento máximo	80 km/h
Altitud	<1000 m.s.n.m.

Se considera además un nivel de contaminación severo, debido a la proximidad a la fábrica de procesos industriales y un ambiente altamente corrosivo propio de la costa peruana, respecto al nivel cerámico, éste es nulo por la ausencia de descargas atmosféricas en la zona.

## **1.4 Descripción del estudio**

El Estudio para el suministro de energía eléctrica para la subestación 10/0,046 kV de la Planta Industrial, está comprendido de las siguientes obras:

Ampliación de la Subestación de la Fábrica de Harina 10 kV para obtener el punto de alimentación.

Alimentación subterránea en 10 kV hacia la nueva subestación.

Nueva Subestación para la Planta Industrial de Procesamiento de Productos Hidrobiológicos Congelados 10/0,46 kV.

### **1.4.1 Ampliación de la subestación existente**

#### **a) Instalaciones existentes**

La planta industrial TASA - CALLAO, actualmente, para su proceso de fabricación de harina de pescado, cuenta con una subestación de transformación, del tipo interior, que se alimenta de la subestación N° 1836 de propiedad de Edelnor, mediante un tramo de 600m de cable de energía enterrado de 3 - 1x120 mm<sup>2</sup> - N2XSY 8,7/15 kV.

Ésta subestación está conformada principalmente por los siguientes:

Un (01) transformador de potencia trifásico 3/3,6 MVA (ONAN/ONAF) 10/0,46 kV.

Una (01) celda metal-enclosed compartimentada, 630 A, 17,5 kV, 95 kVp, 16 kA, con interruptor de potencia tripolar, seccionador de aislamiento tripolar y relé de protección autónomo.

Una (01) celda Metal-enclosed para ingreso de cables de energía, 630 A, 17,5 kV, 95 kVp, 16 kA.

Un (01) transformador de potencia trifásico 1 MVA – 0,46/4,16 kV con su interruptor de potencia en vacío y relé

Un (01) transformador de distribución trifásico 400kVA– 460/230 V.

Tableros de distribución de 440 V y 220 V, para las distintas cargas de la fábrica de harina.

#### **b) Instalaciones proyectadas**

El suministro de energía eléctrica para la nueva subestación de la Planta de Productos Congelados, será por medio de una conexión a la barra principal de 10 kV de la Subestación de Fabrica de Harina, instalándose para ello, una celda metal-enclosed de 10 kV, contigua a las ya existentes de similares características, alimentándose con la nueva celda, al transformador de potencia y con la celda existente a la nueva subestación de planta de congelados, mediante un alimentador subterráneo en 10 kV.

Para la ejecución de las obras en la Subestación de Fabrica de Harina, se consideran lo siguiente:

### Suministro y Obras Electromecánicas

Suministro, montaje y puesta en servicio de una (01) celda metal-enclosed compartimentada, 630 A, 17,5 kV, 95 kVp, 16 kA, con interruptor de potencia tripolar, seccionador de aislamiento tripolar y relé de protección electrónico.

Suministro, montaje y puesta en servicio de un (01) banco de baterías y cargador, 220 Vca / 24 Vcc, 1 A, y

Suministro, instalación y conexonado de cables de fuerza y control.

### Obras Civiles

Ampliación de canaleta de las celdas de 10 kV.

Instalación de ductos de concreto de cuatro vías, para cables de energía.

Lo anterior mencionado se muestra en el plano N° D-002.

## **1.4.2 Alimentador subterráneo hacia la nueva subestación**

### **a) Instalaciones existentes**

Actualmente, por la parte exterior de la planta, bordeando la pared limite, se encuentra instalado un cable de energía del tipo submarino 1- 3 x 70 mm<sup>2</sup> – XLPE – 8,7/15 kV, directamente enterrado, que alimenta a una plataforma ubicada a 100 metros mar adentro.

### **b) Instalaciones proyectadas**

El proyecto considera la instalación con cable de energía de 3-1x240 mm<sup>2</sup> – N2XSY – 8,7/15 kV, tendido dentro de ductos o enterrado en tuberías en ciertos tramos, que conectará a la celda de 10 kV existente en la Subestación Fabrica de Harina, con la celda de 10 kV proyectada en la Nueva Subestación de la Planta de Productos Congelados.

Para la ejecución de las obras del alimentador subterráneo 10 kV, se consideran los siguientes:

#### Suministro y Obras Electromecánicas

Suministro y tendido de 220 m de cable de energía 3-1x240 mm<sup>2</sup> N2XSY – 8,7/15 kV, en ductos, canaletas y tuberías.

Suministro e instalación de dos (02) kits de terminales termocontraíbles para cables de energía de 240 mm<sup>2</sup> – 15 kV

#### Obras Civiles

Instalación de ductos de concreto de cuatro vías, para cruzada de pista de acceso.

Construcción de un (01) buzón de cables de energía.

En los planos N° D-002 se muestra el recorrido del cable de energía entre las dos subestaciones y en el plano N° D-003 se muestran los detalles.

#### **1.4.3 Nueva subestación de la planta de congelados**

Para el suministro de energía eléctrica a la planta de procesamiento de productos congelados, el proyecto considera la construcción de una subestación de transformación de 2 x 3/3,6 MVA (ONAN/ONAF) – 10/0,46 kV, tipo interior, denominada Subestación Planta de Congelados, que estará conformada por equipos convencionales.

La nueva subestación Planta de Congelados, para mayor seguridad y control del personal de operaciones, estará dividida en los ambientes siguientes:

Sala de transformación.

Sala de celdas.

Sala de tableros.

Sala de control.

Para la ejecución de las obras en la Subestación Planta de Congelados, se consideran los suministros y obras siguientes:

### Suministro y Obras Electromecánicas

Suministro, montaje y puesta en servicio de dos (02) transformadores de potencia trifásicos 3/3,6 MVA (ONAN/ONAF) – 10/0,46 kV.

Suministro, montaje y puesta en servicio de dos (02) celdas Metal-enclosed compartimentadas, 630 A, 17,5 kV, 95 kVp, 16 kA, con interruptor de potencia tripolar, seccionador de aislamiento tripolar y relé de protección electrónico.

Suministro, montaje y puesta en servicio de una (01) celda Metal-enclosed para ingreso de cables de energía, 630 A, 17,5 kV, 95 kVp, 16 kA.

Suministro, montaje y puesta en servicio de un (01) banco de baterías y cargador, 220 Vca / 24 Vcc, 1 A.

Suministro y tendido de 30 m de cable de energía 3-1x95 mm<sup>2</sup> – N2XSY – 8,7/15 kV en canaletas y bandejas.

Suministro e instalación de cuatro (04) kits de terminales termocontraíbles para cables de energía de 95 mm<sup>2</sup> – 15 kV

Suministro, montaje y puesta en servicio de once (11) tableros autosoportados, 460 V, 12 kVp, 65 kA, compuestos cada uno por: doble juego de barras de 5000 A, un interruptor automático tripolar, un seccionador tripolar de tres posiciones y unidades de protección de sobrecorriente y medición.

Suministro, montaje y puesta en servicio de un (01) tablero autosoportado, 230 V, 12 kVp, 42 kA, compuestos por: un interruptor tripolar de 1600 A, con unidad de protección de sobrecorriente y medición.

Suministro y montaje de dos (02) ductos de barras, 460 V, 5000 A, 12 kVp, 65 kA.

Suministro y montaje de sistemas de bandejas de cables tipo escalerilla.

Suministro y montaje de tablero de distribución, conformado por diez (10) interruptores termomagnéticos.

Suministro y montaje de red de tierra profunda y superficial.

Suministro, instalación y conexionado de cables de fuerza y control.

Suministro y montaje de estructuras metálicas, para soporte y anclaje de tableros de 440 V sobre canaletas.

Adicionalmente, dentro de la sala de tableros, se contará con la instalación de quince (15) tableros de 440V, dos (02) tableros de 220 V para la alimentación de las compresoras, los tableros de fuerza de la planta de productos congelados, tablero de servicios auxiliares y un transformador de distribución trifásico 500 kVA – 440/220 V, que no se consideran dentro del alcance del presente estudio.

Obras Civiles. La obras civiles que se describen a continuación no forman parte del presente estudio, pero se mencionan a fin de dar una visión general del proyecto en conjunto.

Construcción de dos (02) bases para transformadores de potencia.

Construcción de sistema de canaletas.

Construcción de muros.

Instalación de puertas y ventanas

Construcción del deposito subterráneo para el aceite de los transformadores.

## **1.5 Criterios básicos de diseño**

### **1.5.1 Generales**

Lo presentado a continuación expone los criterios mínimos que deberán ser considerados para el desarrollo de la ingeniería electromecánica del presente estudio.

### **1.5.2 Normas y Reglamentos**

Los criterios a emplearse en el diseño del proyecto, se regirán por las disposiciones del Código Nacional de Electricidad (CNE), y las siguientes normas internacionales:

IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
VDE	Verband Deutscher Elektrotechniker
DIN	Deutsche Industrie Normem
NEMA	National Electrical Manufactures Association
ASME	American Society of Mechanical Engineers
ASTM	American Society for Testing and Materials

### 1.5.3 Niveles de Aislamiento

Los niveles de aislamiento para los equipos del proyecto, se determinarán tomando en cuenta los niveles de aislamiento normalizados por las normas IEC para media y baja tensión.

Tabla N° 1.1: Niveles de aislamiento para 10 kV

DESCRIPCIÓN	UNID.	A.T.	B.T.	
Tensión nominal	kV	10	0,46	0,22
Tensión máxima de servicio	kV	17,5	1,00	1,00
Tensión soportada al Impulso atmosférico	Kvp	95	12	12
Tensión soportada a 60 Hz	kV	38	2,5	2,5

Debido a la ubicación de la planta (cerca al nivel del mar) no se tomarán en cuenta factores de corrección por altitud (m.s.n.m.< 1000), sin embargo dado que el suministro es con neutro aislado y el grado de contaminación es severo se utilizará un nivel de aislamiento correspondiente a 17,5 kV.

### 1.5.4 Niveles de Cortocircuito

Partiendo de un nivel de cortocircuito igual a 100 MVA en la barra de 10 kV de la subestación N° 1638 de Edelnor, se presentan los siguientes niveles de cortocircuito considerando la Planta de Congelados en su etapa final:

Tabla N° 1.2: Niveles de cortocircuito calculados

DESCRIPCIÓN	UNID.	A.T. (*)	B.T. (*)	
Tensión nominal	kV	10	0,46	0,22
Corriente de cortocircuito máximo (LLL)	kA	6,7	53,64	25,52

(\*) Valor estimado y referencial considerando grupos de generación térmica (emergencia) (3x1000 kW) en el lado de 460V de la subestación existente de la fábrica.

De acuerdo a los valores calculados se muestra a continuación los valores estandarizados utilizados para el diseño y selección de los equipos a ser implementados.

Tabla N° 1.3: Niveles de cortocircuito establecidos

DESCRIPCIÓN	UNID.	A.T.	B.T.	
Tensión nominal	kV	10	0,46	0,22
Nivel de cortocircuito estandarizado	kA	16	65	42

### 1.5.5 Tensiones Adoptadas

Los niveles de tensión adoptados, han sido tomados básicamente de acuerdo a los niveles de tensión de operación previstos para el proyecto y de las instalaciones existentes:

- Sistema de distribución: 10 kV, trifásico.
- Sistema de fuerza: 440 Vca, trifásico 3 hilos.
- Servicios auxiliares: 220 Vca, trifásico 3 hilos.
- Sistema de control: 24 Vcc.

### 1.5.6 Configuración del sistema

Para los sistemas de fuerza y servicios auxiliares, se ha previsto una configuración del tipo Neutro Aislado, que según normas IEC 364, se identifica como sistema IT, con la característica de disponibilidad continua de alimentación, pues en caso que una de las fases tenga contacto con tierra, no se presentarían perturbaciones ni daños en el sistema de alimentación, permitiendo la operación continua de los equipos.

Respecto a los tableros de Distribución Principal en 440V se adaptó un sistema de doble barra debido a que éste al separar los dos transformadores y sus cargas (constituidos principalmente por 12 compresores en su mayoría de 343 kW) presenta niveles de cortocircuito inferiores a los 65 kA en el lado de 460 V, lo cual no sucedería si es que se coloca los dos transformadores en paralelo además de la contribución total de todos los motores a una misma barra por lo que se hubiese

tenido que dimensionar equipos muchos mas robustos y en consecuencia mas caros.

### **1.5.7 Sistema de Protección**

#### **a) Filosofía de Operación del Sistema de Protección**

El sistema de protección propuesto para las instalaciones correspondientes al proyecto considera el uso de un esquema de protecciones principales y de respaldo remoto, que permitan una correcta operación del sistema de protección ante la ocurrencia de fallas en el sistema.

Los equipos de protección considerados serán del tipo digital, de ultima generación, de múltiples funciones de protección, medición, señalización y registro. Además los equipos de protección contarán con la capacidad de poder comunicarse con unidades de automatización de subestaciones, a través de sistemas de comunicación abiertos.

Las funciones de cada equipo como mínimo estarán de acuerdo con las especificaciones y diagramas unifilares.

#### **b) Protección de la Subestación Fabrica de Harina**

Con la instalación de una nueva celda de 10 kV provista de un interruptor en SF6 y relé electrónico, se implementará la protección principal del transformador de potencia existente con las funciones de protección siguientes:

Sobrecorriente entre fases, instantáneo y temporizado (50/51), y  
Activación de las funciones de protección propias del transformador, mediante contactos disponibles para: Relé Buchholz (95T), Imagen térmica (49), presión interna (63T) y nivel de aceite (71).

La protección de respaldo del transformador de potencia, será proporcionada por el relé instalado en la subestación N° 1836 de propiedad de EDELNOR.

La protección del alimentador de 10 kV hacia la Planta de Congelados, se realizará con la celda existente, que cuenta con un interruptor en SF6 y relé del tipo autónomo, con las funciones de protección:

Sobrecorriente entre fases, instantáneo y temporizado (50/51)

### **c) Protección de la Subestación Planta de Congelados**

La subestación de planta de congelados, en el lado de media tensión considera la instalación de dos celdas equipadas cada una con un interruptor en SF6 y relé de tipo electrónico para la protección principal de cada uno de los transformadores de potencia de 3/3,6 MVA, con las funciones de protección siguientes:

Sobrecorriente entre fases, instantáneo y temporizado (50/51), y  
Activación de las funciones de protección propias del transformador, mediante contactos disponibles para: Relé Buchholz (95T), Imagen térmica (49), presión interna (63T) y nivel de aceite (71).

La protección de respaldo de los transformadores de potencia, serán proporcionadas por el relé instalado para proteger el alimentador proveniente de la subestación fabrica de harina.

En el lado de baja tensión, se considera además la instalación de interruptores de caja abierta con unidades de protección de sobrecorriente entre fases. Adicionalmente, para el lado de 440 V por tener un sistema con neutro aislado, se ha previsto la instalación de controladores permanentes de aislamiento.

#### **1.5.8 Sistema de Mando**

El sistema de mando, será aplicado a todos los equipos de corte y seccionamiento de las celdas de media tensión y tableros de distribución de baja tensión, siendo jerarquizado de la siguiente manera:

Sistema de mando "Remoto", que se realizará desde el centro de control y operaciones, a través del sistema SCADA, a ser instalado a futuro.

Sistema de mando "Local", que se realizará desde los mismos equipos, o frentes de tableros.

La implementación del sistema mando "Remoto", no formará parte del presente estudio; sin embargo, todos los equipos de control y mando, estarán preparados para su implementación en el futuro.

#### **1.5.9 Sistema de medición**

El sistema de medición será solo con fines de conocer los consumos de la planta, estará conformado por los siguientes sistemas:

##### **a) Equipo Indicador multifunción**

Los equipos serán del tipo electrónico, multifunción para la medición de diversos parámetros eléctricos tales como: tensión, corriente, energía activa, energía reactiva, máxima demanda, etc, además contarán con display local, para la lectura directa de los parámetros eléctricos y preparado para comunicarse con el Sistema SCADA, a través de una red local, a implementarse a futuro.

Asimismo, los equipos contarán con una precisión clase 0,5 y estarán ubicados en cada celda principal donde se encuentran los interruptores de 5000 A.

##### **b) Sistema de medición de los interruptores**

Conformado por equipos indicadores integrados en las unidades de protección de los interruptores de las celdas de distribución de baja tensión, con opción de medición de corriente, potencia y energía en algunos casos.

#### **1.5.10 Servicios Auxiliares**

Se instalará un tablero de distribución en 220 V, de donde se alimentará a los circuitos de alumbrado, tomacorrientes, calefacción y fuerza en 220 V, adicionalmente para efectos de la alimentación de los circuitos de control se contarán con convertidores de 220 Vca / 24 Vcc.

### **1.5.11 Sistema de puesta a tierra**

Los sistemas de puestas a tierra son parte fundamental de cualquier instalación eléctrica, dotando de seguridad al personal de operación frente a los peligros que representa la corriente eléctrica, asimismo provee un mejor funcionamiento a los dispositivos de protección permitiendo mantener la continuidad del servicio.

Para el diseño del sistema de puesta a tierra, es necesario conocer el comportamiento eléctrico del suelo y el área disponible para su instalación, de tal manera de obtener un diseño que cumpla con las siguientes condiciones:

Proporcionar una resistencia de tierra de baja impedancia.

Mantener los límites de potencial de paso y de toque, producidas por las corrientes de falla.

Mejorar la sensibilidad de los equipos de protección.

Proporcionar una camino a tierra, para la descarga de corrientes originadas por sobretensiones atmosféricas.

Dar mayor confiabilidad y continuidad de servicio.

Para la subestación se instalará un sistema de red de tierra profunda, que deberá suministrar una adecuada protección al equipo y al personal dentro y fuera de la subestación, evitando que el personal pueda quedar expuesto a tensiones peligrosas cuando se presentan fallas a tierra en la instalación.

El sistema de red de tierra profunda, deberá conectarse al sistema de red de tierra profunda existente en la planta, en varios puntos de tal manera de garantizar la continuidad eléctrica.

Adicionalmente, se instalará un sistema de red de tierra superficial, que conectara cada parte metálica libre de tensión con el sistema de red de tierra profunda.

### **1.5.12 Protección contra el medio ambiente**

Debido a que la Planta se encuentra muy cerca al mar, está muy expuesta a la contaminación y a un ambiente salino muy corrosivo, éste problema que se da en la mayoría de las instalaciones cerca de nuestro litoral obliga que las instalaciones se

ubiquen en el interior de una sala a fin de conseguir el mínimo contacto con el medio ambiente, aún así todas las estructuras metálicas, bandejas, soportes metálicos y otros deberán ser protegidas para lo cual tendrán que ser galvanizado en caliente.

En ciertos casos como por ejemplo para el transformador y las celdas en media tensión, la pintura de recubrimiento deberá ser la adecuada para proteger del medio ambiente.

Existen en el mercado diferentes tipos de pintura como por ejemplo las ricas en zinc (p.e. 75 micrones) las cuales tienen buen desempeño en zonas litorales pues preservan el acero de la corrosión por largos periodos, sin embargo puesto que el zinc no resiste la agresividad de los ácidos y de los álcalis la pintura necesita ser protegida mediante un acabado resistente a los medios ácidos o alcalinos. (epoxy, poliuretano o vinílico)

### **1.5.13 Obras Civiles**

Las obras civiles no están comprendidas dentro del presente estudio pero se presentan a fin de dar una idea general del proyecto:

- Base de transformadores de potencia, poza de aceite y drenajes.
- Canaletas y buzones de cables.
- Muros y cercos de protección.
- Carpintería metálica, pisos y acabados.

## **1.6 Máxima demanda**

Los valores de demandas utilizados para el dimensionamiento de la subestación fueron tomados de la información proporcionada por el cliente, la cual fué obtenida por éste de las empresas OPTIMAR (Noruega) y QF (Chile) durante el proceso de adquisición e implementación de las distintas líneas de producción de la planta de productos congelados, incluyendo cargas futuras.

En la tabla 1.4 se muestra el resumen de las cargas a ser alimentadas desde la subestación. Las cargas de cada línea de producción se muestran en el anexo C

**Tabla 1.4 CUADRO RESUMEN DE CARGAS DE LA PLANTA DE PRODUCTOS CONGELADOS**

N°	CIRCUITOS	Potencia (kW)	
		1 etapa	2 etapa
1	Líneas de empaquetamiento, clasificación y distribución	175	199,0
2	Sistema de congelados y tuneles	718,0	830,0
3	Compresores 1,2,3	1 130,0	1 130,0
4	Compresores 4,5,6	1 130,0	1 130,0
5	Compresores 7,8,9,10	794,0	794,0
6	Compresores 11, 12	0,0	943,0
7	Sistema 220 Vca	236,0	272,0
SUB-TOTAL (kW)		4 183,0	5 298,0
RESERVA (15%) (kW)		-	794,7
<b>TOTAL kW</b>		<b>6 092,7</b>	
<b>TOTAL KVA - REQUERIDO</b>		<b>7 167,9</b>	
fdp: factor de potencia total de la carga igual a 0,85			

Nota 1 Si se considera que en la etapa final se instalarán bancos de compensación reactiva en baja tensión tendrá un mayor margen de capacidad instalada en la subestación, ya que para un factor de potencia de 0,96 se tendrá 6,35 MVA requerido.

## **CAPITULO II**

### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SUMINISTRO**

#### **2.1 Transformador de potencia 3/3,6 MVA – 10 / 0,46 kV**

##### **2.1.1 Objeto**

Estas especificaciones técnicas tienen por objeto definir las condiciones de diseño, fabricación y método de pruebas para el suministro de los Transformadores de Potencia, incluyendo sus accesorios.

##### **2.1.2 Normas aplicables**

Los transformadores de potencia y materiales y componentes, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas, según la versión vigente a la fecha de convocatoria a licitación:

IEC 60076	Power Transformers.
IEC 60137	Bushing for alternating voltages above 1000 V.
IEC 60354	Loading guide for oil-inmersed power transformers.
IEC 60551	Measurement of Transformers and Reactors Sound Levels
NTP 370.002	Transformadores de potencia

##### **2.1.3 Características Generales**

###### **a) General**

Los transformadores y equipamiento auxiliar serán de último diseño, probados en servicio para cumplir con los requerimientos y solicitudes de esta especificación. Éstos componentes y materiales utilizados serán nuevos y fabricados por firmas de reconocido prestigio. Las piezas de repuesto deberán estar disponibles en stock.

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

El transformador de potencia serán para servicio interior, con arrollamientos sumergidos en aceite y diseñado para dos (02) etapas de enfriamiento, circulación natural de aceite y aire (ONAN) y circulación forzada de aire (ONAF).

Deberán ser de sellado hermético y estarán provistos de todos los accesorios necesarios para su instalación completa.

Así mismo, los transformadores de potencia serán diseñados para operar satisfactoriamente en zonas de muy pesada contaminación y altos índices de corrosión.

#### **c) Condiciones de Operación**

- El transformador debe ser diseñado para suministrar la potencia continua garantizada, en cualquier etapa de enfriamiento y posición del tap de regulación.
- El transformador deberá funcionar con un nivel de ruido que no exceda lo establecido por la norma indicada en el numeral 2.1.2 y en las condiciones de plena carga.
- Todas las piezas serán fabricadas con dimensiones precisas, de tal manera de garantizar su intercambiabilidad.

#### **d) Características Eléctricas**

Las características eléctricas de los transformadores de potencia se indican en las Tablas de Datos Técnicos Garantizados.

#### **e) Condiciones ambientales**

Las condiciones ambientales a tener en cuenta para el diseño de los Transformadores serán las siguientes:

Altitud:	50 m.s.n.m.
Temperatura:	Máxima 40 °C
	Media 28 °C

	Mínima	12 °C
Humedad relativa:		90 %
Condiciones sísmicas:		0,5 g horizontal, 0,3 g vertical, 10 Hz
Contaminación		Severa

## 2.1.4 Requerimientos de Diseño y Construcción

### a) Núcleo

- La construcción del Núcleo deberá ser tal que reduzca al mínimo las corrientes parásitas. Se fabricará de láminas de acero eléctrico al silicio de alto grado de magnetización, de bajas pérdidas por histéresis y alta permeabilidad. Cada lámina deberá cubrirse de material aislante resistente al aceite caliente.
- El armazón que soporta el núcleo será una estructura reforzada que reúna la resistencia mecánica adecuada y no presente deformaciones permanentes en ninguna de sus partes; deberá diseñarse y construirse de tal manera que quede firmemente sujeto al tanque en ocho (08) puntos como mínimo tanto en la parte superior como en la inferior.
- El circuito magnético estará firmemente puesto a tierra con las estructuras de ajuste del núcleo y con el tanque, de tal forma que permita un fácil retiro del núcleo.
- Las columnas, yugos y mordazas, deberán formar una sola pieza estructural, reuniendo la suficiente resistencia mecánica para conservar su forma y así proteger los arrollamientos contra daños originados por el transporte o en operación durante un cortocircuito.
- Se proveerán de asas de izado u otros medios para levantar convenientemente el núcleo con los arrollamientos. Esta operación no deberá someter a esfuerzos inadmisibles al núcleo o a su aislamiento.
- El Postor deberá presentar con su oferta una descripción completa de las características del núcleo, de los arrollamientos del transformador y de la fijación del núcleo al tanque.

### b) Arrollamientos

- Los arrollamientos del transformador serán fabricados con conductor de cobre de alta pureza, de dimensiones y formas apropiadas a las necesidades.

- Las bobinas y el núcleo, completamente ensamblados, deberán secarse al vacío e inmediatamente después impregnarse de aceite dieléctrico.
- El aislamiento de los conductores será a base de papel de alta estabilidad térmica y resistencia al envejecimiento. Podrá darse a los arrollamientos un baño de barniz, con el objeto de aumentar su resistencia mecánica.
- Todas las juntas permanentes que lleven corriente, a excepción de las roscadas, se efectuarán empleando soldadura autógena con varilla de aporte de plata o su equivalente en características eléctricas y mecánicas.
- La conexión de los arrollamientos a los bushings o aisladores pasatapas deberá conducirse por tubos guías y sujetarse rígidamente para evitar daños por vibraciones.

**c) Aisladores Pasatapas y Cajuela para Terminales de cables**

- Las características de los aisladores pasatapas estarán de acuerdo con la última versión de la norma IEC, Publicación. 60137 y serán de porcelana sólida.
- Todos los aisladores pasatapas serán de porcelana fabricadas homogéneamente, de color uniforme y libre de cavidades o burbujas de aire.
- Todos los aisladores pasatapas deben ser estancos a los gases y al aceite. El cierre debe ser hermético para cualquier condición de operación del transformador. Todas las piezas montadas de los pasatapas, excepto las empaquetaduras que puedan quedar expuestas a la acción de la atmósfera, deberán componerse totalmente de materiales no higroscópicos.
- Para los aisladores pasatapas de los arrollamientos, se suministrarán terminales de acuerdo a la norma IEC 60137 y de las dimensiones adecuadas para conectar los conductores o barras al transformador.
- El Postor incluirá en su propuesta una descripción detallada de los aisladores pasatapas, terminales y cajuela para terminales de cables que permita conocer el equipo que propone suministrar.

**d) Tanque y Acoplamientos**

- El tanque del transformador será construido con chapas de acero de bajo porcentaje de carbón, de alta graduación comercial y adecuado para soldarse.

Todas las bridas, juntas, argollas de montaje, etc., y otras partes fijadas al tanque deben estar unidas por soldadura.

- El tanque del transformador será diseñado para ser llenado con aceite, mediante vacío completo.
- La tapa del tanque será empernada, en ella se dispondrá de una abertura con tapa atornillada, que permita el fácil acceso de una persona al extremo inferior de los pasatapas. Todas las aberturas necesarias se harán de dimensiones apropiadas, circulares o rectangulares, pero de acuerdo a la capacidad y aislamiento del transformador.

Todas las aberturas que sean necesarias practicar en el tanque y en la cubierta serán dotadas de bridas soldadas alrededor, con el objeto de disponer de superficies que permitan hacer perforaciones sin atravesar el tanque, además de poder colocar empaquetaduras que sellen herméticamente las aberturas. Ningún perno deberá pasar al interior de la tapa.

El tanque se reforzará con soportes que permitan su manejo con gatos mecánicos o hidráulicos. Dichos soportes tendrán en su parte inferior y pegado al tanque, sobre los refuerzos verticales, un dispositivo para maniobras de arrastre, de 2,54 cm de diámetro como mínimo.

- El tanque y cualquier compartimiento conectado con él que esté sujeto a las presiones de operación y todas las conexiones, juntas, etc., fijadas al tanque, deben estar diseñadas para soportar sin fugas o deformación permanente, a una presión interna de 0,07 MPa.

Esta presión se aplicará al transformador lleno de aceite durante un minuto. Además, deberá diseñarse para soportar una presión absoluta hasta de 0,1 mm de Hg (100 micrones) al nivel del mar y a 30 grados de temperatura ambiente sin que se produzcan deformaciones permanentes, estando totalmente armada y cerrada la válvula de conexión al tanque conservador.

En la Placa de Identificación se indicarán las máximas presiones positivas y negativas que el tanque pueda soportar sin sufrir deformaciones.

El tanque estará provisto de las asas de izado adecuadas para levantar el transformador completo, lleno de aceite.

- Todas las conexiones de tuberías al tanque deberán estar provistas de bridas. Todas las tuberías para el sistema de enfriamiento del aceite estarán provistas de válvulas de separación inmediatamente adyacentes al tanque y a las tuberías de distribución; estas válvulas tendrán un indicador de posición el cual conjuntamente con la válvula se mantendrá fija mediante seguros empernados.

Todas las juntas con brida de los tanques estarán provistas de empaquetaduras colocadas dentro de canales o mantenidas en posición por medio de topes. El material de las empaquetaduras deberá ser de nitrilo ó una combinación de corcho-neopreno.

- El tanque estará provisto de dos bornes de cobre para la puesta a tierra, ubicados en dos extremos opuestos de la parte inferior del tanque. La conexión a tierra se efectuará a un conductor de cobre con sección de 70 mm<sup>2</sup>.
- El tanque del transformador contará con las siguientes válvulas, bridas, etc., siendo esta lista indicativa y no representa limitación alguna:
  - ◊ Válvula de descarga de sobrepresión de alta calidad, ajustada para 0,05 MPa de sobrepresión interna.
  - ◊ Válvulas para el tratamiento del aceite, situadas una en la parte superior y otra en la parte inferior del tanque.
  - ◊ Grifos de prueba de aceite, de 19 mm de diámetro tipo "gas" situados apropiadamente en el tanque del transformador.

Válvulas de 3 vías para la conexión de la tubería del relé Buchholz.
- Los detalles de las ruedas, así como la disposición de las tuberías válvulas, etc., del tanque quedarán sujetas a la aprobación del Propietario.

#### **e) Base**

La base del tanque será diseñada y construida de forma tal que el centro de gravedad del transformador, con o sin aceite (como normalmente se transporta), no caiga fuera de los miembros de soporte del tanque cuando el transformador se

incline 15° respecto al plano horizontal. La base será tipo plataforma plana provista de apoyos adecuados para la colocación de gatos hidráulicos que permitan mover horizontalmente el transformador, completo y lleno de aceite. Para este fin, la base poseerá ruedas orientables de acero forjado o fundidos, de pestaña delgada, dispuestas adecuadamente para rodar sobre vía de rieles con una separación interna de 900 mm en la dirección longitudinal y transversal, y se fijarán mediante pernos a los estribos del transformador.

#### **f) Equipo de enfriamiento**

- El sistema de enfriamiento del transformador será ONAN/ONAF, que operará de acuerdo al régimen de carga del transformador.
- El equipo de enfriamiento de los transformadores será suministrado completo con todos sus accesorios y comprenderá tuberías, radiadores, válvulas para las tuberías, etc.
- El transformador estará provisto de un juego apropiado de radiadores, independientes entre sí.
- La construcción de los radiadores de aceite será de acuerdo con las prescripciones de las normas internacionales.
- Los radiadores se diseñarán de manera de permitir un fácil acceso a todos los tubos para inspeccionarlos y limpiarlos, con un mínimo de perturbaciones. Los radiadores tendrán dispositivos que permitan desmontarlos totalmente, así como válvulas para purga de aire. Todos los radiadores estarán provistos de asas de izado.
- Cada uno de los radiadores del transformador dispondrá de válvulas dispuestas convenientemente, diseñadas de tal forma que pueda ponerse y sacarse fuera de servicio sin afectar las piezas del transformador.

#### **g) Sistema de Conservación de Aceite**

- El sistema de conservación de aceite será del tipo tanque conservador, que no permita un contacto directo entre el aceite y el aire, mediante la instalación de un diafragma en el tanque.
- El diafragma será de goma de nitrilo y diseñado de forma que no esté sometido a esfuerzos mecánicos perjudiciales al nivel máximo ó mínimo del aceite en el conservador. La capacidad del depósito conservador será tal, que el nivel de

aceite, en ningún caso, descienda por debajo del nivel de los flotadores del relé Buchholz (diferencia de temperatura a considerarse 120°C).

- El tanque conservador deberá ser montado en la parte lateral y por sobre el tanque del transformador.
- El sistema de conservación de aceite deberá estar equipado con un respiradero deshidratante lleno de cristales de Gel de sílice (silicagel) y con ventanilla de observación. El respiradero deberá estar situado a una altitud conveniente sobre el nivel del suelo.
- El conservador estará equipado con tapón de drenaje, ganchos de levantamiento, válvulas para sacar muestra de aceite, ventanilla de observación del diafragma y abertura para el indicador de nivel.
- En el tubo de conexión entre el tanque principal y el tanque de conservación de aceite, se acoplará un relé Buchholz, el cual deberá estar perfectamente nivelado. Este tubo deberá tener una pendiente no menor de 8% para facilitar el flujo de gas hacia el tanque conservador, y un diámetro mínimo de 50,8 mm. El Relé Buchholz contará con un dispositivo que permita tomar muestras de los gases acumulados.

#### **h) Conmutador de tomas en vacío**

Los conmutadores de tomas serán mecánicamente y eléctricamente robustos, dispuestos para una conveniente inspección y mantenimiento sin necesidad de sacarlos fuera del tanque y provistos con un mecanismo externo para operación manual. El conmutador de tomas será diseñado para operar bajo condiciones de tensiones transitorias y sus contactos serán capaces de resistir la máxima corriente de cortocircuito, sin daños o problemas. El mecanismo externo será protegido contra operaciones no autorizadas y provisto con un indicador de toma en uso, localizado de tal forma que pueda ser observado sin necesidad de desbloquear el mecanismo. Su ubicación será en la pared del tanque y su inspección será permitida sin des-energizar ningún circuito. El conmutador de tomas será operable desde un mando localizado cerca a la parte inferior del tanque.

#### **i) Aceite para los transformadores**

- El aceite necesario para el transformador mas una reserva de aproximadamente del cinco (5) por ciento del volumen neto, será suministrado con el transformador y envasado separadamente en tambores de acero herméticamente cerrados. Los tambores llevarán el precinto de la refinería. Los transformadores se transportarán sin aceite, llenos de gas nitrógeno.
- El aceite dieléctrico será tal, que en su composición química no contenga sustancias inhibitoras, de acuerdo a lo establecido en la Norma IEC-60296.

#### **j) Cableado de Control y Circuitos Auxiliares**

- Todos los cables de control y los alimentadores de los circuitos auxiliares del transformador serán fabricados con conductor de cobre cableado con aislamiento de PVC o equivalente, para una tensión máxima de servicio de 1000 V.
- El cableado que conecte las diferentes piezas, equipos o accesorios de los circuitos eléctricos propios del transformador, se efectuará utilizando cajas terminales y tubo de acero galvanizado rígido del tipo "Conduit" (o tubo de acero galvanizado flexible, según requerimiento).

#### **2.1.5 Accesorios**

Los siguientes accesorios deberán ser suministrados junto con el transformador de potencia.

##### **a) Relé Buchholz**

Cada transformador estará equipado con un relé Buchholz montado en el tubo de unión entre el conservador y el tanque del transformador. El relé Buchholz será del tipo antisísmico, de doble flotador, con dos juegos de contactos independientes.

El relé Buchholz estará provisto de grifos para sacar muestras y para dejar escapar el gas.

##### **b) Indicador de Nivel de Aceite**

El transformador estará equipado con un indicador de nivel de aceite para el tanque del transformador, que pueda ser observado fácilmente desde el suelo, y que tengan una escala conveniente.

El indicador estará montado en la pared lateral del conservador de aceite y estarán provistos de un contacto para alarma a nivel bajo y otro contacto para disparo de interruptor en caso que el nivel de aceite esté peligrosamente bajo.

### **c) Dispositivo de Detección de Temperatura**

El transformador estará equipado con los siguientes dispositivos de detección de temperatura:

#### **Termómetros**

Un (1) termómetro con escala graduada en grados centígrados para indicar localmente la temperatura del aceite.

El termómetro estará provisto de dos contactos de máxima temperatura, uno para alarma y otro para desconexión y será montado sobre la pared del tanque del transformador, a una altitud conveniente del suelo.

#### **Relé de Imagen Térmica**

Un (1) relé de imagen térmica, para la temperatura de los arrollamientos, compuesto de un detector térmico, un transformador auxiliar de corriente y un adecuado cableado.

El relé de temperatura será usado además para indicación de temperatura de los arrollamientos por lo que estará provisto de un indicador de temperatura con escala graduada en grados centígrados e indicador de máxima temperatura; contendrá además cuatro (04) juegos de contactos ajustables independientemente, que se cerrarán automáticamente en secuencia con el aumento de la temperatura de los arrollamientos y que se abrirán automáticamente en la secuencia inversa con la disminución de la temperatura y que ejercerán las funciones siguientes:

- Contacto 1: Dará señal de alarma por exceso de temperatura y ordenará el arranque de los ventiladores de la etapa ONAF.
- Contacto 2: Dará alarma por exceso de temperatura.
- Contacto 3: Ordenará disparo.
- Contacto 4: Reserva.

El Postor deberá incluir en su oferta una descripción detallada de los dispositivos de Imagen Térmica.

#### **d) Relé de Sobrepresión**

El transformador dispondrá de un relé de presión súbita, el cual tendrá contactor para disparo.

#### **e) Válvulas de descarga para sobrepresión**

El transformador estará equipado con una válvula de descarga de sobrepresión o un dispositivo equivalente como equilibrador de sobrepresión. Esta válvula deberá dejar escapar cualquier sobrepresión interna mayor de 0,05 MPa, causada por perturbaciones internas y volverá a cerrar después de haber actuado. La válvula estará equipada con contactos de alarma para indicar la actuación del dispositivo.

#### **f) Válvulas y Grifos**

Se preverán válvulas para las siguientes funciones:

- Drenaje de los tanques, de los conservadores y de los radiadores.
- Toma de muestras de aceite de los tanques y conservadores.
- Conexiones para filtración del aceite.
- Separación de las tuberías de los relés Buchholz del conservador de aceite y de los tanques principal y del conmutador.
- Purga de aire de los tanques, de los conservadores, de los radiadores, etc.
- Cierre de las diversas tuberías de aceite.

Todas las válvulas para aceite deberán ser de construcción apropiada para aceite caliente.

Las válvulas para las conexiones de filtración de aceite deberán corresponder a las prescripciones del equipo de tratamiento de aceite que el fabricante recomiende.

#### **g) Tableros y cajas de conexión**

Todos los cables eléctricos relacionados con accesorios del transformador, sistema de enfriamiento, etc., estarán conectados dentro de cajas metálicas de conexión. Se suministrarán tableros convenientemente diseñados, para ser instalados sobre las paredes del transformador. Estos tableros tendrán compartimentos separados para circuitos de potencia, circuitos de mando y circuitos de señalización, con regletas de bornes adecuadas a la función.

Todos los interruptores, contactores y otros dispositivos de control para el equipo de enfriamiento tendrán que ser montados en una cabina de control. La cabina poseerá una puerta provista de bisagras y de una cerradura o manija.

#### **h) Ruedas para los Transformadores**

Se suministrará un juego completo de ruedas orientables de acero forjado o fundido, de pestaña delgada, que se instalarán en la base del transformador.

#### **i) Placa de Identificación**

El transformador contará con una placa de identificación que se ubicará en un lugar de fácil accesibilidad para su lectura y se construirá de acero inoxidable. En esta placa se escribirán, en idioma español, los datos concernientes a su fabricación, sus características eléctricas principales, los niveles de aislamiento, tensiones de cortocircuito, grupo de conexión, dimensiones generales, masas tanto del aceite como totales.

Los aisladores pasatapas y los dispositivos de protección llevarán también una placa de identificación con la información necesaria de su fabricación y sus características principales.

#### **j) Soporte de pararrayos**

Se suministrarán soportes metálicos para instalar pararrayos en forma adyacente a los aisladores pasatapas, por lo cual se deberá prever su fijación en la parte superior del tanque del transformador.

### **2.1.6 Acabado del transformador**

El transformador recibirá un proceso de limpiado, aplicación de imprimante y de acabado final de acuerdo con la especificación estándar que utiliza el fabricante para servicio exterior y exposición a muy altos índices de corrosión salina, por su instalación cerca al mar. El color en su totalidad será gris claro, excepto para el interior del gabinete de control que será pintado de blanco.

### **2.1.7 Controles y Pruebas**

#### **a) Generalidades**

- Las pruebas, medidas y cálculos relativos a las inspecciones y los ensayos serán efectuados de acuerdo con la última versión de las recomendaciones IEC indicadas.
- Las pruebas deben ser ejecutadas en los talleres y laboratorios del fabricante, el mismo que deberá proporcionar todos los equipos y materiales que fueran necesarios. El proveedor deberá informar por escrito y con anticipación de veinte (20) días del inicio de las pruebas, remitiendo el programa con el protocolo y procedimiento de pruebas a consideración del Propietario.

El Fabricante deberá entregar cuatro (04) copias del informe detallado de los resultados debidamente firmados por los representantes del Proveedor (Fabricante) y el Propietario.

El o los representantes del Propietario serán las únicas personas autorizadas para dar la conformidad de las pruebas en fábrica.

La aceptación del certificado de los reportes de pruebas efectuadas, no releva al Fabricante de su responsabilidad para con el equipo en caso de que éste

falle, independientemente que el equipo esté en posesión del Proveedor, en los almacenes del Propietario o instalado en sitio.

- Las pruebas serán realizadas en presencia de representantes autorizados del Propietario, debiendo el Proveedor asumir todos los gastos de estadía y transporte en que se incurriera para tal efecto y cuyo monto deberá incluirse en la oferta. Ningún equipo podrá ser embarcado antes que se reciba la correspondiente autorización del Propietario.
- Todos los documentos de Protocolos de Pruebas serán entregados por el Proveedor con los certificados de inspección y pruebas correspondientes. Los informes detallados y completos, redactados en idioma Español, incluyendo datos de medidas, diagramas, gráficos, etc., serán entregados por el Fabricante inmediatamente después de la realización de los ensayos.
- Si las pruebas revelasen deficiencias en el transformador, el Propietario podrá exigir la repetición de todas las pruebas, que en su opinión fuesen necesarias para asegurar la conformidad con las exigencias del Contrato. Los gastos por dichas pruebas suplementarias serán cubiertos por el Fabricante.
- La aprobación de las pruebas y la aceptación de los certificados (informes) de ensayos no liberan de ninguna manera al Proveedor de sus obligaciones contractuales.

## **b) Pruebas y ensayos**

### **• Pruebas de rutina**

Las pruebas de rutina que se indican a continuación estarán incluidas en el costo del transformador.

- ◇ Resistencia óhmica de los arrollamientos.
- ◇ Relación de transformación en vacío y en todas las tomas.
- ◇ Secuencia de fases y grupos de conexión.
- ◇ Medición de la rigidez dieléctrica del aceite.
- ◇ Tensión de cortocircuito y pérdidas en los arrollamientos.
- ◇ Medición de la impedancia de secuencia cero.
- ◇ Medición de la corriente de excitación y las pérdidas de vacío.
- ◇ Medición de las pérdidas totales y de la impedancia de cortocircuito.

- ◇ Ensayo de tensión inducida.
- ◇ Ensayos de tensión aplicada.
- ◇ Medición del factor de potencia del transformador y aisladores pasatapas.
- ◇ Medición del nivel de ruido.
- ◇ Medición del espesor y adherencia de la capa de pintura del tanque y radiadores.

El tablero de control y sus componentes deberán ser probados de acuerdo con los procedimientos indicados en las normas IEC 60298. Las pruebas incluirán como mínimo lo siguiente:

- ◇ Inspección visual completa de los equipos, cableados, acabados, etc.
- ◇ Pruebas de adherencia y medición del espesor de la pintura de panel.
- ◇ Prueba de aislamiento y dieléctricas.
- ◇ Pruebas funcionales de operación.

- **Pruebas Tipo**

Las pruebas Tipo que se indican a continuación se realizarán solamente a solicitud del propietario y serán cotizadas en forma separada.

- ◇ Pruebas de calentamiento a uno de los transformadores del suministro.
- ◇ Prueba de impulso atmosférico a uno de los transformadores del suministro.

### **c) Defectos**

Se considerará un transformador como “unidad defectuosa” cuando no pase alguna de las pruebas indicadas, previstas en las normas indicadas en el ítem b.

#### **2.1.8 Datos Técnicos Garantizados**

El postor presentará con su oferta las Tablas de Datos Técnicos Garantizados debidamente llenadas, firmadas y selladas, las mismas que servirán de base para la evaluación técnico-económica de la oferta presentada y el posterior control de los suministros.

### **2.1.9 Planos, diagramas y manuales**

El fabricante deberá proporcionar folletos, dibujos y manuales de instrucción que ilustren ampliamente el diseño y apariencia del equipo que ofrece.

Al mes de emitida la Orden de Proceder, el Fabricante deberá suministrar para revisión y aprobación cuatro (04) ejemplares de los Planos de DIMENSIONES GENERALES que muestren vistas y detalles de los aparatos y de los Esquemas y Diagramas Eléctricos. Esta documentación deberá contener información suficiente para que el Propietario prevea los requerimientos de la obra civil y los trabajos de diseño ligados a él.

Antes del embarque de los transformadores, el Fabricante deberá suministrar cuatro (04) ejemplares de la documentación anterior, aprobada y revisada por el Propietario y cuatro (04) de los reportes de pruebas del Fabricante y de los manuales de Operación y Mantenimiento.

Al salir de fábrica, cada transformador deberá llevar un juego adicional de la documentación anterior, perfectamente protegido y guardado dentro del gabinete de control, los manuales, leyendas y explicaciones de los planos, dibujos y diagramas, deberán redactarse en idioma español.

Será por cuenta y riesgo del Fabricante cualquier trabajo que ejecute antes de recibir los planos aprobados por el Propietario. Esta aprobación no releva al Fabricante del cumplimiento de las especificaciones y de lo estipulado en el Contrato.

### **2.1.10 Embalaje**

El embalaje y la preparación para el transporte estará sujeto a la aprobación del representante del Propietario, lo cual deberá establecerse de tal manera que se garantice un transporte seguro de todo el material considerando todas las condiciones climatológicas y de transporte al cual estarán sujetas.

Las cajas y los bultos deberán claramente marcarse con el número del contrato u orden de compra y la masa neta y bruta expresada en kg; se incluirá una lista de embarque indicando el detalle del contenido.

Todos los transformadores serán embarcados a destino con un registrador de impactos en las tres direcciones (ejes x,y,z).

Los documentos de entrega del transformador necesariamente deben incluir el papel de registro del registrador de impacto.

Se deberá indicar en la oferta si el transformador será transportado con nitrógeno. En los casos que el transformador sea transportado con nitrógeno, los arrollamientos deberán estar totalmente secos y el Fabricante entregará un reporte indicando la temperatura y la presión del día que fue realizado el embalaje. Asimismo, las tuberías, manómetros y demás accesorios deberán ser protegidos con planchas de hierro debidamente empernadas al tanque, de modo tal que se evite roturas, daños y robos en el trayecto a obra.

En el caso que el transformador sea transportado con aceite, se deberán tomar las provisiones necesarias para que durante todo el transporte no se tenga problemas con la dilatación del aceite durante los cambios de temperatura.

#### **2.1.11 Presentación de Ofertas**

El Proveedor presentará con su oferta la siguiente información:

Tablas de datos técnicos garantizados, debidamente llenadas y firmadas, según el Cuadro de características técnicas.

Protocolos tipo de las pruebas en fábrica.

Planos detallados mostrando las dimensiones en planta y elevaciones, catálogos descriptivos, peso completo.

Descripción detallada del transformador y de su equipo auxiliar.

#### **2.1.12 Comparación de ofertas**

Para determinar la oferta más económica de los diversos postores, se procederá de la siguiente manera: al precio de cada transformador ofertado, se le agregará el valor monetario de las pérdidas indicadas en la Tabla de Datos Técnicos

Garantizados por el postor. El valor monetario de las pérdidas medidas en un transformador, será calculado de la siguiente manera:

El kW garantizado de pérdidas en el hierro se valorizará a US \$ 2470

El kW garantizado de pérdidas en el cobre se valorizará a US \$ 1676

### 2.1.13 Tolerancias, Penalidades y Rechazos

#### a) Tolerancia de las pérdidas garantizadas

- Para las pérdidas totales, 1/10 del valor garantizado
- Para las pérdidas parciales, 1/7 de cada una de ellas, a condición de no pasar la tolerancia sobre el total de las pérdidas

#### b) Penalidades

Cuando las pérdidas del transformador excedan los valores garantizados incluyendo sus tolerancias, se aplicarán las siguientes penalidades:

- **Para las pérdidas en el hierro**

$$P_i = P_{ofe} (P_{fe} - P_{fe.g})$$

Siendo:

$P_i$  = Penalidad en US \$.

$P_{ofe}$  = Valorización de pérdidas en el hierro (US\$/kW)

$P_{fe}$  = Pérdidas medidas en el hierro en kW, después de las pruebas dieléctricas.

$P_{fe.g}$  = Pérdidas en el fierro garantizado con tolerancia.

- **Para las pérdidas en el cobre**

$$P_2 = P_{ocu} (P_{cu} - P_{cu.g})$$

Siendo:

- $P_2$  = Penalidad en US \$
- $P_{ocu}$  = Valorización de pérdidas en el cobre (US\$/kW)
- $P_{cu}$  = Pérdidas medidas en el cobre en kW.
- $P_{cu,g}$  = Pérdidas en el cobre garantizados, con tolerancia.

- **Para el aceite en la parte superior**

Las penalidades por el exceso de temperatura en el aceite, sobre el valor garantizado, serán las siguientes:

De 0 a 2°C	Sin penalidades.
De 2,1 a 3,5°C	2% del costo FOB del transformador.
De 3,6 a 3,5°C	5% del costo FOB del transformador.

## 2.2 Celdas en media tensión

### 2.2.1 Objeto

Las presentes especificaciones técnicas tienen por objeto definir las condiciones de diseño, fabricación y método de pruebas para el suministro de las celdas de 10 kV incluyendo accesorios.

### 2.2.2 Normas Aplicables

Las celdas y materiales componentes, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas, según la versión vigente a la fecha.

IEC 60298	A.C. Metal-Enclosed Switchgear and Controlgear for rated Voltages Above 1 kV and up to and Including 52 kV
IEC 60265	High- Voltage Switches for Rated Voltages Above 1 kV and Less Than 52 kV
IEC 60129	Alternating Current Disconnectors and Earthing Switches
IEC 60694	Common Clauses for High- Voltage Switchgear and Controlgear Standards
IEC 60056	High-Voltage Alternating- Current Circuit-Breakers

### **2.2.3 Características de la celda**

#### **a) Generales**

Las celdas Metal - enclosed, serán unidades modulares de envolvente metálica, de diseño compacto y compartimentadas internamente. Las celdas estarán equipadas según requerimiento con aparatos de corte y seccionamiento a base de hexafluoruro de azufre (SF6) como elemento aislante y agente de corte.

Las celdas Metal – enclosed, serán de instalación interior con grado de protección IP2X o superior, tendrán acceso frontal para la instalación de los cables de energía, asimismo en la parte frontal contarán con un panel donde se centralizarán las funciones de control y mando, los que serán de operación sencilla y segura.

Las celdas serán fabricadas a base de planchas metálicas dobladas de dimensiones y espesores convenientemente seleccionados de manera de proporcionar una estructura rígida y con los aditamentos necesarios para la manipulación, instalación y sujeción al piso.

Asimismo, las láminas metálicas serán galvanizadas y pintadas con pintura de base epóxica para brindar protección contra la corrosión y las características ambientales propias de la ubicación de la planta

#### **b) Sistemas de barras**

Tanto las barras principales como las secundarias ó derivaciones, serán de cobre electrolítico de alto grado de pureza (99.9%), planas y homogéneas. Se les soportará mediante aisladores de porcelana o resina retardante a flamas y con una alta resistencia, a los esfuerzos mecánicos de flexión y tracción.

El sistema, así conformado, deberá ser apto para soportar las sollicitaciones térmicas y dinámicas del sistema sin sufrir deformaciones permanentes.

El sistema de barras será diseñado para correr sobre la parte superior y para su fácil empalme con el sistema de barras existentes o con otras celdas en futuras ampliaciones.

Todas las juntas deberán tener recubrimiento de plata. Los pernos, tuercas, arandelas y demás dispositivos que impidan su aflojamiento serán de acero o bronce de alta resistencia y tendrán recubrimiento de cadmio. Los pernos y aisladores deberán ser instalados de tal forma que faciliten su acceso y operación de mantenimiento.

Para el sistema de puesta a tierra, se contará con una barra de cobre electrolítico a lo largo de todas las celdas instaladas donde se conectarán todas las partes conductoras no energizadas normalmente. Se deberá garantizar la continuidad eléctrica de las partes móviles mediante elementos o dispositivos apropiados para su conexión. El dimensionamiento de esta barra será verificado teniendo en cuenta las solicitaciones de cortocircuito. Se deberá prever las facilidades necesarias para conectar la barra en ambos extremos a la red de tierra de las instalaciones.

### **c) Compartimiento de media tensión**

El compartimiento de media tensión contará con los equipamientos de seccionamiento, interrupción, cuchilla de puesta a tierra, transformadores de corriente e ingreso de los cables de energía.

El acceso a todos los equipos será por el frente de las celdas con lo cual las celdas podrán ser adosadas a la pared.

La operación del equipo principal de maniobra (interruptor extraíble o combinación interruptor - seccionador) deberá efectuarse con la puerta frontal cerrada. Para lo cual contará con los enclavamientos necesarios para una correcta operación y maniobra de los mismos. De ser el caso el interruptor solo se podrá extraer ó introducir si sus contactos principales están abiertos.

El ingreso de todos los cables de fuerza y control será por la parte inferior de las celdas, en consecuencia se preverá orificios y prensacables convenientemente ubicados en la placa inferior.

Para las partes extraíbles, el chasis será fabricado en material metálico galvanizado, adecuado para soportar el aparato de maniobra.

#### **d) Compartimiento de baja tensión**

Este compartimiento estará preparado para albergar a los equipos de baja tensión tales como relés de protección, borneras terminales, protecciones y su correspondiente cableado.

Los cables de control y baja tensión deberán tener un aislamiento de 1000 V, y temperatura de operación de 80° C.

Los cables para circuitos auxiliares de maniobra, control, protecciones y alarmas que deban hacer interconexiones entre compartimentos o paneles en una misma celda, deberán conectarse a las borneras dispuestas para tal efecto.

Los cables de cualquier tipo deberán identificarse en sus dos extremos por medio de un número o letra que será el mismo que le corresponda a los planos de conexionado, para lo cual se utilizarán anillos identificadores, cuya rotulación será clara y durable, no debiéndose afectarse por la humedad.

El cableado interno se realizará de tal forma que queden agrupadas las borneras por función como; control, medición, alarma, señalización, etc.

El recorrido interno de los conductores eléctricos de mando, señalización y alarma, se realizarán por canales de cables de plástico dieléctrico y auto extingible con tapa del mismo material, estos canales se fijarán rígidamente al panel y a una distancia tal de las borneras, que permita visualizar la identificación de cada conductor, sin necesidad de retirar la tapa del canal.

Con referencia a las borneras, todos los circuitos auxiliares de los tableros ó aparatos deben terminar en borneras convenientemente dispuestas en cada panel, con una clara rotulación por borne y del conjunto de bornes (regleta). El espacio de bornes de reserva por conjunto de bomeras (regleta) será del orden del 10%.

### e) **Rótulos**

Los rótulos para identificar, los diversos aparatos de maniobra y celdas serán láminas de plástico, con letras de color negro y fondo blanco, con un espesor de 3/16" como mínimo y serán fijados a las superficies mediante pernos.

### f) **Condiciones ambientales**

Las condiciones ambientales a tener en cuenta para el diseño de las Celdas serán las siguientes:

Altitud:	50 m.s.n.m.
Temperatura:	Máxima 35 °C
	Media 18 °C
	Mínima 14 °C
Humedad relativa:	90 %

## 2.2.4 **Características del equipamiento**

### a) **Interruptor automático**

- **Características Generales**

El interruptor automático estará compuesto por tres polos separados con medio de extinción de arco a base de gas hexafluoruro de azufre (SF6), serán de operación tripolar y para montaje interior en celdas.

- **Requerimiento de diseño**

- ◇ Elementos de conducción de la corriente

Los elementos conductores deberán ser 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 deberán diseñarse para asegurar, permanentemente una resistencia de contacto de bajo valor.

◇ Mecanismo de interrupción del arco

El Interruptor será capaz de romper la continuidad de cualquier corriente, desde cero hasta su capacidad de interrupción nominal.

El mecanismo de interrupción del arco deberá diseñarse con suficiente factor de seguridad, tanto mecánica como eléctricamente, en todas sus partes.

◇ Mecanismo de cierre y apertura

El Interruptor deberá estar diseñado para operación eléctrica local-manual y a distancia.

El interruptor será del tipo disparo libre. El mecanismo de apertura deberá diseñarse en forma tal que asegure la apertura del interruptor en el tiempo especificado si la señal de disparo se recibiera en las posiciones de totalmente o parcialmente cerrado. Según sea el requerimiento, la bobina de disparo deberá ser capaz de abrir el interruptor en los límites del rango de tensión auxiliar especificados.

### Resistencia mecánica

Los interruptores deberán estar diseñados mecánicamente para soportar los esfuerzos debidos a la apertura y cierre del interruptor.

◇ Contactos auxiliares

El interruptor estará provisto de contactos auxiliares, cuya cantidad mínima será de cuatro (04) normalmente abiertos y cuatro (04) normalmente cerrados.

◇ Datos de placa

El interruptor deberá tener una placa, con inscripciones en idioma castellano, situada en lugar visible y que deberá tener el nombre del fabricante., tipo y serie del equipo, corriente nominal, tensión nominal, tensión máxima de diseño, tensión

impulso, frecuencia nominal, capacidad de interrupción, capacidad de corriente instantánea, año de fabricación, tensión de operación del circuito de control,

- **Características Eléctricas**

Tensión nominal del sistema:	10 kV
Tensión máxima de servicio:	17,5 kV
Frecuencia nominal:	60 Hz
Nivel de aislamiento:	
Tensión de resistencia a la onda de impulso:	95 kVp
Tensión de resistencia a la frecuencia industrial:	38 kV
Corriente nominal:	630 A
Corriente de corta duración (1s):	16 kA
Acción de dispositivo de mando:	Tripolar
Tensión de alimentación bobinas y motor:	24 Vdc

- **Accesorios**

Los siguientes accesorios deberán ser suministrados con el interruptor:

Placa de identificación.

Indicadores de posición mecánicos.

Bobinas de apertura y cierre (según requerimiento)

Contactos auxiliares y contactos adicionales previstos para control, supervisión e indicación de posición (futuros).

Indicador de presencia de tensión.

- **Pruebas**

Los interruptores deberán ser sometidos a pruebas de fabricación de acuerdo a normas IEC.

**b) Seccionador de aislamiento y de puesta a tierra**

- **Características generales**

El seccionador de aislamiento y de puesta a tierra estará conformado por tres contactos en medio aislante de gas hexafluoruro de azufre (SF6), será de operación tripolar y para montaje interior en celdas.

El seccionador vendrá con tres posiciones definidas: cerrado, abierto y puesto a tierra y será de mínimo de mantenimiento.

- **Requerimiento de diseño y construcción**

#### Contactos

Los contactos deberán ser capaces de soportar continuamente la corriente nominal a la frecuencia nominal de operación, sin necesidad de mantenimiento excesivo; será, además, robustos, balanceados y estables frente a los efectos de las corrientes de cortocircuito y a las operaciones bruscas de apertura y cierre.

#### Mecanismo de operación

El seccionador estará previsto para ser accionado manualmente mediante manivela.

#### Sistema de enclavamiento

El diseño deberá prever un sistema de enclavamiento para asegurar que el seccionador solo accione cuando el interruptor asociado esté abierto.

#### Sistema de puesta a tierra

El seccionador deberá contar con contactos para la conexión a tierra y con un sistema de enclavamiento tal que éste solo actúe cuando el interruptor esté abierto.

- **Características eléctricas**

- Tensión nominal del sistema:	10 kV
- Tensión máxima de servicio:	17,5 kV
- Frecuencia nominal:	60 Hz
- Nivel de aislamiento:	
- Tensión de resistencia a la onda de impulso:	
Aislamiento	95 kVp
Seccionamiento	110 kVp

- Tensión de resistencia a la frecuencia industrial:
 

Aislamiento	38 kV
Seccionamiento	45 kV
- Corriente nominal: 630 A
- Corriente de corta duración (1 s): 16 kA
- Acción de dispositivo de mando: Tripolar

### c) Relé de Protección

- **Características generales**

Las Celdas Metal – Enclosed, contarán en el panel frontal con los siguientes relés, según sea el caso:

- Para protección de transformador: un (01) relé electrónico de intervención rápida con las funciones de protección de sobrecorriente en instantáneo y temporizado para operación por sobrecarga permanente o falla entre fases. Contará además con diversos rangos de ajuste así como diversos tipos de curva a ser seleccionada de acuerdo al tipo de protección escogida.
- Para protección de alimentador: un (01) relé autónomo de intervención rápida integrado al interruptor con sus sensores correspondientes, con las funciones de protección de sobrecorriente en instantáneo y temporizado para operación por sobrecarga permanente o falla entre fases. Contará además con diversos rangos de ajuste así como diversos tipos de curva a ser seleccionada de acuerdo al tipo de protección escogida.

El consumo de los relés en VA deberá ser el mas bajo posible y deberán estar provistos de enchufes de pruebas de tipo corredizo u otro, a fin de poder efectuar pruebas sin necesidad de mover el relé.

Para el caso del relé electrónico para protección de transformador, deberán operar bajo las siguientes características:

- Corriente de entrada: 5 A
- Tensión auxiliar: 24 +10%/-15% Vcc

- **Pruebas**

Los relés deberán ser sometidos a las siguientes pruebas en fabrica:

- Inspección general y revisión del cableado.
- Pruebas de características de los relés.

Todas las inspecciones y pruebas requeridas deberán ser presenciadas por representantes autorizados del propietario.

Todos los protocolos de pruebas serán entregados por el vendedor con los certificados de inspección y pruebas correspondientes. Los informes detallados y completos incluyendo datos de medidas, diagramas, gráficos, etc., serán entregados por el fabricante inmediatamente después de la realización de los ensayos. Tales informes serán elaborados en idioma español.

**c) Transformador de Corriente**

- **Características generales**

Los transformadores de corriente serán para fines de protección, para montaje interior en celda y completamente herméticos.

- **Requerimiento de diseño y construcción**

- ◇ Aislamiento

El aislamiento de los transformadores de corriente será el adecuado para conectarlo a la red entre fase y tierra. El nivel de aislamiento estará basado en la tensión máxima del equipo.

- ◇ Requerimientos de diseño y construcción

El comportamiento de los transformadores estará basado en la corriente nominal primaria y secundaria de la carga, siendo según sea el caso:

- Para protección de transformador: La relación de transformación de 400-200/5 A. La clase de precisión y la carga nominal será 5P20 y 10 VA respectivamente.
- Para protección de alimentador: La relación de transformación sugerida por el fabricante buscando que este sea adecuado para el relé autónomo integrado al interruptor.

Los transformadores de corriente se diseñarán para soportar, durante un segundo, los esfuerzos mecánicos y térmicos debido a un cortocircuito en las terminales del primario, con el secundario en cortocircuito, sin exceder los límites de temperatura recomendada por la norma IEC.

En los terminales del equipo se marcará la polaridad perfectamente clara, fácilmente identificable. Las marcas de los terminales deben identificar: el arrollamiento primario, los arrollamientos secundarios de cada núcleo, las derivaciones intermedias y las polaridades relativas de los arrollamientos y sus secciones.

- **Pruebas**

Los transformadores de corriente deberán ser sometidos a las pruebas comprendidas en las Normas IEC vigentes en la fecha de suscripción del contrato de compra.

- **Datos de placa**

La placa de características deberá ser de acero inoxidable. Contendrá la siguiente información siguiente: Tensión máxima del equipo, clase de aislamiento y tensión de impulso, marca, número de serie, Tipo (designación del fabricante), Relación de Transformación en términos de corriente primaria y corriente secundaria, temperatura de trabajo, clase y potencia de precisión, frecuencia, potencia y posición de montaje.

### **2.2.5 Equipamiento de Celdas**

El equipamiento asociado a cada una de las celdas será como se indica en los siguientes ítems:

**a) Celda N° 1 y 2 (Celda protección transformador)****• Características generales**

Celda Metal – enclosed del tipo interior de dimensiones 800x1600x900 aproximadamente con ingreso de cables por la parte inferior y salida por la parte lateral para acople con las celdas que alojarán los equipos de corte y protección.

**• Características Eléctricas**

Celda Metal – enclosed 17,5 kV, 630 A, 16 kA, 95 kVp.

Sistema de barras 17,5 kV, 630 A, 16 kA, 95 kVp..

Interruptor automático de 17,5 kV, 630 A, 16 kA, 95 kVp.

Seccionador de aislamiento y de puesta a tierra 17,5 kV, 630 A, 16 kA, 95 kVp.

Relé electrónico, con las funciones de protección: 50/51 y 46, entradas de señal de protección propia del transformador (imagen térmica, y relé Buchhloz) y comunicación en red.

Transformadores de corriente, 200/5 A, para protección 10 VA – 5P20.

Indicadores de presencia de tensión, sobre los terminales de los cables.

Ver características en tabla de Datos Técnicos Garantizados.

**b) Celda N° 3 (Celda de conexión de cables de entrada)****• Características generales**

Celda Metal – enclosed del tipo interior de dimensiones 400x1600x900 mm aproximadamente, con ingreso de cables de energía por la parte inferior y sistema de barras por la parte superior, con salida lateral para empalme con otras celdas.

**• Características eléctricas**

Celda Metal – enclosed 17,5 kV, 630 A, 16 kA, 95 kVp.

Indicadores de presencia de tensión, sobre los terminales de los cables.

Ver características en tabla de Datos Técnicos Garantizados.

### **c) Celda N° 4 (Celda protección alimentador)**

- **Características generales**

Celda Metal – enclosed del tipo interior de dimensiones 800x1600x900 aproximadamente con ingreso de cables por la parte inferior y salida por la parte lateral para acople con las celdas que alojarán los equipos de corte y protección.

- **Características Eléctricas**

Celda Metal – enclosed 17,5 kV, 630 A, 16 kA, 95 kVp.

Sistema de barras 17,5 kV, 630 A, 16 kA, 95 kVp..

Interruptor automático de 17,5 kV, 630 A, 16 kA, 95 kVp.

Seccionador de aislamiento y de puesta a tierra 17,5 kV, 630 A, 16 kA, 95 kVp.

Relé autónomo integrado al interruptor, con las funciones de protección: 50/51 y comunicación en red.

Sensores de corriente, adecuados para el relé autónomo integrado al interruptor.

Indicadores de presencia de tensión, sobre los terminales de los cables.

Ver características en tabla de Datos Técnicos Garantizados.

### **2.2.6 Pruebas**

El proveedor presentará al propietario tres (03) copias certificadas de los documentos que demuestren que todas las pruebas señaladas en las Normas indicadas han sido realizadas y que los resultados obtenidos están de acuerdo con esta especificación y la oferta del postor.

El costo de efectuar tales pruebas estará incluido en el precio cotizado por el postor.

### **2.2.7 Embalaje**

El proveedor efectuará el embalaje apropiado de los materiales y equipos para asegurar su protección durante el transporte por vía marítima, terrestre o aérea. En el embalaje se usará material de relleno, que asegure una buena protección en caso de que las cajas que contienen los materiales sufran golpes o daños durante las maniobras de carga y descarga.

Para proteger los materiales de la humedad se usarán cubiertas herméticas o bolsas conteniendo material higroscópico.

Cada cajón deberá tener impresa la siguiente información:

- Nombre del propietario.  
Tipo de material y cantidad.
- Nombre del fabricante.
- Masa neta y total.

### **2.2.8 Información técnica requerida**

El postor presentará con su oferta las hojas de características técnicas garantizadas, debidamente llenadas, para su homologación.

Deberá incluir también, la siguiente información:

- Catálogos del fabricante en los que se muestren fotografías o dibujos con las dimensiones y características eléctricas de los materiales.

### **2.2.9 Garantía**

El Suministrador garantizará el total del equipamiento por un período de por lo menos veinticuatro (24) meses a partir de la fecha de entrega.

La reparación de averías ocasionadas en régimen de operación normal y la reposición de elementos y equipos deteriorados durante ese período serán a su cargo, incluyendo gastos de transporte de personal y recursos materiales que se empleen para la subsanación de las averías, a satisfacción del Propietario

## **2.3 Tableros de distribución en 440V**

### **2.3.1 Alcance**

Las presentes especificaciones comprenden la fabricación pruebas y suministros de tableros ubicados en el lado de 440V correspondientes a los tableros de fuerza principal de la subestación de la Planta.

### **2.3.2 Normas aplicables**

Cada equipo, sus componentes y accesorios, deberán cumplir con la última edición publicada de las siguientes normas:

- NEC                      National Electrical Code.
- ASTM                    American Society for Testing and Materials.
- CNE                      Código Nacional de Electricidad del Perú
- IEC                        International Electrotechnical Commission

### **2.3.3 Características Generales**

El Tablero Principal de Distribución en 440V se alimentará de una red trifásica proveniente de los transformadores ubicados en la subestación de la Planta de Congelado.

Los tableros incluirán interruptores, barras, aisladores, transformadores de medida, equipos de medición y protección incluidos en la presente especificaciones y en la tabla de datos técnicos, todos éstos serán nuevos y deberán encontrarse en perfectas condiciones. Los tableros serán 11 dos de ellos como reservas, alimentados de un juego doble de barras pintadas, cada juego de 4x120x10 mm provenientes del secundario de cada transformador de 3/3,6 MVA

Los tableros serán metálicos, del tipo autosoportado con acceso mediante puertas abisagradas por la parte frontal a los interruptores y/o conmutadores. Por la parte posterior se tendrá acceso al sistema de barras de capacidad nominal 5000A mediante puertas desmontables sujetadas mediante pernos. El cierre de las puertas frontales se hará mediante manijas con llave.

Los tableros serán fabricados con planchas de acero laminado en frío de 2.5 mm de espesor, sometido a un acondicionamiento metálico de limpieza profunda con tratamiento de fosfatizado por inmersión y protegido y acabado con pintura base anticorrosivo epóxica y doble capa de esmalte color RAL 7032.

Toda la ferretería asociada, pernos, tuercas y arandelas serán de acero galvanizado según normas ASTM.

#### **2.3.4 Características Eléctricas**

En general los y tableros y sus componentes (interruptores, barras, etc.) deberán estar diseñados para operar con una tensión nominal de 460 Vca, un rango de variación de tensión de  $\pm 10\%$  y una corriente de cortocircuito de 65 kA.

#### **2.3.5 Reserva y futuras ampliaciones**

Los tableros se suministrarán preparados con dos tableros de reserva ubicados a los extremos para lo cual se deberá dejar las barras preparadas para la instalación de los seccionadores e interruptores sin que se precise efectuar ninguna operación de corte, taladrado o soldadura en la estructura de los tableros.

#### **2.3.6 Prescripciones relativas a la accesibilidad**

Todos los equipos de los tableros deberán ser accesibles para su verificación, desmontaje y/o montaje por mantenimiento, desde la parte frontal, y para acceso a las barras por la parte posterior todo esto sin interferir con otros equipos próximos en tensión, o con obstáculos en función de la ubicación que se indique, estarán modulados de tal forma que si por manipulación cae alguna herramienta, pernos etc., éste no debe caer en otro módulo de la unidad.

Las barras generales y conexiones eléctricas situadas en las partes fijas que no requieran intervenciones habituales de operación serán accesibles mediante planchas fijadas a la estructura.

Con los tableros en servicio y bajo tensión podrán realizarse las siguientes operaciones:

- Inspección visual de los aparatos de conexión y medición.
- Maniobra de los seccionadores (en vacío).

### **2.3.7 Prescripciones relativas al mantenimiento y servicio**

Estará permitido efectuar ciertas operaciones de mantenimiento en un tablero mientras las adyacentes están bajo tensión, tomando ciertas medidas de seguridad. Se podrá realizar inspección en servicio de los aparatos de protección, mando, señalización y medida con la puerta abierta.

### **2.3.8 Entrada de barras**

La entrada de barras para alimentar a cada uno de los dos interruptores principales de 5000 A (ingreso a los tableros) será por la parte superior del compartimiento con juego de barras de cobre electrolítico de 4-120x10 mm por fase, según se indica en los planos, para esto se dispondrá de agujeros en la parte superior de los Tableros de Fuerza donde estas ubicados los interruptores de 5000 A..

### **2.3.9 Salida de cables**

La salida de cables será por la parte inferior de los tableros en sus respectivas bandejas, para esto se dispondrá una cámara de acceso a los terminales con espacio suficiente para efectuar la conexión de los cables de forma holgada.

### **2.3.10 Placa de identificación**

Sobre el frente de los tableros, se ubicará un sinóptico funcional éste será de material plástico y perfectamente adherido a la plancha.

Se dispondrán rótulos para la identificación de cada uno de los tableros. Estos rótulos irán atornillados en la parte frontal superior de las celdas. Las etiquetas serán de plástico laminado, con letras blancas grabadas en fondo negro, de 10 mm de altura mínima.

### **2.3.11 Placa de características**

En el frente de cada tablero se instalará una placa de características conteniendo como mínimo la siguiente información:

Fabricante.

Año y nº de fabricación.

Tensión de aislamiento.

Intensidad en Barras.

Intensidad de cortocircuito.

### **2.3.12 Resistencia anticondensación**

Cada panel contará con una resistencia anticondensación tipo blindada y con aletas, montada en la parte inferior de cada columna y situada de forma que no pueda dañar los cables o elementos próximos, será alimentada con una tensión de 220 Vca, 60 Hz, monofásico y dispondrá de un sistema de protección adecuado, estando controlado individualmente por termostato.

### **2.3.13 Iluminación interna**

Cada tablero tendrá un sistema de iluminación será integrado al interior de la cubierta metálica, con luminarias del tipo fluorescentes compactos con encerramiento IP52, alimentado con una tensión de 220 Vca, 60 Hz, monofásico, de tal forma que donde se requiera efectuar operaciones de control y/o mantenimiento se disponga de iluminación con lámpara protegida con difusor y activada por un micro interruptor.

### **2.3.14 Riesgos de incendios**

Los materiales estarán elegidos de manera que reduzcan la probabilidad de incendio debido a la probable ignición por un componente eléctrico bajo tensión aún en caso de una utilización anormal previsible, un funcionamiento defectuoso o una avería. Los materiales a emplear garantizarán reducir el impacto de los daños debidos al fuego, limitando su propagación, y reduciendo al máximo la producción de humos tóxicos, por tal se elegirán materiales autoextinguibles, no propagadores

de la llama y que tengan características de emitir cantidades nulas o mínimas de efluentes potencialmente peligrosos como son los gases halogenados. Para tal efecto deberán tomarse en cuenta las normas vigentes al respecto según IEC.

### **2.3.15 Construcción**

La cubierta metálica será del tipo normalizada según Normas IEC, construida con plancha de acero con un espesor mínimo de 2.5 mm en estructura y 2 mm de puertas, separadores y cierres fijos y estará dispuesta de tal forma que conformen un conjunto único autosoportado, con planchas, totalmente soldadas, con un sistema doble de barras en la parte posterior y reforzadas para soportar sin daño corrientes de falla, como mínimo a la capacidad de cortocircuito de los dispositivos de corte.

El conjunto autosoportado tendrá cáncamos de izaje, los cuales se dispondrán de forma tal que no produzcan deformaciones de la estructura mecánica o deterioro de los circuitos eléctricos fijos, en ninguna de las operaciones de traslado, desplazamiento sobre rodillos, elevación y/o maniobras.

Las dimensiones serán según los estándares y dimensiones de los fabricantes, previa aprobación del Propietario.

Cada columna o panel tendrá una estructura fabricada en perfiles de hierro y planchas reforzadas, preferentemente soldada, para formar una unidad compacta, de forma que el conjunto resista sin deformarse los esfuerzos máximos previstos y sin que se transmitan vibraciones.

Todo el conjunto será lo suficientemente robusto como para impedir que la eventual deformación originada en una cabina o cubículo se propague a las adyacentes.

La plancha o los perfiles de cada columna llevarán en la base unos agujeros para el anclaje del cuadro al pavimento o a la bancada que oportunamente se disponga y se coordine con el Propietario.

Los bloques de terminales para conexión de los cables de fuerza o control estarán situados como mínimo a 600 mm del suelo, dispuesto de tal forma que los cables de salida lo hagan por la parte inferior.

Deberá también incluirse un sistema de ventilación por medio de rejillas ubicadas en la parte frontal superior e inferior, estas rejillas tendrán filtros para no permitir el ingreso de polvo ó material extraño, los filtros serán de fácil acceso para su mantenimiento.

### **2.3.16 Sistema de barras**

El sistema de barras de 5000A de capacidad nominal será diseñado para correr sobre la parte posterior y para su fácil empalme con cada uno de los alimentadores (cargas). Tanto las barras principales como las secundarias o derivaciones serán de cobre electrolítico de alto grado de pureza con un 99.9%, según Normas IEC o equivalentes; serán planas y homogéneas diseñadas para operar en forma continua, mínimo a la corriente nominal de las celdas con una temperatura de 65°C sobre la temperatura ambiente de 40 °C.

Las barras serán soportadas mediante aisladores de resina epoxi, retardante a flamas y con una alta resistencia a los esfuerzos mecánicos de flexión.

Todas las juntas deberán tener recubrimiento de plata y los pernos, tuercas, arandelas y demás dispositivos que impidan su aflojamiento, de acero o bronce de alta resistencia tendrán recubrimiento de cadmio. Los pernos y aisladores deberán ser instalados de tal forma que faciliten su acceso y operación de mantenimiento.

El fabricante deberá disponer, si fuera necesario, las oportunas juntas de dilatación a fin de no someter los soportes de barras a esfuerzos excesivos. El tipo de junta flexible será formado por láminas de cobre plateadas, debiendo someterse a la aprobación del Propietario; el sistema de fijación de las barras impedirá su movimiento en sentido perpendicular, pero deberá permitir la dilatación y el desplazamiento axial.

Para la Identificación de las barras se tomará en cuenta los siguientes códigos de colores:

Fase R	Verde.
Fase S	Blanco.
Fase T	Rojo.
Tierra	Amarillo con franjas verdes.

### **2.3.17 Cableado, bornes y terminales**

Los cables de control y fuerza deberán tener un aislamiento para 750 V, 90°C o equivalente, con conductor de cobre cableado; deberán estar calificados por UL como SIS y TC (Tray Cable); el aislamiento tendrá propiedades retardantes a la llama, no propagador de incendios y nula emisión de gases halógenos.

Las mínimas secciones de los cables a emplear serán:

- 6 mm<sup>2</sup> (10 AWG), para los circuitos de iluminación y fuerza.
- 2.5 mm<sup>2</sup> (14 AWG), para los circuitos de control y señalización.
- 4 mm<sup>2</sup> (12 AWG), para circuitos de los transformadores de corriente.

El recorrido interno de los conductores eléctricos se realizarán por canales de plástico ventilados dieléctricos y auto extingible, con tapa del mismo material, estos canales se fijarán rígidamente al panel y serán utilizadas como máximo al 80% de su sección útil.

Con referencia a las borneras, todos los circuitos auxiliares de los tableros o aparatos deben terminar en borneras convenientemente dispuestas en cada panel. El espacio de bornes de reserva por conjunto de borneras (regleta) será del orden del 10%.

Los cables de acometida de los distintos alimentadores se conectarán a lugares accesibles que permitan el manipuleo, mantenimiento o reparación sin sacar de servicio la unidad y de manera de dar seguridad al personal.

### 2.3.18 Puesta a tierra

A efectos de puesta a tierra se dispondrá una barra o platina de cobre electrolítico a lo largo de la celda en la parte inferior de dimensiones 50 x 5 mm.

En cada extremo de dicha barra se dispondrán unos terminales para conexión del cable de tierra que se especifique. También se dispondrán de agujeros taladrados para conexión de conductores exteriores.

Todas las partes metálicas sin tensión y equipos se pondrán a tierra a través de dichas barras.

Las puertas se pondrán a tierra a través de un cable flexible.

Las conexiones de las barras dispondrán de puntos accesibles físicamente adecuados para facilitar la puesta a tierra de elementos portátiles.

### 2.3.19 Equipamiento

#### a) Interruptores

Los interruptores ubicados en el lado de baja tensión de los tableros de Fuerza Principal de la subestación serán de caja abierta, termomagnéticos con bobinas de cierre, apertura y motor para mando.

#### CARACTERISTICAS

Poder de corte último	65 kA (rms) – 440V
Número de polos	3
Tensión de aislamiento	1 kV
Corriente Nominal	De acuerdo a la descripción de los tableros.

#### b) Seccionador tripolar

Los seccionadores estarán ubicados solo en las celdas que sirven de alimentación a las cargas y serán de capacidad similar a los interruptores que los proceden; asimismo tendrán enclavamiento mecánico con éstos a fin de evitar su operación bajo carga.

## CARACTERISTICAS

Tres posiciones	I-O-II
Número de polos	3
Tensión de aislamiento	1 kV
Corriente Nominal	De acuerdo a la descripción.
Tipo de operación	Manual sin carga mediante manija externa

### c) Equipo de medición multifunción

El equipo de medición será electrónico de tipo multifunción para medición de diversos parámetros eléctricos tales como tensión, corriente, potencia, energía. También contará con registro de valores máximos y mínimos. Tal equipo deberá contar también con su respectivo elemento de protección en la entrada de tensión y la alimentación. Las características principales se muestran a continuación:

Tensión de aislamiento	1KV
Entrada de corriente	5 A
Comunicaciones	Modbus
Puerto de comunicaciones	RS485

### d) Transformadores de corriente

Los transformadores de corriente serán para fines de medición, para montaje en el interior de la celda y completamente herméticos. Se diseñarán para soportar, durante un segundo, los esfuerzos mecánicos y térmicos debido a un cortocircuito en las terminales del primario, con el secundario en cortocircuito, sin exceder los límites de temperatura recomendada por la norma IEC.

En los terminales del equipo se marcará la polaridad perfectamente clara, fácilmente identificable. Las marcas de los terminales deben identificar: el arrollamiento primario y el arrollamiento secundario.

La placa de características deberá ser de acero inoxidable y tendrá la siguiente información: Tensión máxima del equipo, clase de aislamiento, marca, Número de serie, Tipo, Relación de Transformación en términos de corriente primaria y corriente secundaria, temperatura de trabajo, clase y potencia de precisión, frecuencia, potencia y posición de montaje.

#### CARACTERISTICAS ELECTRICAS

Tensión de aislamiento	1 kV
Clase de precisión	0,5
Carga nominal	10 VA
Corriente Nominal Primaria	4500
Corriente Nominal Secundaria	5
FS	5
Tipo de núcleo	Toroide
Pruebas	Según IEC

#### **e) Controlador Permanente de Aislamiento (Equipo de detección de fallas a tierra)**

En los tableros principales de llegada (TDF 5 y 6) se instalarán equipos de detección de fallas a tierra para sistemas con neutro aislado. Estos equipos cuya función es medir la resistencia de aislamiento del sistema tendrán también la capacidad de detectar fugas de la red con respecto a tierra.

El equipo contará con la señalización adecuada para indicación de funcionamiento normal o presencia de algún defecto a tierra, para lo cual contará también con un equipo de alarma del tipo sonora (bocina), además de un dispositivo limitador de sobretensiones para protección del equipo.

### **2.3.20 Descripción de los tableros**

Basados en las especificaciones se lista en la tabla 2.1 el equipamiento requerido para los tableros:

### **2.3.21 Embalaje**

La cubierta metálica de los tableros y equipamiento serán convenientemente embalados para su transporte, el recubrimiento será cerrado en sus seis lados y se colocará bolsas con material deshumedecedor del aire en el interior del paquete, en cantidad suficiente.

Todo el conjunto será luego embalado en madera para evitar los golpes que puedan ocurrir durante el transporte. En todos los casos se debe asegurar que el conjunto esté protegido contra vibraciones y humedad producto del transporte, para esto se adjuntará al embalaje, las instrucciones para su manipuleo durante la carga y descarga y para su ensamblaje en el lugar del destino.

El embalaje deberá asegurar que luego del transporte a obra, se conserven los valores y magnitudes medidos durante las pruebas protocolares, de manera de asegurar un perfecto funcionamiento de los equipos en el lugar de destino para ésto el fabricante entregará un plan de trabajo y procedimiento para el embalaje y transporte para aprobación del Propietario.

### **2.3.22 Pruebas**

Se efectuarán en fábrica, previo al despacho, los ensayos de rutina. Todas las pruebas serán realizadas según lo indicado en los estándares IEC.

Las siguientes pruebas, como mínimo, deben ser efectuadas en presencia de un representante del Propietario al cual se le notificará con un mínimo de 15 días de anticipación

Visual, dimensional y alineamiento.

Secuencia de maniobras (mínimo 20 veces).

Rigidez dieléctrica para estándares IEC.

Inspección de la calidad de la carpintería, estructuras, espesores de capa de pintura, etc. antes del montaje del equipamiento.

Los proveedores deberán incluir copia de los formatos de protocolos de pruebas, para aprobación del Propietario.

### **2.3.23 Información técnica requerida**

El postor presentará con su oferta las hojas de características técnicas garantizadas, además de catálogos del fabricante con dimensiones y características eléctricas.

### **2.3.24 Garantía**

El Suministrador garantizará el total del equipamiento por un período de por lo menos doce (12) meses a partir de la puesta en servicio.

La reparación de averías ocasionadas en régimen de operación normal y la reposición de elementos y equipos deteriorados durante ese período serán a su cargo, incluyendo gastos de transporte de personal y recursos materiales. a satisfacción del Propietario.

**TABLA N° 2.1: Características Principales de los tableros**

TABLEROS DE FUERZA (TDF)	Sistema doble de barras, 5000A, 65 kA, 460V	Interruptor automático tripolar, 65 kA, 460V con unidad de control y protección electrónica (funciones L-S-I)	Función de medición de corriente en el interruptor	Función de medición de energía en el interruptor	Capacidad del conmutador tripolar de tres posiciones	Equipo controlador permanente de aislamiento	Medidor multifunción. Incl. 2 transformador de corriente 5000/5
TDF 1 (Reserva)	OK (*)						
TDF 2	OK	Si, 630 A	Si		630 A		
TDF 3	OK	Si, 2000 A	Si		2000 A		
TDF 4	OK	Si, 2000 A	Si		2000 A		
TDF 5	OK	Si, 5000 A	Si	Si		Si	Si
TDF 6	OK	Si, 5000 A	Si	Si		Si	Si
TDF 7	OK	Si, 1600 A	Si		1600 A		
TDF 8	OK	Si, 2000 A	Si		2000 A		
TDF 9	OK	Si, 1600 A	Si		1600 A		
TDF 10	OK	Si, 630 A	Si		630 A		
TDF 11 (Reserva)	OK (*)						

**Notas:**

(\*) Por ser de reserva y estar ubicados en los extremos la capacidad de éstas barras es 4000 A

La unidad de medición de los interruptores deberá ser de preferencia con display y deberá contar con puerto de comunicaciones para integrarse a un SCADA en el futuro.

Para los interruptores de 5000A la unidad de control y protección deberá contar además alarma y señalización.

Los conmutadores deberán tener un enclavamiento mecánico con el interruptor correspondiente.

## **2.4 Tablero de distribución en 220 V**

### **2.4.1 Normas aplicables**

Cada equipo, sus componentes y accesorios, deberán cumplir con las siguientes Normas:

NEC	National Electrical Code.
ASTM	American Society for Testing and Materials.
CNE	Código Nacional de Electricidad del Perú
IEC	International Electrotechnical Commission

### **2.4.2 Características Generales**

El Tablero de Distribución Principal en 220V se alimentará de una red trifásica proveniente del secundario de un transformador de 500 KVA ubicado cerca de la subestación, incluirá interruptores, barras, aisladores, considerados en la presente especificaciones y en la tabla de datos técnicos, todos éstos serán nuevos y deberán encontrarse en perfectas condiciones.

El tablero será metálico, del tipo autosoportado con acceso mediante puertas abisagradas por la parte frontal al interruptor. El cierre de las puertas frontales se hará mediante manijas con llave, será fabricado con planchas de acero laminado en frío de 2.5 mm de espesor, sometido a un acondicionamiento metálico de limpieza profunda con tratamiento de fosfatizado por inmersión y protegido y acabado con pintura base anticorrosivo epóxica y doble capa de esmalte color RAL 7032.

Toda la ferretería asociada, pernos, tuercas y arandelas serán de acero galvanizado según normas ASTM.

### **2.4.3 Características Eléctricas**

En general el tablero y sus componentes deberán estar diseñadas y construidos para operar con 220 Vca, un rango de variación de tensión de  $\pm 10\%$  y una corriente de cortocircuito de 42 kA

#### **2.4.4 Prescripciones relativas a la accesibilidad**

El tablero deberá ser accesibles para su verificación y mantenimiento, desde la parte frontal, y para acceso por la parte posterior todo esto sin interferir con otros equipos próximos en tensión, estará modulado de tal forma que si por manipulación cae alguna herramienta, pernos etc., éste no debe caer en otro módulo de la unidad.

Con el tablero en servicio y bajo tensión podrán realizarse la inspección visual de los aparatos de conexión. Estará permitido efectuar ciertas operaciones de mantenimiento en el tablero tomando ciertas medidas de seguridad.

#### **2.4.5 Entrada y salida de cables**

La entrada de cables de alimentación al interruptor principal será por la parte superior del compartimiento, mientras que la salida será por la parte inferior. Una vez conectados todos los cables, el acceso podrá ser fácilmente sellado para evitar entrada de roedores y/o protección contra el fuego, según convenga. En caso de cables unipolares dicha plancha será de material no magnético.

#### **2.4.6 Placa de identificación**

Las recomendaciones serán las mismas utilizadas para los tableros de Fuerza de 440V (ver ítem 2.3.10).

#### **2.4.7 Placa de características**

Las recomendaciones serán las mismas utilizadas para los tableros de Fuerza de 440V (ver ítem 2.3.11).

#### **2.4.8 Resistencia anticondensación**

Las recomendaciones serán las mismas utilizadas para los tableros de Fuerza de 440V (ver ítem 2.3.12).

#### **2.4.9 Iluminación interna**

Las recomendaciones serán las mismas utilizadas para los tableros de Fuerza de 440V (ver ítem 2.3.13).

#### **2.4.10 Riesgos de incendios**

Las recomendaciones serán las mismas utilizadas para los tableros de Fuerza de 440V . (ver ítem 2.3.14)

#### **2.4.11 Construcción**

Las recomendaciones de construcción serán similares a las utilizadas para los tableros de Fuerza de 440V . (ver ítem 2.3.15)

#### **2.4.12 Sistema de barras**

El sistema de barras tendrá una capacidad nominal de 1000 A será diseñado para correr sobre la parte posterior y para su fácil empalme con las celdas de las cargas, serán de cobre electrolítico de alto grado de pureza con un 99.9%, según Normas IEC o equivalentes; serán planas y homogéneas diseñadas para operar en forma continua, mínimo a la corriente nominal de las celdas con una temperatura de 65°C sobre la temperatura ambiente de 40 °C.

Las barras serán soportadas mediante aisladores de resina epoxi, retardante a flamas y con una alta resistencia a los esfuerzos mecánicos de flexión.

Todas las juntas deberán tener recubrimiento de plata y los pernos, tuercas, arandelas y demás dispositivos que impidan su aflojamiento, de acero o bronce de alta resistencia tendrán recubrimiento de cadmio. Los pernos y aisladores deberán ser instalados de tal forma que faciliten su acceso y operación de mantenimiento.

El fabricante deberá disponer, si fuera necesario, las oportunas juntas de dilatación a fin de no someter los soportes de barras a esfuerzos excesivos. El tipo de junta flexible será formado por láminas de cobre plateadas, el sistema de fijación de las

barras impedirá su movimiento en sentido perpendicular, pero deberá permitir la dilatación y el desplazamiento axial.

Las barras verticales tendrán los bordes desgastados “matados”, particularmente donde se hace el contacto con uñas ó pinzas de conexión de los elementos funcionales seccionables y estarán debidamente protegidas y soportadas.

Para la Identificación de las barras se tomará en cuenta los mismos colores que para los Tableros de Fuerza de 440V (Ver ítem 2.3.16)

#### **2.4.13 Cableado, bornes y terminales**

Las recomendaciones serán las mismas utilizadas para los tableros de Fuerza de 440V . (ver ítem 2.3.17)

#### **2.4.14 Puesta a tierra**

Las recomendaciones serán las mismas utilizadas para los tableros de Fuerza de 440V . (ver ítem 2.3.18)

#### **2.4.15 Interruptor**

El interruptor será tripolar, 220V, 42kA, termomagnético de caja abierta ubicado en el tablero, preparado con bobina de cierre, apertura y motor para mando. El interruptor tendrá capacidad de medición de corriente y salida de comunicaciones.

#### **2.4.16 Embalaje**

Las recomendaciones serán las mismas utilizadas para los tableros de Fuerza de 440V . (ver ítem 2.3.25)

#### **2.4.17 Pruebas**

Las pruebas serán las mismas utilizadas para los tableros de Fuerza de 440V . (ver ítem 2.3.26)

#### **2.4.18 Información técnica requerida**

- El postor presentará con su oferta las hojas de datos técnicos garantizados, catálogos del fabricante y características eléctricas de los materiales.

#### **2.4.19 Garantía**

El Suministrador garantizará el total del equipamiento por un período de por lo menos doce (12) meses a partir de la puesta en servicio, incluyendo gastos de transporte de personal y materiales.

### **2.5 Cables de energía en media tensión**

#### **2.5.1 Alcances**

Las presentes especificaciones cubren las características técnicas mínimas aceptables para el suministro del cable subterráneo en 10 Kv.

#### **2.5.2 Normas Aplicables**

Los cables a utilizar cumplirán con las prescripciones de la siguiente norma técnica:

ITINTEC 370.50, IEC 502

#### **2.5.3 Condiciones de Servicio**

Tensión nominal	10 kV
Tensión máxima de operación	12 kV
Altitud	menor a 1000 m.s.n.m
Zona de ubicación	cerca al mar (Callao)

#### **2.5.4 Características en media tensión**

Sección	240 mm <sup>2</sup>
Tipo	N2XSY
Tensión de diseño	8.7 / 15 kV

Corriente nominal	442 A (de acuerdo a la instalación)
Temperatura de operación	90 °C
Frecuencia	60 hz
Temperatura de operación sobrecarga	130 °C

### **2.5.5 Características Constructivas**

Cobre electrolítico, recocido cableado comprimido o compactado.

Cinta semiconductor

Aislamiento de Polietileno Reticulado (XLPE)

Pantalla externa: capa semiconductor, cinta o alambre de cobre

Chaqueta exterior de PVC rojo

### **2.5.6 Terminal para el cable**

El terminal para el cable será del tipo termocontraíble de red en 10 KV, para cable unipolar N2XSJ de 240 mm<sup>2</sup> con aislamiento del tipo seco. La tensión nominal del terminal será 15kV

### **2.5.7 Cinta señalizadora**

En los tramos en que el cable sea solo enterrado se utilizará una cinta señalizadora de material resistente a los álcalis y ácidos a la profundidad indicada en los planos a fin de advertir su presencia.

La cinta será de color rojo tendrá un ancho de 152 mm, espesor de 1/10 mm y deberá contar con inscripción en letras negras de lo siguiente: PELIGRO DE MUERTE 10 000 VOLTIOS

## **2.6 Cable de energía en baja tensión**

### **2.6.1 Objeto**

Las presentes especificaciones determinan desde el punto de vista técnico el suministro de los cables de control y fuerza que serán usados para el control y operación de los equipos.

Los cables a ser suministrados bajo este punto servirán para el control y protección de la subestación, así como para los servicios de alumbrado y fuerza.

### **2.6.2 Normas Aplicables**

Los cables de baja tensión materia de la presente especificación, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas, según la versión vigente a la fecha de la convocatoria a licitación.

IEC 60189 Low-frequency cables and wires with PVC insulation and PVC sheath.

IEC 60227 Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltage Up to and including 450/750 V.

### **2.6.3 Características Principales**

Los cables de control y fuerza serán del tipo multiconductor del tipo forrado, con blindaje electrostático y con aislamiento y cubierta exterior de cloruro de polivinilo, para servicio de 600 V.

#### **a) Conductor**

El conductor deberá ser de cobre electrolítico cableado, con una conductividad del 100% IACS, y de temple blando; tendrá las características que se indican en la tabla de datos técnicos garantizados.

#### **b) Aislamiento**

El aislamiento de los conductores de control será de cloruro de polivinilo (PVC) de excelente flexibilidad, antiinflamable y autoextinguible y con una temperatura de trabajo mínima de 60 °C.

El aislamiento de los conductores de fuerza será de polietileno reticulado (XLPE) de excelente flexibilidad, antiinflamable y autoextinguible y con una temperatura de trabajo mínima de 90 °C.

### **c) Cubierta Exterior**

La protección de los cables será a base de cloruro de polivinilo especial (PVC especial), de gran resistencia a la intemperie, no deberá ser afectada por agentes químicos, soportarán una temperatura de trabajo máxima de 60 °C. Asimismo, deberá tener buena resistencia a la abrasión y gran resistencia mecánica.

### **d) Identificación**

Los conductores de los cables de control deberán ser identificados por códigos de colores o por numeración correlativa.

Cuando la identificación se realice por el número de conductor, ésta deberá estar impresa sobre la cubierta exterior de los mismos.

## **2.6.4 Marcas**

### **a) Marcas de cables**

Las siguientes marcas deberán imprimirse claramente en la superficie del cable, a intervalos adecuados.

Tipo de cable.

- Número y sección de los conductores.
- Nombre del fabricante.
- Fecha de Fabricación.

### **b) Marcas de Carretes**

En un lado apropiado del tambor del cable se deberán imprimir las siguientes marcas:

Nombre del propietario.

Número de serie del tambor.

Tipo de cable.

Número y sección de los conductores.

Longitud del cable.

Masa neta y bruta.

Nombre del fabricante

Fecha de fabricación.

Posición del comienzo del cable.

Dirección de rotación del tambor.

### **2.6.5 Puntos a ser definidos en la Propuesta**

Los siguientes deberán ser especificados para cada tipo de cable:

Descripción del proceso de fabricación.

Dimensiones y masa por unidad de longitud.

Longitud máxima de cable por carrete

Resistencia del conductor (ohm/km a 20°C).

Resistencia de aislamiento (megohm/km a 20°C)

### **2.6.6 Controles y Pruebas**

#### **a) Generalidades**

Los Controles y Pruebas de los equipos se efectuarán de acuerdo a las Normas indicadas en el numeral 2.6.2, para lo cual deberá observarse y cumplirse lo siguiente:

- Todos los documentos de Protocolos de Pruebas serán entregadas por el proveedor con los certificados de inspección y pruebas correspondientes. Los informes detallados y completos incluyendo datos de medidas, diagramas, gráficos, etc., serán entregados por el fabricante inmediatamente después de la realización de los ensayos. Tales informes serán elaborados en idioma Español y enviados al Propietario, siendo los gastos enteramente por cuenta del proveedor.

- La aprobación de las pruebas, la aceptación de los certificados (informes) de ensayos no liberan de ninguna manera al fabricante de sus obligaciones contractuales.

**b) Pruebas en fábrica**

Inspección general.

Pruebas dieléctrica

Medida de resistencia del conductor.

Verificación de las longitudes totales de los cables por tambores.

Medida de la resistencia de aislamiento.

Prueba de arrollamiento.

Resistencia al aceite del aislamiento y la cubierta.

Prueba de resistencia a la combustión.

Aprobación del Embalaje.

**c) Pruebas en sitio**

Inspección general.

Medición de la resistencia de Aislamiento.

**2.6.7 Datos Técnicos Garantizados**

El Postor presentará con su oferta las Tablas de Datos Técnicos Garantizados debidamente llenadas, firmadas y selladas, las mismas que servirán de base para la evaluación técnico-económica de la oferta y el posterior control del suministro.

**2.6.8 Planos diagramas y manuales**

El fabricante deberá proporcionar la siguiente información: catálogos de los cables de energía y sus terminales, en los que se indiquen las características eléctricas, mecánicas, condiciones de operación, instrucciones para el montaje.

### **2.6.9 Embalaje**

El embalaje estará sujeto a la aprobación del Propietario, lo cual deberá establecerse de tal manera que se garantice un transporte seguro de los cables de baja tensión considerando las condiciones climatológicas y los medios de transporte.

Los carretes deberán marcarse claramente con el número del contrato u orden de compra y la masa neta y bruta expresada en kg; se incluirá una lista de embarque indicando el detalle del contenido.

## **2.7 Bandejas**

### **2.7.1 Alcance**

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación y entrega de las bandejas portacables a ser instaladas en las subestación.

Es importante mencionar que las bandejas portacables deberán garantizar una operación satisfactoria con severas condiciones de humedad salina debido a la cercanía al mar.

### **2.7.2 Normas Aplicables**

Las bandejas portacables y sus accesorios, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas:

NEMA VE-1 Specifies the requirements for metal cable trays and associated fittings designed for use in accordance with the rules of the National Electrical Code.

En caso que el Postor proponga la aplicación de normas equivalentes distintas a las señaladas, presentará, una copia de éstas para la evaluación correspondiente.

### **2.7.3 Descripción de los Materiales**

#### **a) Bandeja portacables**

Las bandejas portacables, tendrán la característica de brindar protección mecánica y ventilación para los cables de energía instalados dentro de ellos.

Las bandejas portacables, serán del tipo escalera, siendo conformados por canales tipo "C" laterales de Acero A-3724 de 1,2 mm de espesor y travesaños de perfil Omega de Acero SAE-1020 de 1,0 mm de espesor, siendo los travesaños espaciados a 300 mm uno del otro.

Las bandejas tendrán una capacidad mínima de carga de 90 kg/m, y además tendrán un acabado superficial de Galvanizado en caliente, con un espesor de galvanizado de 120  $\mu$ m.

#### **b) Tapas para bandeja portacables**

Las tapas para las bandejas portacables, tendrán la función de brindar protección mecánica a los cables de energía, y serán fabricadas a base de planchas de 2,3 m de largo y 300 mm de ancho, y 1,0 mm de espesor, siendo su acabado superficial Galvanizado en caliente, con un espesor de galvanizado de 120  $\mu$ m.

#### **c) Accesorios**

- **Eclisas rectas**

Conformadas por una plancha perforada y cuatro pernos tipo coche de Acero Inoxidable de 5/16 x 3/4" con tuerca y arandela, siendo su aplicación para dar continuidad a los tramos de bandejas portacables.

- **Eclisas de ajuste vertical**

Similar al anterior, siendo su aplicación para cambios de dirección en el sentido vertical.

- **Soporte tipo trapecio o colgante**

Conformado por dos tiras de hilo corrido de  $\varnothing$  1/2" – UNC 13 hilos por pulgada, un soporte tipo riel de 42x42x2 mm, dos mordazas para riel y cuatro tuercas hexagonales con sus arandelas correspondientes.

#### **2.7.4 Pruebas e Inspecciones**

Las bandejas portacables deberán ser diseñadas y fabricadas de acuerdo a las normas NEMA y las que les sean aplicables en tanto en cuanto no se opongan a lo indicado en esta especificación.

Asimismo, se realizarán las siguientes inspecciones y verificaciones en obra:

- Verificación del aspecto superficial y de las dimensiones.
- Verificación de la capacidad de carga.
- Verificación del galvanizado.

#### **2.7.5 Transporte y Embalaje**

Las bandejas y sus accesorios objeto de esta especificación técnica serán debidamente embalados, marcados y enviados con la aprobación del propietario.

#### **2.7.6 Información Técnica Requerida**

El postor presentará con su oferta las Tablas de Datos Técnicos Garantizados debidamente llenadas, firmadas y selladas, asimismo adjuntará catálogos del fabricante en los que se muestren fotografías o dibujos con las dimensiones, formas y características mecánicas de las bandejas y sus accesorios a proporcionar.

### **2.8 Ducto de barras**

#### **2.8.1 Objeto**

Las presentes especificaciones determinan tienen por objeto definir las condiciones de diseño, fabricación y método de pruebas para el suministro de ductos de barras para la conexión del transformador de potencia con los tableros de distribución en 440V.

## **2.8.2 Normas Aplicables**

El ducto de barras y materiales componentes, cumplirán con las prescripciones de las normas IEC aplicables, según la versión vigente a la fecha de convocatoria a licitación.

## **2.8.3 Características del Ducto de Barras**

### **a) Generales**

Los ductos de barras estarán conformados por serán unidades modulares de envolvente metálica y serán de diseño compacto.

### **b) Envolvente Metálica**

La envolvente metálica, será fabricada a base de planchas metálicas dobladas de dimensiones y espesores convenientemente seleccionados de manera de proporcionar una estructura rígida y con los aditamentos necesarios para la manipulación, instalación y sujeción al techo.

Asimismo, las láminas metálicas serán galvanizadas y pintadas con pintura de base epóxica color RAL7035, para brindar protección contra la corrosión y las características ambientales propias de la ubicación de la planta.

La envolvente metálica en sus extremos será diseñada de tal manera de encajar con precisión a los tableros de distribución y por el otro el otro lado contará con una manga flexible antiinflamable y autoextinguible y con una temperatura de trabajo mínima de 60 °C, de tal manera de encajar con la cajuela metálica del transformador de potencia y amortiguar las posibles vibraciones de este último.

El sistema de ducto de barras, deberá garantizar la continuidad eléctrica de cada cuerpo metálico, para lo cual contará en cada junta o brida con elementos de continuidad eléctrica.

### **c) Sistemas de barras**

El sistema de barras será de cobre electrolítico de alto grado de pureza (99.9%), planas y homogéneas. Se les soportará mediante aisladores de porcelana o resina retardante de flamas y con una alta resistencia a los esfuerzos mecánicos de flexión y tracción.

El dimensionamiento de las barras será verificado teniendo en cuenta las solicitaciones de cortocircuito, asimismo, deberá ser apto para soportar las solicitaciones térmicas y dinámicas del sistema sin sufrir deformaciones permanentes.

El sistema de barras será diseñado para correr por la parte intermedia de la envolvente metálica y para su fácil empalme con el sistema de barras de los tableros de distribución por un extremo.

El sistema de barras en su extremo de conexión con el transformador de potencia, contará con bandas flexibles de cobre de la misma capacidad nominal del sistema de barras, para su conexión a los terminales del transformador, de manera tal de facilitar el montaje y de no transmitir las posibles vibraciones del transformador de potencia al ducto de barras.

Todas las juntas deberán tener recubrimiento de plata. Los pernos, tuercas, arandelas y demás dispositivos que impidan su aflojamiento serán de acero o bronce de alta resistencia y tendrán recubrimiento de cadmio. Los pernos y aisladores deberán ser instalados de tal forma que faciliten su acceso y operación de mantenimiento.

#### **2.8.4 Controles y Pruebas**

En sitio se efectuarán una inspección general y medición de la resistencia de Aislamiento.

### **2.8.5 Planos**

El fabricante una vez obtenida la buena pro del servicio, deberá proporcionar los planos para su aprobación.

### **2.8.6 Transporte y Embalaje**

Las bandejas y sus accesorios objeto de esta especificación técnica serán debidamente embalados, marcados y enviados con la aprobación del propietario.

## **2.9 Material de puesta a tierra**

### **2.9.1 Alcance**

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para las fabricación, pruebas y entrega de materiales para la puesta a tierra de las subestaciones de la planta TASA.

### **2.9.2 Normas Aplicables**

Los materiales de puesta a tierra, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas:

ITINTEC 370.042 Conductores de cobre recocido para el uso eléctrico.

ASTM B 228-88 Standard specification for concentric-lay-stranded copper-clad steel conductors.

UNE 21-056 Electrodo de puesta a tierra.

ABNT NRT 13571 Haste de aterramento aço-cobre e accesorios.

ANSI C135.14 Staples with rolled of slash points for overhead line construction.

En caso que el Postor proponga la aplicación de normas equivalentes distintas a las señaladas, presentará, con su propuesta, una copia de éstas para la evaluación correspondiente.

### **2.9.3 Descripción de los materiales**

#### **a) Conductor de cobre**

El conductor de cobre será desnudo, cableado y recocido, de las características indicadas en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados.

#### **b) Electrodo de Puesta a Tierra**

El electrodo de puesta a tierra estará constituido por una varilla de acero revestida de una capa de cobre; será fabricado con materiales y aplicando métodos que garanticen un buen comportamiento eléctrico, mecánico y resistencia a la corrosión.

La capa de cobre se depositará sobre el acero mediante el método de fusión del cobre sobre el acero (Copperweld), asegurando la buena adherencia del cobre sobre el acero.

El electrodo tendrá las dimensiones que se indican en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados:

El diámetro del electrodo de puesta a tierra se medirá sobre la capa de cobre y se admitirá una tolerancia de + 0,2 mm y – 0,1 mm. La longitud se medirá de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto y se admitirá una tolerancia de + 5 mm y 0,0 mm.

Uno de los extremos del electrodo terminará en punta cónica formando un ángulo de 60°.

El núcleo será de acero al carbono de dureza Brinell comprendida entre 1300 y 2000 N/mm<sup>2</sup>; su contenido de fósforo y azufre no excederá de 0,04%.

El revestimiento será de cobre electrolítico recocido, tendrá una conductividad igual a la especificada para los conductores de cobre. El espesor de este revestimiento no deberá ser inferior a 0,270 mm.

### **c) Conector para el electrodo**

El conector para la conexión entre el electrodo y el conductor de puesta a tierra deberá ser fabricado a base de aleaciones de cobre de alta resistencia mecánica, y deberá tener adecuadas características eléctricas, mecánicas y de resistencia a la corrosión necesarias para el buen funcionamiento de los electrodos de puesta a tierra.

### **d) Terminales de Compresión**

Los terminales de compresión para el conductor de puesta a tierra deberá ser fabricado a base de aleaciones de cobre de alta resistencia mecánica, y deberá tener adecuadas características eléctricas, mecánicas y de resistencia a la corrosión necesarias para el buen contacto con los elementos a poner a tierra.

Empalmes en "T" y en "cruz" para conductores de la red de tierra. Estos empalmes serán del tipo soldadura de proceso exotérmico. El suministro incluirá los materiales, herramientas y accesorios para la ejecución de los empalmes.

## **2.9.4 Pruebas**

### **a) Pruebas del conductor de cobre recocido**

Los conductores de cobre recocido se someterán a las siguiente pruebas de acuerdo con la norma ITINTEC N° 370.042:

Verificación del aspecto superficial y el número de alambres.

- Verificación de las dimensiones de los alambres y del conductor.
- Medición de la resistencia eléctrica del conductor.
- Verificación de las propiedades mecánicas del conductor.

### **b) Pruebas de los electrodos de puesta a tierra**

Las pruebas que se indican a continuación se efectuará sobre el 1% de los electrodos suministrados, con un mínimo de dos (2). En caso que en una prueba no se obtuvieran resultados satisfactorios, se repetirá la misma prueba sobre el doble

del número de muestras. En caso que en la segunda oportunidad, en algunas de las muestras no se obtuvieran resultados satisfactorios, se rechazará el suministro.

Se comprobarán las dimensiones especificadas en la Tabla de Datos Técnicos. Garantizados.

- **Adherencia de la capa de cobre**

De un electrodo, se cortará una muestra de 513 mm de longitud, la cual se fijará en los extremos de un torno mecánico; luego se realizará un corte helicoidal con un paso de 6 mm y una profundidad ligeramente superior al espesor de la capa de cobre, debiéndose observar una perfecta adherencia entre el cobre y el acero.

- **Dureza del acero**

La dureza Brinell se determinará aplicando una carga de 1840 N durante 30 s, y utilizando una bola de 2,5 mm de diámetro sobre el electrodo.

- **Espesor de la capa de cobre**

Se seccionará un electrodo en 3 partes y se comprobará, en cada corte, el espesor de la capa de cobre tomando las medidas geométricas correspondientes.

### **2.9.5 Embalaje**

El conductor se entregará en carretes de madera de suficiente rigidez para soportar cualquier tipo de transporte y debidamente cerrado con listones, también de madera, para proteger al conductor de cualquier daño.

Los electrodos de puesta a tierra y los accesorios serán cuidadosamente embalados en cajas de madera de dimensiones adecuadas.

Cada caja y los carretes deberán tener impresa el nombre del Propietario, del Fabricante, tipo de material, cantidad, masa neta y total.

### **2.9.6 Información Técnica Requerida**

El postor presentará con su oferta las Tablas de Datos Técnicos Garantizados debidamente llenadas, firmadas y selladas. Asimismo, deberá adjuntar catálogos del fabricante en los que se muestren las dimensiones, formas y características mecánicas de los accesorios a suministrarse.

Debe tenerse en cuenta que el metrado proporcionado en éstos documentos son referenciales, pero tienen una precisión suficiente como para definir los costos bajo un sistema de precios unitarios.

## **CAPITULO III**

### **CALCULOS JUSTIFICATIVOS**

#### **3.1 Análisis de flujo de carga y cortocircuito**

##### **3.1.1 Antecedentes**

Con la implementación de la nueva planta de Procesamiento de Productos Congelados se necesita verificar las caídas de tensión y conocer los nuevos valores de corriente de cortocircuito producto de la modificación de la red del sistema de Tecnológica de Alimentos.

##### **3.1.2 Alcances y objetivos**

Los alcances del presente análisis comprenden las instalaciones eléctricas en media y baja tensión (10000 y 440 V) de las nuevas instalaciones:

- a) Celdas en media tensión (10 000V)
- b) Tableros Principales en 440V.
- c) Tableros de distribución en 220V.

La finalidad del estudio de cortocircuito es determinar las nuevas magnitudes de las corrientes de cortocircuito trifásicas en cada una de las barras de la planta con el fin determinar la capacidad de cortocircuito de los equipos a especificar.

##### **3.1.3 Descripción del sistema eléctrico**

El diagrama unifilar del sistema eléctrico de potencia asociado a la planta se presenta en el diagrama DIAG 04.

Como se observa en este plano, el punto de interconexión de la planta al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional se realizará en SE-1836 - Celda 9 - 10kV perteneciente a Edelnor; la cual es alimentada desde la subestación Oquendo.

#### **a) Equivalente del sistema**

El Sistema Eléctrico Interconectado Nacional se reduce a un equivalente en la subestación SE-1836 - Celda 9 en 10kV con una potencia de cortocircuito trifásico de 100MVA según información recibida de la distribuidora.

La S.E. de la planta de harina se encuentra a 590m de la subestación 1836, la cual se conecta mediante un cable de energía XLPE de 120 mm<sup>2</sup> en 10kV. De la subestación de la planta de harina se tiene 200 metros de cable de energía XLPE de 240 mm<sup>2</sup> hacia la nueva subestación de la Planta de Productos Congelados.

#### **b) Generación térmica**

Actualmente debido a que no existen problemas con el suministro por parte de Edelnor se utiliza solamente un grupo térmico conectado a la barra de 460V de la subestación de la fábrica de harina en caso de emergencia o a fin de controlar la demanda. En el futuro cuando la Planta de Congelados se encuentre operando se requerirá mas potencia de lo que puede dar la subestación de Edelnor por lo que se ha considerado adicionar generación térmica (3MW) o utilizar un nuevo suministro.

Las simulaciones consideran el caso mas severo, el cual sería utilizar grupos de generación térmica conectados a la barra de baja tensión de 460V en la subestación de la fábrica.

### **3.1.4 Análisis de flujo de carga y cortocircuito**

#### **a) Criterios para el análisis**

Los cálculos de las caídas de tensión y corrientes de cortocircuito se realizaron solo con fines de verificar la correcta operación del sistema y hallar la máxima corriente que soportarán los equipos a instalarse para el nuevo suministro, para ésto se realizó el análisis bajo los siguientes criterios:

- Como la planta tiene su sistema eléctrico con neutro aislado, solo se realizaron simulaciones de cortocircuito entre fases.
- Al no contarse con los datos técnicos de las reactancias de los grupos existentes, se tomaron valores referenciales de catálogos de grupos.
- Se considerará las contribuciones de los motores para el caso de los compresores ubicados cerca de la Subestación de Congelados.

#### **b) Condiciones de operación para el análisis de cortocircuito.**

Con la finalidad de obtener las corrientes de cortocircuitos mínimos y máximos que puedan presentarse, se han simulado para las siguientes condiciones probables de operación:

##### Caso 1) Mínima corriente de cortocircuito:

Se considera la operación de la planta durante la primera etapa conectado al sistema eléctrico de Edelnor; para éste caso se considera a modo referencial generación térmica equivalente a 3000 kW.

##### Caso 2) Máxima corriente de cortocircuito:

Para éste caso se considera que la planta está operando en su segunda etapa y se encuentra conectada al sistema eléctrico de Edelnor además de generación térmica conectada a la barra de 460 V de la subestación de la planta de harina.

Se efectuaron simulaciones de cortocircuito trifásicos para la red en cada una de las barras que se describen mas adelante a fin de determinar las corrientes mínimas y máximas de cortocircuito que soportarán los interruptores de la planta.

Los datos de entrada en la simulación se muestran en el anexo D, asimismo para las simulaciones de las fallas se realizó una codificación de las barras principales de la planta; dicha codificación se muestra en el cuadro siguiente:

TABLA N° 3.1: Codificación de las principales del sistema en análisis

Barra	Tensión (KV)	Descripción
EDELNOR	10	Barra de 10 kV Edelnor – S.E. 1836
PRINC10	10	Barra de 10 kV de la subestación de la fábrica
CONGE10	10	Barra de 10 kV de llegada de la Planta Congelados
CONGE46A	0,46	Barra N°1 tablero de distribución general – Congelados
CONGE46B	0,46	Barra N°2 tablero de distribución general – Congelados
CONGE23	0,46	Barra en 230V

Los niveles de cortocircuito se presentan en las tablas N° 3.5 y 3.6 indicando la corriente total de falla en cada una de las barras.

### 3.1.5 Resultados del flujo de carga y cortocircuito

En las tablas N° 3.2 y N° 3.3 se muestra un resumen de los resultados de caída de tensión y corriente de cortocircuito mínimo y máximo respectivamente; obtenidos mediante el software WINFDC 2.01 especializado en simulaciones de flujo de carga y cortocircuito. En el plano D- 004 se muestra los resultados gráficos

TABLA N° 3.2: Resultado de caída de tensión

BARRA	TENSION (KV)	TENSIÓN (p.u.)
EDELNOR	10	1.00
PRINC10	9,899	0.99
PRINC46	0,46	1.00
CONGE10	9,878	0.988
CONGE46A	0,449	0.975
CONGE46B	0,448	0.975
CONGE23	0,22	1.00

TABLA N° 3.3: Corriente de cortocircuito mínimo y máximo

BARRA	CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO MAXIMA (kA)	CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO MINIMA (kA)
EDELNOR	7.772	7.602
PRINC10	6.928	6.75
PRINC46	71.857	71.495
CONGE10	6.731	6.553
CONGE46A	53.643	53.411
CONGE46B	53.371	48.145
CONGE23	25.559	25.22

**a) Definición de los niveles de capacidad de cortocircuito de las barras**

De acuerdo a los valores obtenidos se define los siguientes valores nominales de capacidad de soporte de corriente de cortocircuito a ser soportados por los nuevos equipos de la subestación de Congelados para los niveles de tensión de 10 kV y 460 V

TABLA N° 3.4: Niveles de capacidad de cortocircuito en las barras

BARRA	TENSION (KV)	CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO NOMINAL (kA)
CONGE10	10	16
CONGE46A	0,46	65
CONGE46B	0,46	65
CONGE23	0,23	42

TABLA N° 3.5 :Reporte N°1

## PROYECTO DE PLANTA DE CONGELADOS – CASO 1

Potencia base : 100.00 MVA  
 Frecuencia : 60.00 Hz  
 Protocolo : Estándar  
 Régimen : Flujo de carga  
 Impedancias : Subtransitorias

## REPORTE RESUMEN

&lt;---TRIFASICA---&gt;&lt;---BIFASICA---&gt;

BARRA NOMBRE	TENSION kV	CIRCUITO kA MVA		CIRCUITO kA MVA	
BCOMPRES1	0.45	36.569	28.3	31.670	24.5
BCOMPRES10	0.45	30.285	23.4	26.228	20.3
BCOMPRES11	0.46	33.203	26.2	28.754	22.7
BCOMPRES12	0.46	33.203	26.2	28.754	22.7
BCOMPRES2	0.45	36.569	28.3	31.670	24.5
BCOMPRES3	0.45	36.569	28.3	31.670	24.5
BCOMPRES4	0.45	34.372	26.9	29.767	23.3
BCOMPRES5	0.45	34.372	26.9	29.767	23.3
BCOMPRES6	0.45	34.372	26.9	29.767	23.3
BCOMPRES7	0.45	30.138	23.3	26.100	20.2
BCOMPRES8	0.45	30.138	23.3	26.100	20.2
BCOMPRES9	0.45	30.138	23.3	26.100	20.2
CONGE10	9.90	6.553	112.4	5.675	97.3
CONGE23	0.22	25.220	9.8	21.842	8.5
CONGE46A	0.45	53.411	41.6	46.255	36.0
CONGE46B	0.46	48.145	38.0	41.695	32.9
EDELNOR	10.00	7.602	131.7	6.584	114.1
PRINC10	9.92	6.750	116.0	5.846	100.5

TABLA N° 3.6 REPORTE N°2

**PROYECTO DE PLANTA DE CONGELADOS – CASO 2**

Potencia base : 100.00 MVA  
 Frecuencia : 60.00 Hz  
 Protocolo : Estándar  
 Régimen : Flujo de carga  
 Impedancias : Subtransitorias

REPORTE RESUMEN

BARRA NOMBRE	<---TRIFASICA--->			<---BIFASICA--->		
	TENSION kV	CIRCUITO kA	CIRCUITO MVA	CIRCUITO kA	CIRCUITO MVA	
BCOMPRES1	0.45	36.638	28.3	31.729	24.5	
BCOMPRES10	0.45	30.315	23.4	26.254	20.3	
BCOMPRES11	0.44	36.489	28.1	31.601	24.3	
BCOMPRES12	0.44	36.489	28.1	31.601	24.3	
BCOMPRES2	0.45	36.638	28.3	31.729	24.5	
BCOMPRES3	0.45	36.638	28.3	31.729	24.5	
BCOMPRES4	0.44	36.489	28.1	31.601	24.3	
BCOMPRES5	0.44	36.489	28.1	31.601	24.3	
BCOMPRES6	0.44	36.489	28.1	31.601	24.3	
BCOMPRES7	0.45	30.168	23.3	26.126	20.2	
BCOMPRES8	0.45	30.168	23.3	26.126	20.2	
BCOMPRES9	0.45	30.168	23.3	26.126	20.2	
CONGE10	9.88	6.731	115.2	5.829	99.7	
CONGE23	0.22	25.559	9.8	22.135	8.4	
CONGE46A	0.45	53.643	41.7	46.456	36.1	
CONGE46B	0.45	53.371	41.4	46.221	35.9	
EDELNOR	10.00	7.772	134.6	6.731	116.6	
PRINC10	9.90	6.928	118.8	6.000	102.9	
PRINC46	0.46	71.857	57.3	62.230	49.6	

## 3.2 Cálculo de cable de energía 10 kV

### 3.2.1 Consideraciones generales

Los valores tabulados para las capacidades de corriente de los cables de energía están basados en recomendaciones contenidas en las normas IEC 287.82 "*Calculation of the Continuous Current Rating of Cables*"

Para el cálculo y selección de los cables de energía se han tomado en cuenta cuatro factores principales los cuales se mencionan a continuación.

- Tensión de la red y sus características de operación.
- Intensidad de corriente a transportar en determinadas condiciones de instalación.
- Caída de tensión en régimen de carga máxima prevista.
- Intensidades y tiempos de cortocircuito.

Para efectos de cálculo se ha tenido en cuenta lo siguiente:

- Temperatura máxima del conductor en régimen permanente 90°C
- Temperatura máxima del conductor en régimen de sobrecarga (emergencia) es 130° C. Asimismo se debe tener en cuenta que la operación en régimen de sobrecarga no debe superar las 100 horas durante 12 meses consecutivos, ni las 500 horas durante el periodo de vida del conductor.
- Factor de carga del sistema se ha considerado igual al 100% (durante el periodo de producción)

### 3.2.2 Cálculos justificativos

#### a) Selección del cable de energía para 10 KV

Datos Generales

- Potencia de diseño                      7200 KVA
- Tensión de operación                  10 KV

- Temperatura ambiente
  - Máxima : 30°C
- Tipo de instalación : Enterrado y en ductos de concreto(ver fig. 3.1)
- Factor de potencia : 0.85
- Longitud del cable : 200 m
- Frecuencia del sistema : 60 hz

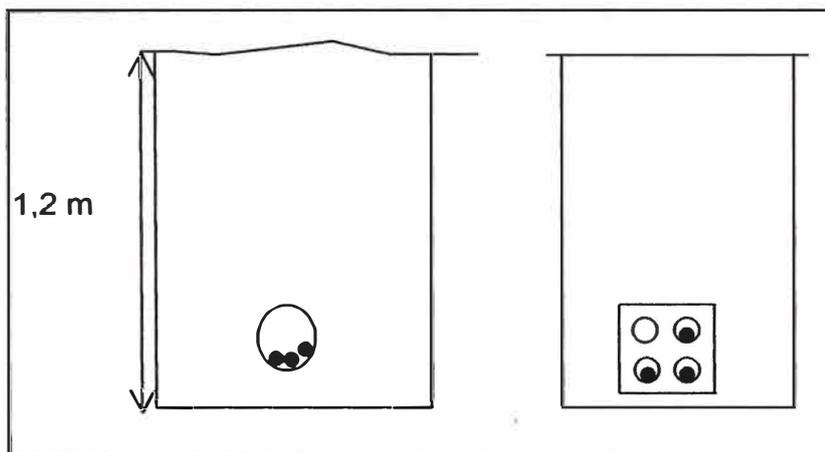


Figura 3.1 Sección típica del cruce subterráneo

### b) Cálculo de la corriente nominal máxima

Para éste caso se considera los dos transformadores principales en su etapa ONAF (3,6 MVA) y haciendo uso de la siguiente fórmula se calcula la corriente nominal:

$$I_{nominal} = \frac{KVA}{1.73 * KV_{nominal}} \quad (3.1)$$

Reemplazando valores:

$$I_{nominal} = 415,7 \text{ A}$$

### c) Cálculo de la sección del cable de energía

De los catálogos para cable de energía en media tensión con aislamiento XLPE y teniendo en consideración la capacidad de corriente a ser transportada por los cables de energía se tiene:

Número de conductores por fase: 1

$$I_{\text{nominal / conductor}} = 415,7 \text{ A}$$

Teniendo en cuenta la disposición mencionada anteriormente para el cable subterráneo se tiene lo siguiente:

Sección nominal	240 mm <sup>2</sup>
Tipo (EPR o XLPE)	XLPE
Tensión nominal	8,7 / 15 KV
<u>Conductor</u>	
Número de hilos	61
Diámetro nominal	19,8 mm
Diámetro exterior nominal	36,4 mm
Peso específico	3,175 Kg/m
Tipo de instalación	en tubos o ductos
Capacidad de conducción	638A (trifolio al aire libre)
Resistencia (Rca 90°C)	0,0982 ohm / Km
Reactancia inductiva	0,121 ohm /Km

**d) Cálculo de la capacidad real de conducción del cable de energía ( $I_{\text{real}}$ )**

La capacidad del cable para un determinado caso es afectado también por la disposición de éste con otros circuitos, de tal forma:

$$I_{\text{real}} = I_{\text{nom}} * f_a \quad \dots (3.2)$$

Donde:

$I_{\text{nom}}$  = Corriente nominal del conductor enterrado

$f_a$  = Factor de corrección por agrupamiento

- **Factor de corrección por agrupamiento**

De acuerdo a la disposición para el cable de energía y al ser el único alimentador en esa tensión, no se tendrá otras ternas, por lo tanto se tiene:

$$f_a = 1,00$$

- **Corriente nominal del conductor enterrado**

De acuerdo a la tabla 3.7 se tiene la capacidad de corriente para un conductor tipo N2XSY:

TABLA 3.7 Capacidad de corriente del cable 8.7/15 kV

## Capacidade de condução de corrente

### Cabos Sipex 8,7/15 kV blindados

Correntes máximas admissíveis em ampères por condutor

No solo										
Temperatura no condutor ..... 90°C Temperatura ambiente ..... 25°C Fator de carga ..... 100%			Resistividade térmica do terreno: Coluna A ..... 0,9 °K.m/W Coluna B ..... 1,5 °K.m/W							
Seção nominal (mm <sup>2</sup> )	Em banco de duto(s)			Diretamente enterrado						
	10	11	12	13		14		15		
	1 cabo unipolar por duto	3 cabos unipolares em trifólio* por duto	1 cabo tripolar no duto	3 cabos unipolares em plano		3 cabos unipolares em trifólio*		1 cabo tripolar		
				Coluna A	Coluna B	Coluna A	Coluna B	Coluna A	Coluna B	
25	141	131	131	182	152	160	131	160	131	
35	169	158	157	218	181	191	156	191	158	
50	200	187	185	257	213	225	184	225	184	
70	244	230	223	314	259	276	224	271	224	
95	292	276	269	378	308	330	267	326	267	
120	331	315	305	425	347	375	303	368	303	
150	371	354	343	475	388	421	339	413	339	
185	418	402	387	535	435	475	382	464	381	
240	484	468	447	617	500	550	442	533	438	
300	543	527	—	693	560	618	495	—	—	
400	615	598	—	783	631	698	558	—	—	
500	693	678	—	881	708	790	630	—	—	

Fuente: Catálogo de cables de energía - Siemens

- **Capacidad real del conductor**

De acuerdo a la tabla 3.7 se tiene que la capacidad del cable en media tensión de 240 mm<sup>2</sup> es:

$$I_{nom} = 442 \text{ A}$$

Finalmente la capacidad real del conductor se calcula reemplazando la fórmula (3.2):

$$I_{real} = 1,00 \times 442 = 442 \text{ A}$$

Por lo tanto el factor de utilización del cable será:

$$f.u. = \frac{I_{diseño}}{I_{real-conductor}} = \frac{415,7}{442} \times 100\% = 94,05 \%$$

**e) Cálculo de la caída de tensión**

En redes de media tensión, la caída de tensión es generalmente un factor determinante en la selección del conductor. Las máximas caídas de tensión permitidas para el caso es de 2.5%.

Para el cálculo de la caída de tensión se ha tenido en cuenta lo siguiente:

- Temperatura máxima del conductor (90° C)
- Longitud del cable de fuerza
- Factor de potencia (fdp = 0,85)

Para el efecto del cálculo de la caída de tensión del cable de fuerza se utilizará la siguiente fórmula:

$$\Delta V = \sqrt{3} * I_{NOM} * L * (R_{ca} * \cos \varphi + X_L \text{sen} \varphi) \quad (3.3)$$

Donde:

- $\Delta V$  : caída de tensión en voltios  
 $I_{NOM}$  : carga del conductor en amperios  
 $L$  : longitud del conductor en Km  
 $R_{ca}$  : Resistencia del conductor en alterna  
 $\varphi$  : ángulo de fase ( $\varphi = 31,7^\circ$ )  
 $X_L$  : Reactancia inductiva

Reemplazando los valores en la fórmula (3.3) se tiene:

$$\Delta V = \sqrt{3} * 415,7 * 200 * 10^{-3} * (0,0982 * 0,85 + 0,121 * 0,526)$$

$$\Delta V = 21.19 \text{ V}$$

En porcentaje:

$$\Delta V \% = 0,212 \%$$

#### f) Cálculo de la capacidad de soporte del conductor

Para determinar el orden de magnitud de la corriente de cortocircuito térmicamente admisible en el conductor de cobre se puede aplicar la siguiente relación, asumiendo que los cables están inicialmente calientes a unos  $90^\circ \text{ C}$  y que la temperatura de los conductores no sobrepase los  $250^\circ \text{ C}$  (considerando que en el calentamiento no hay cesión de calor)

$$I_{cc} = 0,34 * \frac{A}{\sqrt{t}} * \sqrt{\log\left(\frac{234 + T_f}{234 + T_i}\right)} \quad \text{kA} \quad (3.4)$$

Donde:

- $A$  : Sección del conductor  
 $t$  : Tiempo de duración del cortocircuito (0,5 s)  
 $T_f$  : Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito ( $250^\circ \text{ C}$ )  
 $T_i$  : Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen normal de operación ( $90^\circ \text{ C}$ )  
 $I_{cc}$  : Máxima corriente de cortocircuito

Reemplazando se tiene:

$$I_{cc} = 48 \text{ kA}$$

Siendo éste valor superior al definido para la barra de 10 kV (16 kA) se verifica que el cable no presentará problemas durante el tiempo especificado al producirse un cortocircuito.

### 3.3 Dimensionamiento de las barras

Las barras que se dimensionaran en ésta parte corresponden al nexo entre el secundario de cada transformador y la llegada a los Tableros de Distribución General en Baja Tensión, para un adecuado dimensionamiento de las barras hay que tener en cuenta su capacidad de corriente y capacidad de soporte ante esfuerzos electrodinámicos que pueden producirse ante los cortocircuitos.

#### 3.3.1 Capacidad de corriente:

Para determinar una adecuada configuración de las barras es necesario tener en cuenta la potencia a transmitirse por cada juego a fin de evitar problemas de sobrecalentamiento, diversos factores afectan la capacidad de las barras entre ellos podemos citar la temperatura ambiente, el espaciamiento entre barras, entre otros.

La capacidad de corriente a transmitirse se calculará para la potencia del transformador en la etapa ONAF la cual será se producirá en la última etapa del proyecto, considerando ya la instalación del banco de un banco de compensación reactiva en baja tensión.

De acuerdo a éstas consideraciones utilizamos la fórmula 3.1 para calcular la corriente nominal::

$$I = \frac{3600 \text{ kVA}}{\sqrt{3}(0,46 \text{ kV})(0,95)} = 4756 \text{ A}$$

De éste valor calculado y revisando la tabla N° 3.8 mostrada se selecciona un juego de 4 barras pintadas de 120x10mm por cada fase las cuales tienen una corriente

nominal de 5 130 A a una temperatura ambiente de 35°C y una temperatura del conductor de 65°C.

### **3.3.2 Resistencia a esfuerzos por cortocircuito:**

Dada la selección de barras de 120x10 mm se muestra a continuación en la tabla valores típicos de propiedades del material a fin de determinar la separaciones adecuadas para el soporte ante esfuerzos que podrían producirse ante un cortocircuito. Éstos valores se muestran en la tabla 3.9:

### **3.3.3 Geometría de las barras**

La geometría de las barras se muestra a continuación en la figura 3.2, sobre tal disposición de barras se calcularán las fuerzas electrodinámicas que podrían producirse. Para determinar ésto, es necesario realizar cálculos previos.

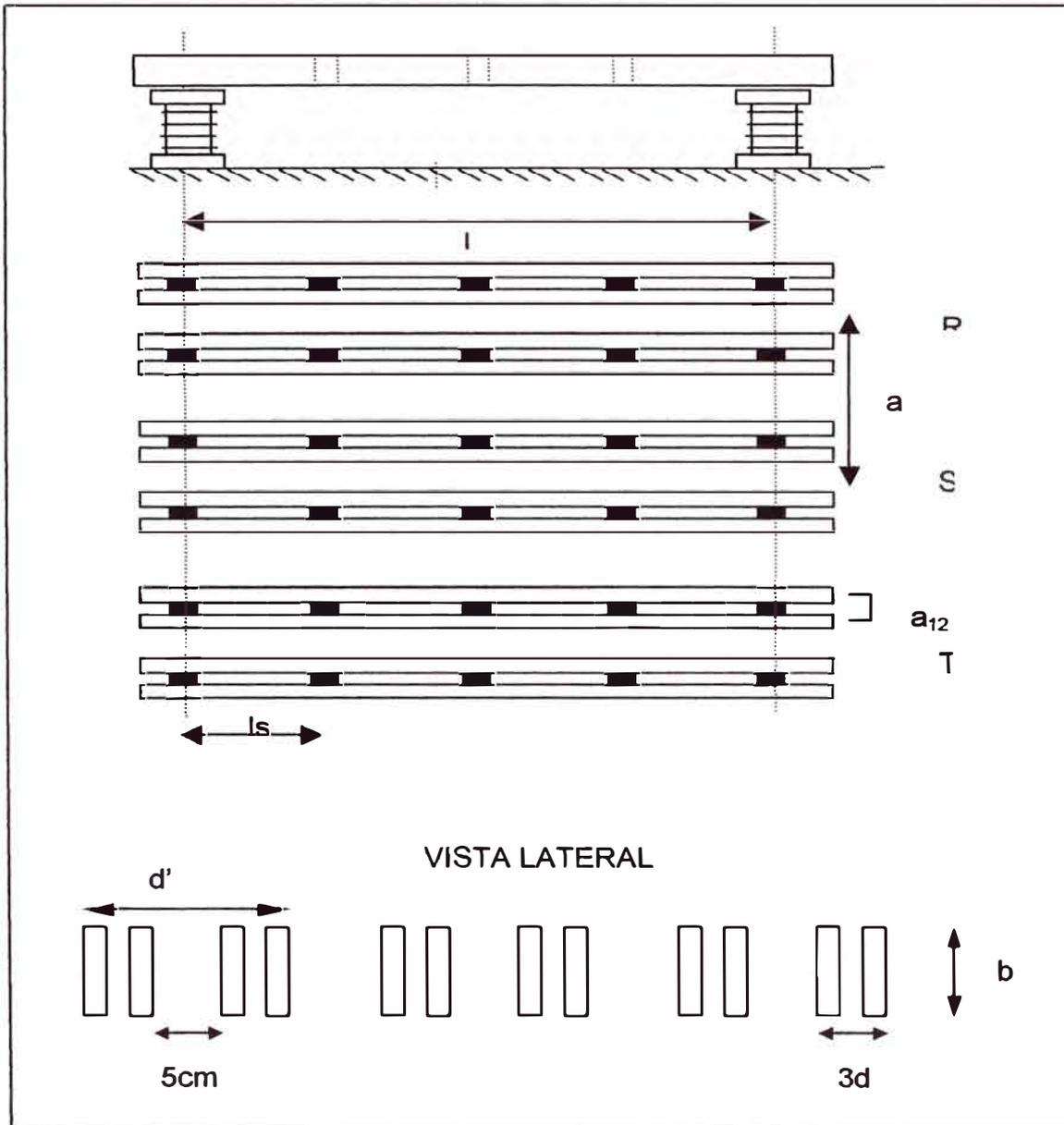


Figura 3.2: Dimensiones del sistema de barras

### 3.3.4 Cálculos

De la figura 3.2 se tiene los siguientes datos:

$$b = 12 \text{ cm}$$

$$a = 16 \text{ cm}$$

$$d = 1 \text{ cm}$$

$$d' = 11 \text{ cm}$$

De éstos valores se tiene lo siguiente:

$$a/d' = 16/11 = 1,45$$

$$b/d' = 12/11 = 1,09$$

Con éstos valores recurrimos a la figura N° 3.3 con el cual hallamos el valor del factor de corrección  $k_{1s}$  necesario para determinar luego el valor de la distancia efectiva entre conductores principales ( $a_m$ )

De la figura 3.3 se obtiene:

$$K_{1s} = 0,96$$

El valor de  $a_m$ :

$$a_m = 16/0,96 = 16.66 \text{ cm}$$

De acuerdo a la tabla 3.10, se obtiene el valor de la distancia efectiva entre sub-conductores ( $a_s$ ):

De ahí se obtiene:

$$a_s = 2,7 \text{ cm}$$

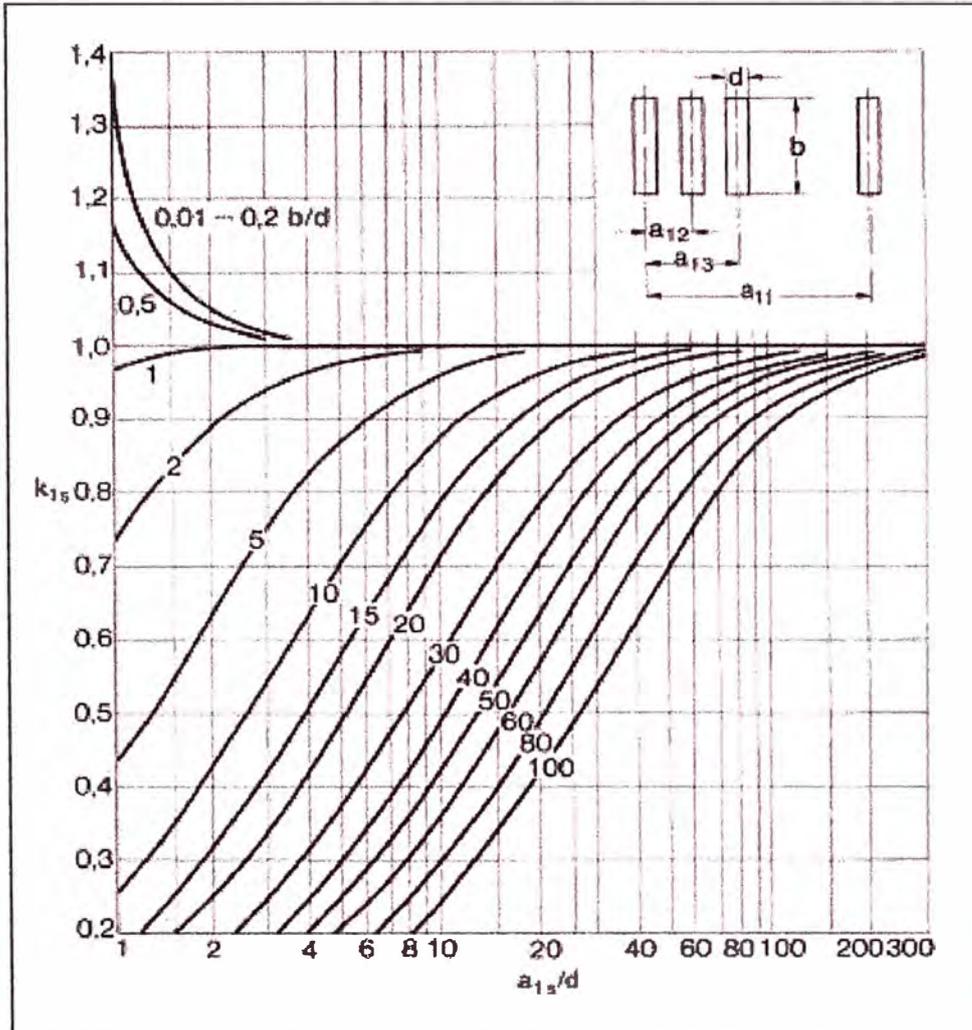


Figura 3.3 : Factor de corrección  $K_{1s}$  para conductor principal y sub-conductores con espaciamento  $s = 2...t$

### a) Momentos de resistencia

Los momentos de resistencia con respecto al conjunto de barras principales ( $Z_s$ ) y subconjunto de barras ( $Z_y$ ) se obtienen de las tablas 3.11 y 3.12:

De acuerdo a la tabla  $Z_y = 2\text{cm}^3$

De acuerdo a la tabla  $Z_y = 149,04\text{ cm}^3$

Para el caso de 4 barras de sección rectangular separadas 5 cm, se tiene lo siguiente:

El momento de resistencia del conductor principal ( $Z$ )

$$Z = 0,15 (149,04) = 22,35\text{ cm}^3$$

### b) Deformación de las barras

Considerando que el sistema trifásico no tendrá auto recierre se tiene que el producto de los factores de esfuerzo del conductor será igual a la unidad:

$$V_\sigma \cdot V_r = V_{\sigma s} \cdot V_r = 1$$

Seguidamente hallamos los valores de los parámetros  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$  con ayuda de la tabla 3.13.

$$\alpha = 0,4 \text{ y } 1,1$$

$$\beta = 0,73$$

$$\gamma = 3,56$$

Calculados todos los valores previos se procede a calcular las fuerzas entre barras principales y barras de una misma fase.

La fuerza entre conductores principales:

$$F_m = 0,173 \cdot i_{p3}^2 \cdot \frac{l}{a_m} \quad (3.5)$$

Donde:

$i_{p3}$  Corriente pico de cortocircuito trifásico (kA)

$a_m$  Espaciamiento efectivo entre conductores

$l$  Distancia longitudinal entre soportes

Reemplazando valores:

$$F_m = 0,173(162,5)^2 \left( \frac{80}{16,66} \right) = 21935,6 \text{ N}$$

El esfuerzo entre conductores principales ( $\sigma_m$ ):

$$\sigma_m = V_\sigma V_r \beta \frac{F_m l}{8Z} \quad (3.6)$$

Reemplazando valores:

$$\sigma_m = 1(0,73) \left( \frac{3509(80)}{8(22,35)} \right) = 1146,1 \text{ N/cm}$$

La fuerza entre sub-conductores ( $F_s$ ):

$$F_s = 0,2 \left( \frac{i_{p3}}{t} \right)^2 \frac{l_s}{a_s} \quad (3.7)$$

Donde:

t : Número de barras por fase

$l_s$  : distancia (ver figura 3.2)

$a_s$  : distancia efectiva entre sub-conductores

$i_{p3}$  : Corriente pico de cortocircuito trifásico (kA)

Reemplazando valores se tiene:

$$F_s = 0,2 \left( \frac{162,5}{4} \right)^2 \frac{40}{2,7} = 4890 \text{ N}$$

El esfuerzo entre sub-conductores:

$$\sigma_s = V_\sigma V_r \frac{F_s l_s}{16Z_s} \quad (3.8)$$

$$\sigma_s = 1,0 \left( \frac{4890(40)}{16(2)} \right) = 6112,5 \text{ N/cm}^2$$

El esfuerzo total producido:

$$\sigma_{tot} = \sigma_m + \sigma_s \quad (3.9)$$

Reemplazando valores se tiene:

$$\sigma_{tot} = 1146,1 + 977,5 = 2123,6 \text{ N/cm}^2$$

Verificando el esfuerzo total versus el 80% según la tabla 3.9 de características se tiene:

$$\sigma_{TOTAL} = 2123,6 \text{ N/cm}^2 < 0,8(R'_{p0,2}) = 28800 \text{ N/cm}^2$$

La fuerza  $F_d$  en cada soporte:

$$F_d = V_F V_r \alpha F_m \quad (3.10)$$

Donde:

$$V_F V_r = \frac{0,8R'_{p0,2}}{\sigma_{TOTAL}} = \frac{0,8(36000)}{2123,6} = 13,56$$

En sistemas trifásicos  $V_F V_r$  no requiere un valor superior a 2,7

Reemplazando valores se obtiene la fuerza  $F_d$ :

$$F_d = 2,7 (1,1) 3509 = 10\,421,73 \text{ N}$$

Los esfuerzos:

$$\sigma_{tot} = 2123,6 \text{ N/cm}^2 < 1,5R_{p0,2} = 37500 \text{ N/cm}^2$$

$$\sigma_s = 977,5 \text{ N/cm}^2 < R_{p0,2} = 25000 \text{ N/cm}^2$$

De acuerdo a lo anterior se verifica que la disposición mostrada puede soportar los esfuerzos producidos durante un cortocircuito. Los soportes deberán estar preparados para soportar la fuerza que se ha calculado.

Se muestra a continuación las tablas utilizadas en el proceso de cálculo.



TABLA N° 3.9 : Valores típicos de propiedades de materiales conductores

Typical values for the properties of conductor materials						
Symbol	Tensile strength	Young's modulus $E$ Elasticity modulus $N/mm^2$	Yield strength		Brinell hardness HB 10 $N/mm^2$	Conductivity $\kappa$ at 20 °C min. $m/\Omega mm^2$
	$R_m$ min. $N/mm^2$		$R_{p0.2}$ min. $N/mm^2$	$R'_{p0.2}$ max. $N/mm^2$		
<b>Copper</b>						
E-Cu F 20	200	$11 \cdot 10^4$		120	450... 700	57
E-Cu F 25	250	$11 \cdot 10^4$	200	290	700... 950	56
E-Cu F 30	300	$11 \cdot 10^4$	250	360	800...1050	56
E-Cu F 37	370	$11 \cdot 10^4$	330	400	950...1150	55
<b>Aluminium</b>						
E-Al F 6.5/7	65/70	$6.5 \cdot 10^4$	25	80	200... 300	35.4
E-Al F 8	80	$6.5 \cdot 10^4$	50	100	220... 320	35.2
E-Al F 10	100	$6.5 \cdot 10^4$	70	120	280... 380	34.8
E-Al F 13	130	$6.5 \cdot 10^4$	90	160	320... 420	34.5
Al F 10	100	$\approx 6.5 \cdot 10^4$	70		280... 300	34
<b>Malleable aluminium alloy</b>						
E-Al Mg Si 0.5 F 17	170	$7 \cdot 10^4$	120	180	450... 650	32
E-Al Mg Si 0.5 F 22	220	$7 \cdot 10^4$	160	240	650... 900	30
<b>Copper-clad aluminium</b>						
Cu comprises 15 %	130	$8 \cdot 10^4$	100	130	—	42.3

Fuente: ABB SWITCHGEAR HANDBOOK.

TABLA N° 3.10: Espaciamiento efectivo ( $a_s$ ) de sub-conductores para secciones transversales rectangulares de barras y secciones en U

*Table 4-3*  
Effective sub-conductor spacing  $a_s$  for rectangular cross sections of bars and U-sections (all quantities in cm) as per DIN EN 60865-1 (VDE 0103)

Configuration of bars	Bar thickness $d$ cm	Bar width $b$							
		4 cm	5 cm	6 cm	8 cm	10 cm	12 cm	16 cm	20 cm
	0.5	2.0	2.4	2.7	3.3	4.0	—	—	—
	1	2.8	3.1	3.4	4.1	4.7	5.4	6.7	8.0
	0.5	—	1.3	1.5	1.8	2.2	—	—	—
	1	1.7	1.9	2.0	2.3	2.7	3.0	3.7	4.3
	1	1.4	1.5	1.6	1.8	2.0	2.2	2.6	3.1
	0.5	—	1.4	1.5	1.8	2.0	—	—	—
	1	1.74	1.8	2.0	2.2	2.5	2.7	3.2	—
	<b>U 60 U 80 U100 U120 U140 U160 U180 U 200</b>								
	$h_s =$	6	8	10	12	14	16	18	20
	$e_s =$	8.5	10	10	12	14	16	18	20
	$a_s =$	7.9	9.4	10	12	14	16	18	20

Fuente: ABB SWITCHGEAR HANDBOOK.

TABLA N° 3.11 : Momentos de inercia y resistencia para barras planas

**Table 4-6**  
Moments of inertia and resistance for flat bars

Configuration	flat	upright		
Busbar dimensions				
mm	$Z_x$ cm <sup>3</sup>	$J_x$ cm <sup>4</sup>	$Z_y$ cm <sup>3</sup>	$J_y$ cm <sup>4</sup>
12 x 2	0.048	0.0288	0.008	0.0008
15 x 2	0.075	0.0562	0.010	0.001
15 x 3	0.112	0.084	0.022	0.003
20 x 2	0.133	0.133	0.0133	0.00133
20 x 3	0.200	0.200	0.030	0.0045
20 x 5	0.333	0.333	0.083	0.0208
25 x 3	0.312	0.390	0.037	0.005
25 x 5	0.521	0.651	0.104	0.026
30 x 3	0.450	0.675	0.045	0.007
30 x 5	0.750	1.125	0.125	0.031
40 x 3	0.800	1.600	0.060	0.009
40 x 5	1.333	2.666	0.166	0.042
40 x 10	2.666	5.333	0.666	0.333
50 x 5	2.080	5.200	0.208	0.052
50 x 10	4.160	10.400	0.833	0.416
60 x 5	3.000	9.000	0.250	0.063
60 x 10	6.000	18.000	1.000	0.500
80 x 5	5.333	21.330	0.333	0.0833
80 x 10	10.660	42.600	1.333	0.666
100 x 5	8.333	41.660	0.4166	0.104
100 x 10	16.660	83.300	1.666	0.833
120 x 10	24.000	144.000	2.000	1.000
160 x 10	42.600	341.300	2.666	1.333
200 x 10	66.600	666.000	3.333	1.660

Fuente: ABB SWITCHGEAR HANDBOOK.

TABLA N° 3.12 : Fórmula para calcular el momento ideal de inercia y resistencia de conductores principales compuestos con dos o mas elementos atiesados

Formulae for calculating the ideal moments of inertia and resistance of composite main conductors with two or more stiffening elements (100 % values).

$$J_y = \frac{b}{12} (B^3 - a'^3)$$

$$Z_y = \frac{b}{6B} (B^3 - a'^3)$$

$$J_y = \frac{b}{12} (B^3 - d_1^3 + d^3)$$

$$Z_y = \frac{b}{6B} (B^3 - d_1^3 + d^3)$$

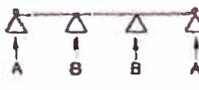
$$J_y = \frac{b}{12} (B^3 - d_1^3 + d_2^3 - d_3^3)$$

$$Z_y = \frac{b}{6B} (B^3 - d_1^3 + d_2^3 - d_3^3)$$

Cross section mm	$J_y$ cm <sup>4</sup>	$Z_y$ cm <sup>3</sup>	$J_y$ cm <sup>4</sup>	$Z_y$ cm <sup>3</sup>	$J_y$ cm <sup>4</sup>	$Z_y$ cm <sup>3</sup>
Calculated values for $J_y$ in cm <sup>4</sup> and $Z_y$ in cm <sup>3</sup> , if $a' = d$ and $d_3 = 5$ cm						
50/5	1.355	1.80	5.15	4.125	—	—
50/10	10.830	7.20	41.25	16.5	341.65	62.10
60/5	1.626	2.16	6.18	4.95	—	—
60/10	12.996	8.64	49.50	19.8	409.98	74.52
80/5	2.168	2.88	8.24	6.60	—	—
80/10	17.328	11.52	66.00	26.4	546.64	99.36
100/5	2.71	3.6	10.3	8.25	—	—
100/10	21.66	14.4	82.5	33	683.3	124.2
120/10	26	17.28	99.00	39.6	819.96	149.04

Fuente: ABB SWITCHGEAR HANDBOOK.

TABLA N° 3.13 : Factores  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$  de acuerdo a norma DIN EN 60865-1

Factors $\alpha$ , $\beta$ and $\gamma$ as per DIN EN 60865-1 (VDE 0103)				
Type of busbar and its clamping condition	Force on support	Main conductor stress	Relevant characteristic frequency	
			Factor $\alpha$	Factor $\beta$
Single-span beam	 both sides supported	A: 0.5 B: 0.5	1.0	1.57
	 fixed, supported	A: 0.625 B: 0.375	0.73	2.45
	 both sides fixed	A: 0.5 B: 0.5	0.50	3.56
Continuous beam with multiple supports and $N$ equal or approximately equal support distances	 $N = 2$	A: 0.375 B: 1.25	0.73	2.45
	 $N \cong 3$	A: 0.4 B: 1.1	0.73	3.56

Fuente: ABB SWITCHGEAR HANDBOOK.

### 3.4 Sistema de puesta a tierra

#### 3.4.1 Normas

Para los cálculos del presente informe, se tomó en cuenta lo estipulado en las siguientes normas:

Código Nacional de Electricidad – Suministro 2001.

Norma IEEE Std 80 - Guide for safety in AC Substations Grounding.

International Electrotechnical Commission IEC.

American National Standards Institute ANSI.

American Society for Testing and Materials ASTM.

#### 3.4.2 Cálculo de la resistividad del terreno

##### a) Medición de Resistividad de Terreno

En la visita realizada a la Planta, se realizó la medida de resistividad de terreno, en el área disponible aledaño a la nueva subestación de la planta.

La medición de resistividad de terreno se efectuó mediante el método de WENNER, que consiste en disponer de cuatro (04) electrodos en línea recta e igualmente espaciados, simétricamente respecto al punto en el que se desea medir la resistividad eléctrica del terreno.

De los valores de resistencia eléctrica medidos, se determinó la resistividad correspondiente aplicando la fórmula general de resistividad:

$$\rho = 2 \times \pi \times a \times R \text{ (Ohm - m)} \quad (3.11)$$

Donde:

$\rho$  :Resistividad (ohm-m)

$a$  :Separación entre varillas

$R$  :Valor obtenido de la medición (ohm)

En el cuadro siguiente se muestran los valores de resistencia eléctrica medidos, así como los valores de resistividad calculados:

TABLA N° 3.14: Valores de resistencia medidos

ESPACIAMIENTO a (m)	RESISTENCIA (Ohm)	RESISTIVIDAD ELECTRICA (Ohm - m)	OBSERVACIONES
0,5	40,00	125,66	Fecha : 05/05/2005
1	20,30	127,55	Hora : 10:30 a.m.
2	7,97	100,15	Clima : 20 °C (Templado)
4	2,37	59,56	Terreno : Pedregoso
6	1,02	38,45	Estado : Suelo Seco
			Comentarios : Medición en terreno aledaño a subestación

#### b) Determinación de la Estratificación del Terreno

La estratificación del terreno representa las características del terreno en virtud de su propia formación geológica a los largo de los años.

Es importante mencionar que la resistividad del terreno es muy variable de un lugar a otro, y es afectada muy notablemente, por factores del terreno como la composición, sales solubles y su concentración, estado higrométrico, temperatura, entre otros.

Para la determinación de la estratificación del terreno se empleó el programa especializado FDCGRD, obteniéndose la estratificación siguiente:

En la tabla 3.15 se muestra el reporte del programa FDCGRD..

TABLA N° 3.15 : Reporte del programa FDCGRID – Determinación de las resistividad de las capas

<b>SUBESTACION PLANTA PRODUCTOS CONGELADOS</b>					
<b>Parámetros iniciales</b>					
- Resistividad 1ra capa	:				130,00 Ohm-m
- Resistividad 2da capa	:				40,00 Ohm-m
- Profundidad 1ra capa	:				2,000 m
<b>Convergencia alcanzada</b>					
<b>Parámetros estimados</b>					
- Resistividad 1ra capa	:				128,50 Ohm-m
- Resistividad 2da capa	:				25,16 Ohm-m
- Profundidad 1ra capa	:				2,104 m
<b>Valores estimados versus valores medidos</b>					
	Med. No.	Separación metros	Ohm-m Medido	Estimado	Dif(%)
+++++					
	1	0,500	125,66	127,74	1,65
	2	1,000	127,55	123,24	-3,38
	3	2,000	100,15	102,39	2,23
	4	4,000	59,56	58,93	-1,06
	5	6,000	38,45	38,59	0,35

### 3.4.3 Determinación del Sistema de Red Tierra Profunda

La determinación del sistema de red de tierra profunda, se obtuvo mediante el programa computacional FDCGRD, que utiliza la metodología descrita en la norma IEEE Std 80 "Guide for safety in AC Substations Grounding", para lo cual, previamente se estableció la sección de los cables.

#### a) Determinación de la Sección Mínima del Cable del Sistema de Red de Tierra profunda

El material del cable a emplearse en la Red de Tierra Profunda será de cobre, debido a su alta conductividad, resistencia a la corrosión al ser enterrado y a su comportamiento catódico respecto a otros metales.

Para determinar la sección mínima, se tuvieron en cuenta los esfuerzos mecánicos y térmicos.

Considerando los esfuerzos mecánicos al que estará sometido el cable enterrado, la practica recomienda que la sección del conductor no debe ser menor a 35 mm<sup>2</sup>.

Considerando los esfuerzos térmicos, la sección mínima del cable se determinó empleando la siguiente fórmula:

$$I = 226.53 \cdot S_{cu} \sqrt{\frac{1}{t_{def}} \cdot \ln\left(\frac{\theta_m - \theta_a}{234 + \theta_a} + 1\right)} \quad (3.12)$$

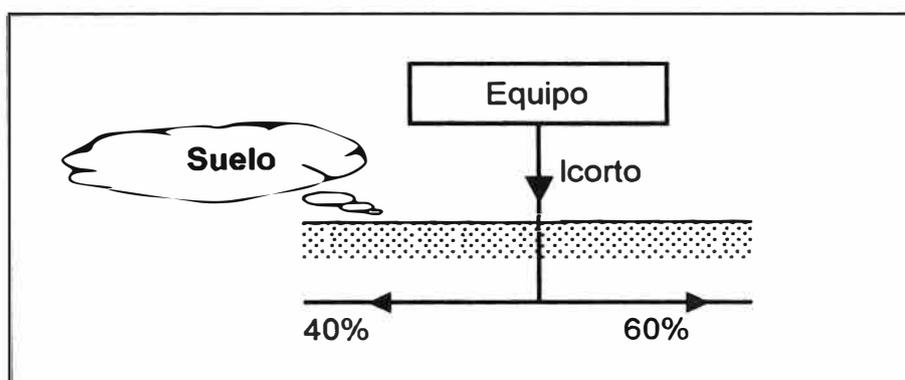
Donde:

- $S_{cu}$  Sección del cable de Cobre (mm<sup>2</sup>)
- $I$  Corriente de falla monofásica, a través del cable (kA)
- $t_{def}$  Duración de la falla (0,4 s)
- $\theta_a$  Temperatura del ambiente (25 °C)
- $\theta_m$  Temperatura máxima permisible (°C)

El cable de cobre, tiene una temperatura máxima permisible de 1083 °C, siendo entonces definida la sección mínima por el tipo de conexión a emplear, que para la red de tierra profunda es con soldadura exotérmica y en para la red de tierra superficial es con conectores a compresión, siendo la temperatura máxima permisible de 850 °C y 250 °C respectivamente.

Adicionalmente, considerando que el sistema eléctrico es neutro aislado, en el caso de una falla monofásica, la corriente hacia tierra será nula, entonces para efectos del calculo se consideró la corriente de cortocircuito bifásica que es de 46 kA, aplicándose el criterio indicado en el siguiente gráfico.

**FIGURA 3.4**



Entonces, reemplazando los valores correspondientes para la determinación del conductor de la red de tierra profunda en la ecuación anterior y considerando el 60% de la corriente de cortocircuito, tenemos que la sección mínima del cable es:

Scu-mínimo (Red de tierra profunda) = 55,8 mm<sup>2</sup>

En resumen, las secciones determinadas para los cables del sistema de tierra son:

Red de tierra profunda	Cable de Cu 70 mm <sup>2</sup>
Red de tierra superficial	Cable de Cu 70 mm <sup>2</sup>

Teniendo en Consideración, que para el caso de la red de tierra superficial del sistema de 440 V, tendrá por lo menos dos conexiones a la red de tierra profunda.

## b) Determinación del Arreglo Geométrico de la Malla y los Electrodo

Para determinar el arreglo óptimo de la malla de tierra, se empleó el programa computacional FDCGRD, con el cual se probaron una serie de configuraciones seleccionando la mostrada en el diagrama D-006 del anexo B.

### 3.4.4 Resultados del diseño del sistema de puesta a tierra

Introduciendo todos los parámetros obtenidos anteriormente en el programa FDCGRD, y tomando en consideración, todos los criterios mencionados anteriormente; la implementación de la malla deberá tener las siguientes características:

Largo total de la malla	13,0 m
Ancho total de la malla	10,5 m
Sección del conductor en la red de tierra profunda y superficial	70 mm <sup>2</sup>
Profundidad de la malla,	0,7 m
Respecto del Nivel de piso terminado	
Resistencia de puesta a tierra	1,90 $\Omega$
Máxima tensión de toque permisible	0,00 V (*)
Máxima tensión de paso permisible	0,00 V (*)

(\*) Debido a que el sistema, es del tipo neutro aislado, en el caso de una falla a tierra, la corriente hacia tierra será nula, por lo tanto la elevación de tensión de la malla será insignificante, por lo que las tensiones de paso y de toque no serán relevantes.

La configuración geométrica correspondiente al presente diseño se muestra en el diagrama D – 006. El reposte del programa se muestra en la tabla 3.16



## **CAPITULO IV**

### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MONTAJE**

#### **4.1 Actividad y trabajos preliminares**

##### **4.1.1 Generalidades**

###### **a) Alcance de las especificaciones**

Estas Especificaciones técnicas definen las principales actividades que debe ejecutar el Contratista para el montaje electromecánico de las subestaciones del proyecto. Tienen por objeto definir las exigencias y características del trabajo a ejecutar. Sin embargo el Contratista es responsable de la ejecución correcta de todos los trabajos necesarios para la construcción y operación en conformidad con el Estudio Definitivo y la Ingeniería de Detalle del proyecto, aún cuando dichos trabajos no estén específicamente listados y/o descritos en el presente documento.

El trabajo bajo responsabilidades del contratista incluye todas las pruebas para la puesta en servicio de las subestaciones del Proyecto, incluyendo, personal técnico calificado, equipos, materiales que están definidos en estas especificaciones.

Están incluidos dentro de los alcances del trabajo del contratista, el montaje de dos transformadores, montaje de cables de energía, suministro y montaje de ducto de barras, suministro y cableado de fuerza y control y otros según se necesite, para la correcta ejecución del proyecto.

###### **b) Discrepancias en las especificaciones**

Los trabajos de montaje electromecánico de la obra se realizan en concordancia con estas especificaciones y las cláusulas del Contrato entre el Propietario y el Contratista. Si hubiese discrepancias entre las especificaciones y el Contrato tiene

prioridad lo estipulado en las Especificaciones Técnicas y la Memoria Descriptiva, salvo anotación expresa en el Contrato.

**c) Documentos entregados al Contratista**

El propietario entregará al Contratista, después de la firma del contrato y antes de la iniciación de la Obra, copia de los siguientes documentos:

- Copia de los documentos técnicos de licitación del proyecto.
- Planos y especificaciones técnicas de fabricación referente a todos los equipos que entregará el Propietario.
- Planos de las obras de Ingeniería Civil.
- Lista de los equipos y materiales destinados a la Obra, que El Propietario entregará al Contratista, cuya relación detallada está definida en el Contrato.

El contratista deberá revisar la documentación y está obligado a presentar al Propietario las observaciones, que a su juicio requieran absolución.

**d) Información requerida**

El postor remitirá con su oferta la siguiente información:

- Tablas de datos técnicos, debidamente llenadas.
- Memoria Descriptiva de los métodos, equipos y aparatos propuestos para el montaje electromecánico de las subestaciones del Proyecto.
- Memoria Descriptiva de los métodos de prueba e instrucciones para la puesta en servicio de los equipos y aparatos.
- Memoria Descriptiva de los equipos y aparatos propuestos para llevar a cabo las pruebas de puesta en servicio del sistema eléctrico.
- Programa previsto para el montaje y puesta en servicio de las subestaciones.

El contratista que obtenga la buena Pro remitirá a la Supervisión para aprobación, en los plazos estipulados en los documentos contractuales la siguiente información:

- Ingeniería de Detalle (documentos preliminares) del Proyecto correspondiente a las subestaciones.

- Programa completo para la ejecución de la Obra, por subestación.
- Diagramas, planos esquemas y/o croquis, que muestren los detalles de las obras civiles y montaje electromecánico de los diversos componentes y/o equipos de las subestaciones.

#### **e) Ingeniería de Detalle del Proyecto**

El Estudio de Ingeniería de Detalle del proyecto estará a cargo del Contratista y su desarrollo se basará en el Estudio Definitivo y comprenderá las siguientes actividades, entre otras:

- Revisión de la documentación entregada con el Estudio Definitivo.
- Elaboración de los esquemas unifilares principales y de servicios auxiliares, con indicación del equipamiento a ser instalado.
- Disposiciones generales con el equipamiento considerado para cada instalación.
- Diseño de detalle de las estructuras de fijación de los equipos.
- Diseño de detalle del sistema de bandejas.
- Disposición de la línea de tierra superficial.
- Distribución de terminales y conectores en media y baja tensión.
- Definición de las condiciones de operación, control y mando.
- Diseño de los tableros de servicios auxiliares.
- Esquemas eléctricos funcionales, conexión, borneras, recorrido de cables de control

Todos los diseños de detalle serán presentados a la Supervisión para su aprobación en planos y hojas impresas en papel bond, a escala reglamentaria en el Sistema Métrico Decimal y en tamaños estándar según las normas ISO.

Al término de la obra, el Contratista hará entrega al Propietario del documento final de la Ingeniería de Detalle con todos los planos actualizados de acuerdo a obra y los volúmenes de cálculo debidamente revisados y suscritos por la supervisión, los cuales deben estar plenamente concordados con los trabajos realizados en el Sitio de la Obra. Dicha entrega, se hará en original y tres (03) copias refrendadas por los profesionales responsables del Contratista, se realizará tan pronto concluya el período de operación experimental del Proyecto. El texto de dicho Estudio será

elaborado en procesador de textos, así mismo, la integridad de los planos y detalles de construcción y montaje serán desarrollados en AUTOCAD VERSIÓN 14, los mismos que serán entregados en Disco Compacto (CD), en los plazos prescritos en el Contrato y formarán parte de la documentación "conforme a obra".

Queda establecido que el Estudio de Coordinación de las Protecciones del Sistema Eléctrico involucrado, así como la calibración y ajuste de los relés forman parte de la Ingeniería de Detalle y será de entera responsabilidad del Contratista.

#### **4.1.2 Trabajos colaterales del contratista**

##### **a) Alcance de los trabajos**

El Contratista deberá efectuar todos los trabajos o tareas que sean necesarios para ejecutar la obra, materia del Contrato, en forma tal que al concluir los trabajos entregue al Propietario una instalación completa y funcionando, construida conforme lo prescrito en los planos, las Especificaciones Técnicas y el Contrato, y con la técnica más moderna aplicable a tal instalación.

Las tareas principales del Contratista se listan a continuación y algunas de esas tareas se describen en detalle más adelante en esta Especificación. Queda entendido sin embargo, que será responsabilidad del Contratista efectuar todo el trabajo que sea necesario para el montaje de las subestaciones, aunque dichos trabajos no estén específicamente listados y/o descritos en esta Especificación Técnica.

Sin limitarse a lo enumerado, el Contratista efectuará las siguientes tareas:

- Recepción e inspección detallada en el lugar que se establezca en el Contrato, de todo el equipo y material que le será entregado; debiendo comprobar en presencia de la Supervisión, el estado y cantidad de éstos. En lo que respecta a los equipos y materiales entregados por el Propietario, el Contratista con su personal especializado efectuará en esta oportunidad las verificaciones del estado de los mismos a fin de deslindar responsabilidades entre el fabricante del suministro y el Contratista.

- Transporte bajo responsabilidad total hacia sus almacenes en la Obra, cuidado, almacenamiento y conservación del equipo y material entregado por el Propietario y del suministrado por él.
- Elaboración de la Ingeniería de Detalle que incluye el Estudio de Coordinación de las Protecciones. (acápite 1.1.5)
- Reubicación de estructuras, cables y otros que sea necesario para la correcta ejecución de los trabajos.
- Trámite y Obtención de la Licencia de Construcción y declaratoria de fábrica de las Obras que lo requieran.
- Ejecución de las Obras a entera satisfacción del propietario.
- El transporte a los almacenes del Propietario de los materiales repuestos y equipos excedentes.
- Todos los trabajos de reparaciones y arreglos pertinentes, aún después de terminado el montaje para que la instalación responda a cabalidad con las prescripciones de los reglamentos en vigencia y para que los compromisos adquiridos con El Propietario sean satisfechos.
- Pruebas de puesta en servicio y de aceptación definidas en las instalaciones, entrega de los documentos técnicos finales del Proyecto.
- Operación experimental según prescripción del Contrato.

El Contratista admite que esta relación de trabajo no es limitativa, debiendo ejecutar a su costo todos los trabajos que sean necesarios, aún cuando éstos no estén especificados, de manera tal que las instalaciones de las subestaciones queden en condiciones de entrar en operación y proceso de producción normal a la conclusión de los trabajos.

**b) Provisión de equipos y servicios**

El Contratista deberá abastecerse de todas las herramientas, equipos y materiales consumibles, requeridos para el montaje electromecánico y puesta en servicio de las subestaciones.

Los servicios de agua y de energía eléctrica para los trabajos serán proporcionados por el Contratista. El Contratista hará las conexiones o tomará las medidas convenientes que permitan hacer uso de dicho servicio.

**c) Suministros del contratista**

El Contratista suministrará los equipos, materiales y herramientas que se indican a continuación, sin limitarse a:

- Concreto simple y reforzado, incluyendo todos los materiales que se requieran para su preparación y colocación según se especifica tales como: cemento, agregados, agua, aditivos, acero de refuerzo, encofrados, entubados, alambres de amarres, además de todas las herramientas y equipos que se requieren para mezclar, transportar, vaciar y curar el concreto.
- Equipos de construcción pesados, incluyendo pero sin limitarse a: Camiones, grúas, camionetas, compactadoras, etc.
- Todas las herramientas y equipos que se requieren para la construcción completa de las subestaciones materia del Contrato, incluyendo, pero sin limitarse a:

Instrumentos de prueba y montaje para equipos de medición, protección, señalización, control y alarma de celdas y tableros, transformadores de potencia, etc; así como de cualquier otro equipo, accesorios y aditamentos que fuera necesario para efectuar los trabajos de construcción y montaje de las subestaciones del proyecto.

Las características técnicas de estos equipos serán puestas a consideración del Propietario para su aprobación. Todos los equipos deberán contar con certificado de contrastación con una antigüedad no mayor a un año.

#### **d) Medidas de seguridad**

##### **• Plan de seguridad**

En el plazo de un mes desde la firma del Contrato, el Contratista deberá efectuar, bajo su responsabilidad un plan de seguridad para la normal ejecución de la Obra. Este plan comprenderá, entre otros:

- La seguridad del personal del Contratista, del personal del Propietario destacado en la obra, del personal de control y administración, así como de terceros, por lo que se dotará al personal de los equipos y accesorios de seguridad, prescritos en las Normas de seguridad Industrial para trabajos en instalaciones eléctricas y mecánicas.

Medicinas y equipos de primeros auxilios.

Medios de transporte adecuados para el traslado de heridos o enfermos.

Higiene en las zonas de trabajo.

Seguridad de las instalaciones contra agentes atmosféricos, animales o bichos y acción de terceras personas

- Riesgos contra la electrocución del personal de Obra. No se permitirá trabajos en circuitos energizados, el Contratista será responsable de coordinar sus labores con el Propietario, las autoridades y responsables de las instalaciones eléctricas en donde se requiera.
- Medidas de seguridad comunes que pueden ser necesarios por la presencia de varios Contratistas en la zona de trabajo.

El personal del Contratista deberá recibir instrucciones precisas para que su presencia en Obra y los trabajos que realicen estén en armonía con los de los otros Contratistas que trabajen en el mismo sitio.

- **Prevención de accidentes**

El personal del Contratista deberá llevar documentos de identificación que permitan controlar su presencia y estará provisto de cascos y otros elementos de seguridad. Durante los trabajos, el Contratista deberá tomar todas las medidas de seguridad necesarias para evitar accidentes de su personal o de terceros.

Por lo menos dos (2) de cada treinta (30) trabajadores deberán ser entrenados para administrar primeros auxilios y estarán equipados con un maletín para esos fines.

Todo el personal relacionado con las pruebas eléctricas deberá tener conocimiento sobre como interrumpir el suministro eléctrico y como auxiliar a víctimas de descarga eléctrica.

Todos los mangos serán de madera dura y la herramienta vendrá firmemente asegurado a los mismos. La cara de trabajo de los martillos y herramientas similares no tendrán bordes mellados.

Los cinceles y herramientas cortantes similares no tendrán menos de 15 cm de longitud.

Se recomienda especialmente que el Contratista tome medidas de seguridad, entre otros casos, en:

- **Desenvolvimiento de carretes de los conductores y cables en lugares cercanos a líneas de energía.**
- **Antes de realizar el tendido de los conductores y cables del equipo deberán estar instaladas todas las tomas de tierra.**

- **Trabajos en equipo energizado**

Esta prohibido realizar trabajos en circuitos energizados. Sin embargo, cuando las condiciones del trabajo obliguen a el Contratista a alterar, modificar, reemplazar, o en alguna otra forma entrar a zonas existentes energizadas del sistema eléctrico del propietario o de terceros, someterá a la aprobación de la Supervisión un programa del procedimiento propuesto mostrando paso a paso el método que se seguirá para llevar a cabo el trabajo requerido.

La Supervisión será la única autorizada para gestionar ante las autoridades pertinentes el permiso respectivo o la desenergización de las instalaciones según sea el caso.

Queda claro que bajo ningún motivo se ejecutarán trabajos en caliente sin autorización de la Supervisión.

## **4.2 Montaje de equipos**

### **4.2.1 Montaje de transformadores de potencia**

#### **a) Descripción**

Esta especificación de montaje se aplicará a los Transformadores sumergidos en aceite, para servicio interior, autoenfriado y de enfriamiento forzado para 60 Hz, 60° - 65°C de elevación de temperatura, que serán instalados en el proyecto.

#### **b) Disposiciones**

Los equipos que se montarán serán dos (02) transformadores de Potencia, suministrados por El Propietario; el Contratista será responsable de su manejo y montaje, obligándose a reponer a entera satisfacción de El Propietario todos los daños o pérdidas. En la presentación del presupuesto se analizará por separado las siguientes actividades y se integrará a un sólo precio unitario por transformador:

- Revisión exterior.
- Revisión interior, en caso de ser necesario.
- Maniobras para su colocación en sitio.
- Pruebas y puesta en servicio.

### **c) Ejecución**

Los transformadores de potencia trifásicos por su tamaño, serán transportados desde fabrica completamente armados, y llenos de aceite aislante.

El Contratista al recibir el transformador para su instalación, deberá efectuar una minuciosa inspección exterior con el objeto de verificar que no haya signos de daños externos, en caso resulte desfavorable la inspección externa, será necesario efectuar la inspección interior.

Las pruebas y verificaciones serán ejecutadas por el Contratista y serán las siguientes:

- Prueba de resistencia de aislamiento de cada uno de los devanados a tierra y entre devanados.
- Prueba de relación de transformación en todas las derivaciones.
- Verificación de operación de los dispositivos indicadores y de control de temperatura del aceite y punto caliente.
- Verificación de operación de los equipos auxiliares, como es bomba de aceite, ventiladores e indicadores de flujo.
- Verificación de alarmas y dispositivos de protección propias del transformador.

### **d) Tolerancias**

Como tolerancias en montaje se aplicarán las indicadas en los manuales de instrucción del fabricante.

No se admitirán pérdidas en herrajes, accesorios y conectores; Si existen daños no imputables al Fabricante se comprobarán con las piezas dañadas y las actas respectivas.

### **e) Medición**

Se efectuará en concordancia con la tabla de precios unitarios cotizados.

Podrán hacerse pagos parciales determinando porcentajes sobre la base del análisis para la obtención del precio unitario de este concepto.

**f) Cargos incluidos en el precio unitario**

Comprenden los cargos y operaciones:

- Traslado a la obra del equipo y accesorios.
- Maniobras y montaje de los equipos e instalación de accesorios y materiales de acuerdo a los planos y manuales de instrucción.
- Revisión externa de los transformadores.
- Personal, equipos y herramientas en las pruebas del transformador.
- Retiro y limpieza del material sobrante a los bancos de desperdicio
- Las pruebas necesarias para verificación del correcto montaje y funcionamiento del equipo

**g) Recursos para el montaje de transformadores en el sitio**

Para el montaje electromecánico del transformador, el Contratista deberá contar en el sitio con los siguientes recursos mínimos:

- **Equipamiento**
  - Camión – grúa de 10 Ton, con operador, cables y accesorios.
  - Gatas hidráulicas de 5 Ton
  - Herramientas diversas comunes utilizadas en montajes electromecánicos.
  - Material para limpieza: alcohol, disolvente líquido, bencina, etc.
- **Cuadrilla básica**
  - Un (01) supervisor de montaje.
  - Un (01) electricista experimentado en montaje de transformadores.
  - Dos (02) montadores.
  - Un (01) operador de grúa.
- **Pruebas de puesta en servicio**

Durante las pruebas de puesta en servicio de las subestaciones, conjuntamente con los representantes del propietario y del Contratista se contará con la presencia de un (01) Ingeniero representante del fabricante del transformador. El Contratista dispondrá de los siguientes equipos mínimos:

- Megómetro motorizado de 2500 V con escala 100000 Mohm.
- Termómetro patrón con escala 0 - 150° C.
- Multímetro digital FLUKE o similar.
- Amperímetro patrón con escala 0 - 5 A.
- Herramientas comunes en montajes eléctricos.

#### **4.2.2 Montaje de tablero de distribución**

##### **a) Descripción**

Se entenderá por "TABLERO DE DISTRIBUCION", al centro de carga para corriente alterna, que se montará en la sala de tableros.

Este centros de carga controlará y distribuirá los circuitos que requiera la Subestación, para el alumbrado y servicio de emergencia eléctrica en general, en sistema de 220 V en corriente alterna.

##### **b) Ejecución**

El Contratista los montará en el sitio indicado fijándolos con anclajes, así mismo efectuará las interconexiones con el tablero de control. Identificará y conectará los circuitos del tablero de acuerdo a las indicaciones en los planos de proyecto.

##### **c) Tolerancia**

No existirá ninguna tolerancia para obtener la calidad de los trabajos descritos en este concepto, no se acepta pérdidas o daños de material o equipo.

##### **d) Cargos incluidos en el precio unitario**

Se efectuará en concordancia con la tabla de precios unitarios cotizado.

Comprenden los cargos y operaciones siguientes:

- Almacenaje y control de piezas incluyendo su transporte al sitio de la obra.
- Maniobras y movimientos para su colocación en el sitio definitivo
- Auxiliar con personal y herramientas en las pruebas.
- Pintura de acabado.
- Las pruebas en fábrica para verificación del correcto montaje y funcionamiento del equipo
- Pruebas de puesta en servicio
- Retiro y limpieza del material sobrante

#### **4.2.3 Tendido y conexión de cables de control**

##### **a) Descripción**

Se entiende por "CABLE DE CONTROL", a los conductores que unen las bornas de los tableros, celdas y transformadores, con los instrumentos de control, protección y alarmas, ubicados en la subestación.

Los conductores vienen integrados en cables y se componen de 7 conductores por cable, están aislados con polietileno y a su vez el cable está protegido exteriormente con neoprene para un aislamiento de 1000 voltios.

##### **b) Disposiciones**

Antes de iniciar la instalación de los cables de control, el Contratista remitirá a la Supervisión para su aprobación, los planos de instalación, mostrando la ruta y las conexiones de los cables así como todo otro plano que sea necesario.

El Contratista determinará el recorrido más adecuado de todos los cables de control en las subestaciones por las canaletas, ductos y tuberías diseñadas para tal fin.

En la determinación del recorrido del cable, el Contratista buscará:

- Recorridos simples y fáciles.
- Recorridos cortos.
- Reunir los cables del mismo tipo y de la misma función.

Durante la instalación se tratará de evitar en lo posible:

- Paralelismo de cables de energía y control.
- Cercanía a los cables de media y baja tensión.
- Instalación de cables en lugares donde puedan exponerse a accidentes por causas de montajes, trabajos de mantenimiento, goteo de líquidos, escape de gases, etc.

Los cables serán cuidadosos y metódicamente instalados, a fin de que cualquier cable pueda ser fácilmente localizado.

### **c) Ejecución**

La Contratista colocará los cables sobre los soportes localizados en las canaletas, siguiendo la trayectoria disponible. Durante el tendido se formarán capas de cables uniéndolos a los soportes de las canaletas con cáñamo para evitar su caída.

Una vez tendido el cable, el Contratista lo conectará a las borneras de interconexión de los tableros, caja de borneras y/o agrupamientos de equipos, por medio de CONECTORES DE PRESIÓN, para lo cual se emplearán las herramientas adecuadas de acuerdo a las listas de cableado.

El Contratista tendrá el cuidado de no dañar el aislamiento de los cables durante su tendido.

Todos los cables después del tendido se identificarán con los listones o placas, colocadas en los extremos de cada cable, de acuerdo a la lista de cableado.

Los cables serán de una sola pieza y en el caso de que se requieran empalmar, se solicitará la autorización de la Supervisión.

El Contratista prestará el equipo y la asistencia necesaria para efectuar las pruebas en las instalaciones hasta su puesta en servicio.

**d) Tolerancia**

No se admitirá la conexión de los cables de control sin conectores ni tolerancias en cuanto a conexiones se refiera, por lo que se sujetarán a lo indicado en los planos y listas de cables o manuales de instrucción.

**e) Medición**

Se efectuará en concordancia con la tabla de precios unitarios cotizado.

**f) Cargos incluidos en el precio unitario**

Comprenderán los cargos y operaciones siguientes:

- Almacenaje y control.
- Maniobras y transporte necesario para llevar los carretes de cables de control, desde el almacén al sitio de su instalación.
- Tendido y amarre sobre los soportes por capas y en bandejas.
- Suministro y colocación de zapatas y listones de identificación de los cables de control.
- Conexión de tableros, y caja de borneras y/o agrupamientos de equipos.
- Suministro de conectores borneras y conexión a las borneras de los del tablero y/o caja de agrupamiento de los equipos.
- Suministro y colocación de tubo Conduit y/o P.V.C. para unir los caja de borneras y/o agrupamientos de control de los equipos con los registros y/o canaletas de acuerdo a los planos del proyecto.
- Suministro de material de instalación (cinta aislante, cáñamo y soldadura).

**4.2.4 Tendido y conexión de cables de fuerza**

**a) Descripción**

Se entiende por "CABLE DE FUERZA", a los conductores que alimentan de energía a los tableros, celdas y transformadores, desde el tablero de distribución ubicado en la sala de tableros.

Los conductores son de cobre recocido, unipolares con aislamiento de Polietileno Reticulado (XLPE) y cubierta exterior de PVC para un aislamiento de 1000 voltios.

## **b) Disposiciones**

Antes de iniciar la instalación de los cables de fuerza, el Contratista remitirá a la Supervisión para su aprobación, los planos de instalación, mostrando la ruta y las conexiones de los cables así como todo otro plano que sea necesario.

El Contratista determinará el recorrido más adecuado de todos los cables de fuerza en las subestaciones por las canaletas, ductos y tuberías diseñadas para tal fin.

En la determinación del recorrido del cable, el Contratista buscará:

- Recorridos simples y fáciles.
- Recorridos cortos.
- Reunir los cables del mismo tipo y de la misma función.

Durante la instalación se tratará de evitar en lo posible:

- Cercanía de cables de media tensión.
- Instalación de cables en lugares donde puedan exponerse a accidentes por causas de montajes, trabajos de mantenimiento, goteo de líquidos, escape de gases, etc.

Los cables serán cuidadosos y metódicamente instalados, a fin de que cualquier cable pueda ser fácilmente localizado.

## **c) Ejecución**

La Contratista colocará los cables sobre los soportes localizados en las canaletas, siguiendo la trayectoria disponible. Durante el tendido se formarán capas de cables uniéndolos a los soportes de las canaletas con cáñamo para evitar su caída.

Una vez tendido el cable, el Contratista lo conectará a las borneras de interconexión de los tableros, caja de borneras y/o agrupamientos de equipos, por medio de CONECTORES DE PRESIÓN, para lo cual se emplearán las herramientas adecuadas de acuerdo a las listas de cableado.

El Contratista tendrá el cuidado de no dañar el aislamiento de los cables durante su tendido.

Todos los cables después del tendido se identificarán con los listones o placas, colocadas en los extremos de cada cable, de acuerdo a la lista de cableado.

Los cables serán de una sola pieza y en el caso de que se requieran empalmar, se solicitará la autorización de la Supervisión.

El Contratista prestará el equipo y la asistencia necesaria para efectuar las pruebas en las instalaciones hasta su puesta en servicio.

#### **d) Tolerancia**

No se admitirá la conexión de los cables de fuerza sin conectores ni tolerancias en cuanto a conexiones se refiera, por lo que se sujetarán a lo indicado en los planos y listas de cables o manuales de instrucción.

#### **e) Medición**

Se efectuará en concordancia con la tabla de precios unitarios cotizado.

#### **f) Cargos incluidos en el precio unitario**

Comprenderán los cargos y operaciones siguientes:

- Almacenaje y control.

- Maniobras y transporte necesario para llevar los carretes de cables, desde el almacén al sitio de su instalación.
- Tendido y amarre sobre los soportes por capas y en bandejas.
- Suministro y colocación de zapatas y listones de identificación de los cables.
- Conexión de tableros, y caja de borneras y/o agrupamientos de equipos.
- Suministro de conectores borneras y conexión a las borneras de los del tablero y/o caja de agrupamiento de los equipos.
- Suministro y colocación de tubo Conduit y/o PVC. para unir los caja de borneras y/o agrupamientos de control de los equipos con los registros y/o canaletas de acuerdo a los planos del proyecto.
- Suministro de material de instalación (cinta aislante, cáñamo y soldadura).

#### **4.2.5 Tendido y conexión de cables de energía**

##### **a) Descripción**

Se entiende por "CABLE DE ENERGÍA", a los conductores de cobre recocido, cableado concéntrico o sectorial, con pantalla sobre el conductor de vinilo (PVC) o material equivalente, capa semiconductor recubiertos con aislamiento de Polietileno Reticulado, pantalla sobre el aislamiento compuesta de barniz y cinta semiconductor, cinta o hilo de cobre y cubierta exterior de PVC rojo.

Dentro de este concepto se considera la instalación, colocación, conexión, pruebas y puesta en servicio de los cables de energía en media tensión que serán instalados en las Subestaciones.

##### **b) Disposiciones**

Antes de iniciar la instalación de los cables, el Contratista remitirá a la Supervisión para su aprobación, los planos de instalación, mostrando la ruta y las conexiones de los cables así como todo otro plano que sea necesario.

Durante la instalación de los cables el Contratista tendrá especial cuidado en su manipulación para evitar daños de cualquier tipo. Al desarrollarlos o sacarlos de los carretes a los cables o a sus cubiertas debido a cambios repentinos de curvatura. Se evitará, asimismo, someterlos a curvas innecesarias ni a curvas de radios

menores a los mínimos permisibles, debiendo en lo posible, ser tendidos en forma recta. Se evitará apoyarlos contra aristas agudas.

Siempre se mantendrán los extremos de los cables perfectamente sellados. De la misma forma se tratarán los extremos de cables ya instalados que deban permanecer durante algún tiempo sin conectarse a sus puntos terminales.

Al manipular los carretes en que vienen los cables, se tendrá especial cuidado de no dañar los extremos de los mismos que sobresalen por el costado de los carretes, estos se harán rodar únicamente en la dirección indicada en su cubierta. Al quitar la cubierta de los carretes se tendrá especial cuidado de no dañar la cubierta de los cables.

### **c) Ejecución**

Los cables se instalarán en canaletas, en ductos, y en tuberías, tal como se muestra e indica en los planos y Especificaciones.

El tendido de los cables en ductos y bandejas se hará con un máximo de precaución para evitar dañar en alguna forma a los mismos. De ser posible, los carretes o bobinas de cables se dispondrá en forma tal que los conductores puedan ser introducidos en los ductos en la forma más directa posible con un mínimo de cambios de dirección o número de curvas.

Los cables pueden ser jalados cuando así se requiere por medio de mordazas especiales del tipo calcetín, que envuelve a toda la superficie del cable en su extremo de jalada. El sellado de los cables será efectivo a fin de eliminar la posibilidad de que ingrese humedad a los mismos durante el jalado.

### **Recorridos de cables**

El Contratista determinará el recorrido más adecuado de todos los cables de energía en las subestaciones y exteriores, por las canaletas, ductos y tuberías diseñadas para tal fin.

Durante la instalación se tratará de evitar en lo posible paralelismo de cables de potencia y control., cercanía a cables de media y baja tensión, instalación de cables en lugares donde puedan exponerse a accidentes por causas de montajes, trabajos de mantenimiento, goteo de líquidos, escape de gases, etc.

Los cables serán metódicamente instalados, a fin de que cualquier cable pueda ser fácilmente localizado.

#### ➤ **Instalación de los cables**

En el recorrido de los cables, estarán colocados principalmente en canaletas y tendidos en ductos, por debajo de pistas o rieles de transformadores.

El Contratista tomará todas las precauciones necesarias para que durante la manipulación e instalación vertical los cables no deban soportar su propio peso.

Los cables deberán montarse obteniéndose un acabado perfecto y satisfactorio. Todos los materiales necesarios a la instalación de los cables, tales como masa compound, cintas aislantes, pernos, tornillos, grapas, estribos, placas de identificación, etc., deberán ser incluidos.

#### ➤ **Conexionado**

Para el conexionado de los cables, se instalarán terminales adecuados, siendo sus armaduras metálicas y las pantallas puestos a tierra sólo por un extremo.

### **Pruebas y Controles**

Después de la instalación de los cables, se procederá a los controles y pruebas de control del aislamiento, control individual de concordancia entre los planos, cableado y la instalación real, control de la señalización de los colores de cada uno de los conductores.

La cinta de cobre, sobre la pantalla de los cables de control debe ser puesta a tierra en la sala de celdas, con los accesorios que se muestran en los planos.

En todos los cables se colocará en cada extremo una banda asegurada al cable en la cual se inscribirá el número de códigos del cable.

#### **d) Tolerancias**

Se sujetará a lo indicado en los planos de Ingeniería de Detalle del proyecto.

#### **e) Medición**

Se efectuará en concordancia con la tabla de precios unitarios cotizado.

#### **f) Cargos incluidos en el costo unitario**

- Material y mano de obra para el tendido y conectado de cables de acuerdo con los planos de proyecto.
- Material y mano de obra para la instalación de terminales exteriores e interiores.
- Material y mano de obra para la conexión a los bornes del transformador y a las barras existentes.

#### **4.2.6 Limpieza final**

Después de la instalación, todos los equipos serán limpiados perfectamente para la entrega de la instalación al Propietario. En forma especial se limpiarán con cuidado todos los aisladores, aisladores pasantes, materiales aislantes y todas aquellas partes que actúan como superficies aislantes.

### **4.3 Inspección y pruebas de aceptación de subestaciones**

#### **4.3.1 Alcance**

Las Pruebas de Aceptación de las subestaciones tienen por objeto la verificación por parte del Propietario de la buena calidad de los materiales y el correcto montaje y mantenimiento de todas las instalaciones de acuerdo con el contrato y las especificaciones técnicas.

Estas Pruebas se desarrollarán una vez que el Contratista dé el aviso por escrito de que las obras han sido terminadas y que están listas para ser probadas, procediéndose a desarrollar el cuestionario de pruebas descrito en el Documento denominado "Protocolo de pruebas del Sistema Eléctrico".

El Documento "Protocolo de pruebas del Sistema Eléctrico" será responsabilidad del Contratista, el cual deberá ser puesto a consideración del Propietario con la debida anticipación para su revisión y aprobación.

Durante el período de pruebas el Contratista deberá demostrar al Propietario que todas las obras han sido ejecutadas de estricto acuerdo con el contrato respectivo y que están listas para su explotación comercial.

Queda entendido que al recibir el Propietario el aviso del Contratista informándole de la terminación de la obra, éste ha realizado para su propia satisfacción, todas las verificaciones y pruebas necesarias para asegurarse que cualquier error que resulte de un montaje defectuoso ha sido subsanado y para asegurar el correcto desarrollo de las pruebas.

Los resultados de las pruebas no liberan al Contratista de las responsabilidades adquiridas en el contrato, ni hace al Propietario responsable de cualquier daño o defecto que posteriormente a la fecha de las pruebas y dentro de los plazos de garantía, pueda aparecer en los equipos e instalaciones probadas.

Las presentes especificaciones sólo son tentativas con el objeto de guiar al Contratista en los requerimientos mínimos exigidos por el Propietario en la recepción de las subestaciones del proyecto. El Propietario podrá exigir durante la recepción cualquier otra prueba no incluida en esta especificación que considere necesaria para su propia satisfacción y que no exceda a los regímenes prescritos en las especificaciones técnicas de los equipos en particular.

Estas especificaciones no incluyen ni se refieren a las pruebas que los equipos deben soportar en los sitios de fabricación y para las cuales habrá que referirse a las normas generales de cada equipo en particular.

Las definiciones de los términos que se aplicarán en la presente especificación son los correspondientes a las normas generales de cada equipo.

#### **4.3.2 Personal presente en las pruebas**

Una vez recibido el aviso del Contratista, el Propietario nombrará por escrito a las personas encargadas de representarla en las pruebas de aceptación, quienes serán las encargadas de aprobar o desaprobado el documento técnico que contiene el Protocolo de Inspección y Pruebas de Aprobación de la Subestación el mismo que se ajustará a estas especificaciones.

El Contratista debe indicar por escrito, en la oportunidad de dar aviso al Propietario sobre la terminación de la obra, el nombre de su representante durante las pruebas, y el del personal técnico que se encargará de efectuar las mismas. Estas personas deberán estar investidas de la autoridad necesaria para atender y llevar cualquier modificación en las instalaciones ordenados por el representante del Propietario y para autorizar el inicio del programa y pruebas.

Deberá mantener en el sitio además de su representante, un montador electricista que ayude a realizar las conexiones de los equipos de pruebas indicados por el representante del Propietario.

#### **4.3.3 Responsabilidades**

El representante del Contratista será la persona encargada de conducir el desarrollo de las pruebas.

Cualquier defecto de montaje o equipo defectuoso que se haya comprobado así durante las pruebas, debe ser reparado por el Contratista dentro del lapso que le indique por escrito el representante del Propietario al término de las pruebas.

Si por defectos de montaje comprobados durante las pruebas, se hace necesario la repetición de ésta en parte o en todo, el Contratista correrá con los gastos de utilización y traslado de los equipos de pruebas y el tiempo del representante del Propietario durante la realización de las pruebas.

El Contratista será responsable de los daños que puedan resultar en los equipos e instalaciones como consecuencia del procedimiento de ensayos impropios, debiendo reparar o reemplazar el equipo o material dañado por cuenta propia.

El Contratista llevará un registro de todos los eventos y pruebas en la que se indicará la fecha, las personas que intervinieron en las pruebas, el equipo o material probado, el procedimiento y tipo de prueba realizada y los resultados. Este documento formará parte del Acta de Aceptación de la Subestación.

El Propietario es el responsable de efectuar las coordinaciones y maniobras necesarias para realizar los ajustes de tensión y frecuencia en el Sistema Eléctrico, de tal manera que se puedan llevar a cabo las pruebas de aceptación sin contratiempos.

#### **4.3.4 Equipo de pruebas**

Los equipos de pruebas necesarios para la realización de las pruebas de puesta en servicio y de recepción estarán de acuerdo con las especificaciones de montaje de los equipos y serán suministrados por el Contratista. El uso de este equipamiento estará incluido en la oferta.

Cuando exista reclamo por parte del Propietario acerca de los defectos de equipos comprobados por el uso de los instrumentos patrones suministrados por el Contratista, podrá exigir la comprobación de estos instrumentos ante un laboratorio elegido de común acuerdo. El costo de las comprobaciones será cancelado por la parte no favorecida con el resultado de las mismas.

#### **4.3.5 Inspección durante la recepción**

##### **a) Características de los equipos suministrados**

Se comprobará las características de todos y cada uno de los equipos suministrados, tomando como referencias las características anotadas en las placas de los mismos, para compararlas a las especificadas y ofrecidas.

**b) Montaje de los equipos suministrados**

Se realizará una inspección ocular sobre el montaje de todos los equipos y materiales utilizados para determinar posibles errores u omisiones ocurridos durante la ejecución de la obra.

**c) Distancias mínimas de seguridad**

Se realizarán medidas de las distancias mínimas entre los siguientes puntos correspondientes a cada nivel de tensión existente, para comprobar el cumplimiento de las especificaciones:

- Entre fases
- De fase a masa
- De la parte viva a nivel de piso.
- De la parte inferior de la porcelana del aislador portabarras al nivel del piso (2,25 m como mínimo).

**d) Pruebas durante la aceptación**

- Transformadores de Potencia

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

Para los indicadores de temperatura del aceite, incluyendo los de la imagen térmica, serán sacados de su posición y comparados con un termómetro de mercurio mediante el calentamiento forzado en agua o en aceite.

Las tomas de derivaciones para la regulación de tensión bajo carga serán operados mecánicamente para la verificación de accionamiento de los contactos de disparo y alarma.

Se realizarán pruebas de medición de aislamiento para comprobar que el transformador no ha sufrido daño durante el transporte y montaje. Esas pruebas

serán realizadas con un medidor de aislamiento que deberá ser como mínimo de 2,500 V c.c. aplicada entre cada devanado y masa y entre un devanado y otro.

El aceite aislante se someterá a una prueba de rigidez dieléctrica para comprobar que su valor está de acuerdo a lo exigido en las normas IEC.

- Sobre terminales y cables de potencia

Se regirán por las normas especiales preparadas al respecto.

#### **4.3.6 Operación experimental**

Una vez concluido satisfactoriamente el proceso de Inspección y pruebas de Aceptación de la subestación y suscrita el Acta respectiva, empezará a correr el tiempo para la operación experimental del sistema, de acuerdo a lo estipulado en las Prescripciones Generales del Contrato.

Antes de terminada la operación experimental, el Contratista tiene que haber entregado todos los repuestos, materiales y equipos sobrantes del proyecto en los Almacenes que el Propietario designará para ello. Así como la documentación técnica del proyecto debidamente actualizada.

## **CAPITULO V METRADO Y PRESUPUESTO**

### **5.1 Consideraciones Generales**

El metrado y presupuesto presentado a continuación corresponde a todos los equipos necesarios para desarrollar la obra electromecánica

Debe tenerse en cuenta que el metrado proporcionado en éste capítulo es referencial, pero tienen una precisión suficiente como para definir los costos bajo un sistema de precios unitarios

## 5.2 Metrado y Presupuesto Referencial

**AMPLIACION PLANTA INDUSTRIAL DE PRODUCTOS HIDROBIOLÓGICOS  
PROCESAMIENTO DE PRODUCTOS CONGELADOS  
TECNOLOGICA DE ALIMENTOS S.A. - CALLAO (TASA - CALLAO)  
METRADO Y PRESUPUESTO REFERENCIAL**

### A - RESUMEN

Tipo de cambio: 3,25 nS/. / US\$

ITEM	DESCRIPCION	SUB-TOTAL (US\$)
<b>1</b>	<b>SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MATERIALES</b>	
1.1.0	AMPLIACION SUBESTACION FABRICA DE HARINA 10 KV	17 835,10
1.2.0	ALIMENTADOR SUBTERRANEO 10 KV	11 681,04
1.3.0	NUEVA SUBESTACION PLANTA DE CONGELADOS 10/0,44 KV	323 477,71
	<b>SUB-TOTAL SUMINISTRO</b>	<b>352 993,85</b>
<b>2</b>	<b>MONTAJE ELECTROMECHANICO</b>	
2.1.0	AMPLIACION SUBESTACION FABRICA DE HARINA 10 KV	300,00
2.2.0	ALIMENTADOR SUBTERRANEO 10 KV	3 696,25
2.3.0	NUEVA SUBESTACION PLANTA DE CONGELADOS 10/0,44 KV	7 315,32
2.4.0	PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO	1 000,00
2.5.0	INGENIERIA Y SUPERVISION	35 299,39
	<b>SUB-TOTAL MONTAJE ELECTROMECHANICO</b>	<b>47 610,96</b>
	<b>COSTO TOTAL DIRECTO</b>	<b>400 604,81</b>
	Imprevistos (10%)	40 060,48
	Gastos Generales (15%)	60 090,72
	Utilidad (10%)	40 060,48
	<b>COSTO TOTAL SIN IMPUESTOS</b>	<b>540 816,49</b>
	Impuesto General a las Ventas I.G.V. (19%)	102 755,13
	<b>COSTO TOTAL (US \$ AMERICANOS)</b>	<b>643 571,62</b>

**AMPLIACION PLANTA INDUSTRIAL DE PRODUCTOS HIDROBIOLOGICOS  
PROCESAMIENTO DE PRODUCTOS CONGELADOS**

**TECNOLOGICA DE ALIMENTOS S.A. - CALLAO (TASA - CALLAO)  
METRADO Y PRESUPUESTO REFERENCIAL**

**1. SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MATERIALES A CARGO DE TASA**

Tipo de cambio: 3,25 nS/. / US\$

ITEM	DESCRIPCION	METRADO		COSTO (US\$)	
		UNIDAD	CANT.	UNIDAD	PARCIAL
<b>1.1.0</b>	<b>AMPLIACION SUBESTACION FABRICA DE HARINA 10 KV</b>				
1.1.1	CELDA METAL-ENCLOSED COMPARTIMENTADA 630 A, 17,5 kV, 95 kVp, 16 kA, COMPUESTO DE LOS SIGUIENTES EQUIPOS: - 01 INTERRUPTOR AUTOMATICO TRIPOLAR AISLADO EN SF6 630 A, 17,5 kV, 16 kA. - 01 SECCIONADOR DE AISLAMIENTO TRIPOLAR EN SF6 630 A, 17,5 kV, 95 kVp. - 01 CUCHILLA DE PUESTA A TIERRA TRIPOLAR EN AIRE 630 A, 17,5 kV, 95 kVp. - 03 TRANSFORMADORES DE CORRIENTE 200/5 A, 17,5 kV, 10 VA, 5P20. - 03 DIVISORES CAPACITIVOS E INDICADORES DE PRESENCIA DE TENSION. - 01 RELE ELECTRONICO CON LAS FUNCIONES: - PROTECCION DE SOBRECORRIENTE DE FASES (50/51) - PROTECCION DE COMPONENTE INVERSA (46) - PROTECCION DE IMAGEN TERMICA Y RELE BUCHHOLZ (49) INCLUYE TRANSPORTE Y MONTAJE ELECTROMECHANICO	u	1	16 835,00	16 835,00
1.1.2	BANCO DE BATERIAS Y CARGADOR 220 VCA / 24 VCC, 1 A, CL. 1, 35A - 1S, INCLUYE MONTAJE	u	1	872,00	872,00
1.1.3	CABLE DE CONTROL MULTIPOLAR 7x1,5 mm2 NYY - 1000 V	m	40	1,54	61,60
1.1.4	CABLE DE FUERZA 1x2x4 mm2 XLPE - 1000 V	m	35	1,90	66,50
	<b>SUB-TOTAL 1.1.0</b>				<b>17 835,10</b>
<b>1.2.0</b>	<b>ALIMENTADOR SUBTERRANEO 10 KV</b>				
1.2.1	CABLE DE ENERGIA UNIPOLAR AISLADO 240 mm2 N2XSY - 8,7/15 kV	m	660	17,20	11 352,00
1.2.2	KIT DE 03 TERMINALES INTERIORES TERMOCONTRAIBLES PARA CABLES DE ENERGIA UNIPOLAR DE 240 mm2 - 15 KV, IGUAL O SIMILAR A HVT-153-G DE RAYCHEM	kit	2	164,52	329,04
	<b>SUB-TOTAL 1.2.0</b>				<b>11 681,04</b>
<b>1.3.0</b>	<b>NUEVA SUBESTACION PLANTA DE CONGELADOS 10/0,48 KV</b>				
A)	<b>SISTEMA 10 KV</b>				
1.3.1	TRANSFORMADOR DE POTENCIA TRIFASICO DE DOS DEVANADOS 3/3,6 MVA (ONANIONAF), 10+-2x2,5% / 0,46 kV, 60 HZ, Dyn5, INCLUYE CAJUELA PARA BUSHINGS, DISPOSITIVOS DE PROTECCION INTERNA Y PARARRAYOS EN EL LADO DE 10 Kv, Y TRANSPORTE	u	2	48 965,06	97 930,12
1.3.2	CELDA METAL-ENCLOSED PARA INGRESO DE CABLES DE ENERGIA 630 A, 17,5 kV, 95 kVp, 16 kA, COMPUESTO DE 03 DIVISORES CAPACITIVOS E INDICADORES DE PRESENCIA DE TENSION INCLUYE TRANSPORTE Y MONTAJE ELECTROMECHANICO	u	1	3 030,00	3 030,00
1.3.3	CELDA METAL-ENCLOSED COMPARTIMENTADA 630 A, 17,5 kV, 95 kVp, 16 kA, COMPUESTO DE LOS SIGUIENTES EQUIPOS: - 01 INTERRUPTOR AUTOMATICO TRIPOLAR AISLADO EN SF6 630 A, 17,5 kV, 16 kA. - 01 SECCIONADOR DE AISLAMIENTO TRIPOLAR EN SF6 630 A, 17,5 kV, 95 kVp. - 01 CUCHILLA DE PUESTA A TIERRA TRIPOLAR EN AIRE 630 A, 17,5 kV, 95 kVp. - 03 TRANSFORMADORES DE CORRIENTE 200/5 A, 17,5 kV, 10 VA, 5P20. - 03 DIVISORES CAPACITIVOS E INDICADORES DE PRESENCIA DE TENSION. - 01 RELE ELECTRONICO CON LAS FUNCIONES: - PROTECCION DE SOBRECORRIENTE DE FASES (50/51) - PROTECCION DE COMPONENTE INVERSA (46) - PROTECCION DE IMAGEN TERMICA Y RELE BUCHHOLZ (49) INCLUYE TRANSPORTE Y MONTAJE ELECTROMECHANICO	u	2	16 835,00	33 670,00
1.3.4	BANCO DE BATERIAS Y CARGADOR 220 VCA / 24 VCC, 1 A, CL. 1, 35A - 1S, INCLUYE MONTAJE	u	1	872,00	872,00
1.3.5	CABLE DE ENERGIA UNIPOLAR AISLADO 95 mm2 N2XSY - 8,7/15 kV	m	85	9,10	773,50
B)	<b>SISTEMA 440 Y 220 V</b>				
1.3.6	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION TRIFASICO 500 kVA, 440+-2x2,5% / 220 V, 60 HZ, Dyn5, INCLUYE CAJUELA PARA BUSHINGS, TRANSPORTE Y MONTAJE ELECTROMECHANICO	u	1	6 763,75	6 763,75

**AMPLIACION PLANTA INDUSTRIAL DE PRODUCTOS HIDROBIOLÓGICOS  
PROCESAMIENTO DE PRODUCTOS CONGELADOS**

**TECNOLOGICA DE ALIMENTOS S.A. - CALLAO (TASA - CALLAO)  
METRADO Y PRESUPUESTO REFERENCIAL**

**1. SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MATERIALES A CARGO DE TASA**

Tipo de cambio: 3,25 nS/. / US\$

ITEM	DESCRIPCION	METRADO		COSTO (US\$)	
		UNIDAD	CANT.	UNIDAD	PARCIAL
1.3.7	TABLERO AUTOSOPORTADO 460 V, 12 kVp, 65 kA, COMPUESTO DE LOS SIGUIENTES EQUIPOS: - 02 JUEGOS DE BARRAS DE COBRE DE 1000 V, 5000 A, 12 kVp, 65 kA. - 01 INTERRUPTOR AUTOMÁTICO TRIPOLAR, CAJA ABIERTA DE EJECUCION FIJO 440 V, 5000 A, 12 kVp, 65 kA, CON UNIDAD DE PROTECCION DE SOBRECORRIENTE DE FASES REGULABLE Y FUNCIONES DE MEDICION DE TENSION, CORRIENTE Y POTENCIA - 01 MEDIDOR DE ENERGIA MULTIFUNCION 440 V, 5 A, CL. 0,5, CON LAS FUNCIONES DE MEDICION: V, I, KW, KVAR, KVA, KW-H, MAX-KW. - 02 TRANSFORMADORES DE CORRIENTE TIPO VENTANA CON AISLAMIENTO DE RESINA EPOXICA 5000/5 A, 10 VA, CL 0,5. - 01 EQUIPO CONTROLADOR PERMANENTE DE AISLAMIENTO. INCLUYE TRANSPORTE Y MONTAJE ELECTROMECHANICO TABLERO AUTOSOPORTADO 460 V, 12 kVp, 65 kA, COMPUESTO DE LOS SIGUIENTES EQUIPOS: - 02 JUEGOS DE BARRAS DE COBRE DE 1000 V, 5000 A, 12 kVp, 65 kA. - 01 INTERRUPTOR AUTOMÁTICO TRIPOLAR, CAJA ABIERTA DE EJECUCION FIJO 440 V, 2000 A, 12 kVp, 65 kA, CON UNIDAD DE PROTECCION DE SOBRECORRIENTE DE FASES REGULABLE Y FUNCION DE MEDICION DE CORRIENTE. - 01 SECCIONADOR TRIPOLAR DE TRES POSICIONES, EN VACIO 1000 V, 2000 A, 12 kVp, 65 kA. INCLUYE TRANSPORTE Y MONTAJE ELECTROMECHANICO TABLERO AUTOSOPORTADO 460 V, 12 kVp, 65 kA, COMPUESTO DE LOS SIGUIENTES EQUIPOS: - 02 JUEGOS DE BARRAS DE COBRE DE 1000 V, 5000 A, 12 kVp, 65 kA. - 01 INTERRUPTOR AUTOMÁTICO TRIPOLAR, CAJA ABIERTA DE EJECUCION FIJO 440 V, 1600 A, 12 kVp, 65 kA, CON UNIDAD DE PROTECCION DE SOBRECORRIENTE DE FASES REGULABLE Y FUNCION DE MEDICION DE CORRIENTE. - 01 SECCIONADOR TRIPOLAR DE TRES POSICIONES, EN VACIO 1000 V, 1600 A, 12 kVp, 65 kA. INCLUYE TRANSPORTE Y MONTAJE ELECTROMECHANICO TABLERO AUTOSOPORTADO 460 V, 12 kVp, 65 kA, COMPUESTO DE LOS SIGUIENTES EQUIPOS: - 02 JUEGOS DE BARRAS DE COBRE DE 1000 V, 5000 A, 12 kVp, 65 kA. - 01 INTERRUPTOR AUTOMÁTICO TRIPOLAR, CAJA ABIERTA DE EJECUCION FIJO 440 V, 800 A, 12 kVp, 65 kA, CON UNIDAD DE PROTECCION DE SOBRECORRIENTE DE FASES REGULABLE Y FUNCION DE MEDICION DE CORRIENTE. - 01 SECCIONADOR TRIPOLAR DE TRES POSICIONES, EN VACIO 1000 V, 800 A, 12 kVp, 65 kA. INCLUYE TRANSPORTE Y MONTAJE ELECTROMECHANICO	glb	1	150 000,00	150 000,00
		u	2		
		u	3		
		u	2		
		u	1		
	TABLERO AUTOSOPORTADO 460 V, 12 kVp, 65 kA, COMPUESTO DE LOS SIGUIENTES EQUIPOS: - 02 JUEGOS DE BARRAS DE COBRE DE 1000 V, 5000 A, 12 kVp, 65 kA. - 01 INTERRUPTOR AUTOMÁTICO TRIPOLAR, CAJA ABIERTA DE EJECUCION FIJO 440 V, 630 A, 12 kVp, 65 kA, CON UNIDAD DE PROTECCION DE SOBRECORRIENTE DE FASES REGULABLE Y FUNCION DE MEDICION DE CORRIENTE. - 01 SECCIONADOR TRIPOLAR DE TRES POSICIONES, EN VACIO 1000 V, 630 A, 12 kVp, 65 kA. INCLUYE TRANSPORTE Y MONTAJE ELECTROMECHANICO TABLERO AUTOSOPORTADO 460 V, 12 kVp, 65 kA DE RESERVA, SIMILAR A ITEM 3.9, COMPUESTO DE 02 JUEGOS DE BARRAS DE COBRE DE 1000 V, 5000 A, 12 kVp, 65 kA, SIN EQUIPAR INCLUYE TRANSPORTE Y MONTAJE ELECTROMECHANICO TABLERO AUTOSOPORTADO 230 V, 12 kVp, 42 kA, COMPUESTO DE LOS SIGUIENTES EQUIPOS: - 01 JUEGO DE BARRAS DE COBRE DE 1000 V, 1600 A, 12 kVp, 42 kA. - 01 INTERRUPTOR AUTOMÁTICO TRIPOLAR, CAJA ABIERTA DE EJECUCION FIJO 220 V, 1600 A, 12 kVp, 42 kA, CON UNIDAD DE PROTECCION DE SOBRECORRIENTE DE FASES REGULABLE Y FUNCION DE MEDICION DE CORRIENTE. INCLUYE TRANSPORTE Y MONTAJE ELECTROMECHANICO	u	1		
		u	2		
		u	1		
<b>C) SISTEMA DE BARRAS Y BANDEJAS DE CABLES</b>					
1.3.8	DUCTO DE BARRAS METALICO PARA 3 FASES, 460 V, 5000 A, 12 kVp, 65 kA, CONFORMADO POR: CUATRO (04) BARRAS DE COBRE DE 10x120 mm <sup>2</sup> POR FASE, AISLADORES PORTABARRAS, FERRETERIA Y ELEMENTOS DE FIJACION A PARED Y TECHO	Cjto	2	9 500,00	19 000,00
1.3.9	BANDEJA DE CABLES DE A*G° TIPO ESCALERILLA, 300x80 mm, PARA INSTALACION EN PARED Y SUSPENDIDO AL TECHO, INCLUYE ACCESORIOS DE CONEXIÓN ENTRE BANDEJAS, ELEMENTOS DE FIJACION A PARED Y TECHO	m	11	50,00	550,00
1.3.10	BANDEJA DE CABLES DE A*G° TIPO ESCALERILLA, 500x80 mm, PARA INSTALACION EN PARED INTERNA DE CANAleta, INCLUYE ACCESORIOS DE CONEXIÓN ENTRE BANDEJAS, MENSULAS Y ACCESORIOS	m	95	70,00	6 650,00
1.3.11	PERFIL METALICO TIPO Z - 24x48x24 mm, PARA INSTALACION EN FONDO DE CANAleta	m	15	15,00	225,00

**AMPLIACION PLANTA INDUSTRIAL DE PRODUCTOS HIDROBIOLÓGICOS  
PROCESAMIENTO DE PRODUCTOS CONGELADOS**

**TECNOLOGICA DE ALIMENTOS S.A. - CALLAO (TASA - CALLAO)  
METRADO Y PRESUPUESTO REFERENCIAL**

**1. SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MATERIALES A CARGO DE TASA**

Tipo de cambio: 3,25 nS/. / US\$

ITEM	DESCRIPCION	METRADO		COSTO (US\$)	
		UNIDAD	CANT.	UNIDAD	PARCIAL
<b>D)</b>	<b>SERVICIOS AUXILIARES</b>				
1.3.12	ARTEFACTO DE ILUMINACION INTERIOR SUSPENDIDO AL TECHO, INCLUYE BALASTO DE ALTO FACTOR DE POTENCIA, LUMINARIA, ELEMENTOS DE SUSPENSION Y DOS LAMPARAS FLUORESCENTES DE 40 W - 220 V	u	20	37,30	746,00
1.3.13	ARTEFACTO DE ILUMINACION INTERIOR DE EMERGENCIA DE HALOGENO DE DOS LAMPARAS DE 35 W - 220 V	u	1	85,00	85,00
1.3.14	TABLERO DE DISTRIBUCION METALICO ADOSADO A PARED DE 700x700x200 mm, CONFORMADO POR: - 02 INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS DE 3 POLOS, 40 A, 30 kA - 01 INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE 3 POLOS, 10 A, 30 kA - 04 INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS DE 2 POLOS, 16 A, 30 kA - 03 INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS DE 2 POLOS, 10 A, 30 kA	u	1	800,00	800,00
<b>E)</b>	<b>RED DE TIERRA PROFUNDA</b>				
1.3.15	CABLE DE COBRE DESNUDO, TEMPLE BLANDO 70 mm <sup>2</sup>	m	145	2,96	577,20
1.3.16	VARILLA COPPERWELD Ø16, LONGITUD 2,4m	u	6	8,00	48,00
1.3.17	CONEXIÓN EN "T" CON SOLDADURA EXOTERMICA, PARA CABLE DE CU 70 mm <sup>2</sup> PASANTE Y CABLE DE CU 70 mm <sup>2</sup> DERIVACION	u	29	1,89	54,81
1.3.18	CONEXIÓN CON SOLDADURA EXOTERMICA, PARA CABLE DE CU 70 mm <sup>2</sup> A VARILLA COPPERWELD	u	26	2,36	61,38
1.3.19	CONECTOR CON PERNO DE AJUSTE PARA CABLE DE CU 70 mm <sup>2</sup> A VARILLA Ø16 mm	u	4	1,67	6,68
<b>F)</b>	<b>RED DE TIERRA SUPERFICIAL</b>				
1.3.20	CABLE DE COBRE DESNUDO, TEMPLE BLANDO 70 mm <sup>2</sup>	m	50	2,96	148,00
1.3.20	CONEXIÓN CON SOLDADURA EXOTERMICA, PARA CABLE DE CU 70 mm <sup>2</sup> A RIEL METALICO	u	4	2,36	9,44
1.3.21	CONEXIÓN EN "T" CON SOLDADURA EXOTERMICA, PARA CABLE DE CU 70 mm <sup>2</sup> PASANTE Y CABLE DE CU 70 mm <sup>2</sup> DERIVACION	u	14	1,89	26,46
1.3.22	TERMINAL DE COMPRESION PARA CABLE DE CU 70 mm <sup>2</sup> A PLATINA	u	21	2,20	46,20
1.3.23	BANDA DE COBRE FLEXIBLE 24x3,3x300 mm	u	7	2,53	17,71
<b>G)</b>	<b>CABLES DE ENERGIA</b>				
1.3.24	KIT DE 03 TERMINALES INTERIORES TERMOCONTRAIBLES PARA CABLES DE ENERGIA UNIPOLAR DE 95 mm <sup>2</sup> - 15 KV, IGUAL O SIMILAR A HVT-152-G DE RAYCHEM	kit	4	164,52	658,08
<b>H)</b>	<b>CABLES DE CONTROL Y DE FUERZA</b>				
1.3.25	CABLE DE CONTROL MULTIPOLAR 7x1,5 mm <sup>2</sup> NYY - 1000 V	m	180	1,54	277,20
1.3.26	CABLE DE FUERZA 1x3x16 mm <sup>2</sup> XLPE - 1000 V	m	8	5,55	44,40
1.3.27	CABLE DE FUERZA 1x3x4 mm <sup>2</sup> XLPE - 1000 V	m	60	2,03	121,80
1.3.28	CABLE DE FUERZA 1x2x4 mm <sup>2</sup> XLPE - 1000 V	m	150	1,90	285,00
	<b>SUB-TOTAL 1.3.0</b>				<b>323 477,71</b>
	<b>COSTO DIRECTO DE SUMINISTRO</b>				<b>352 993,85</b>

**AMPLIACION PLANTA INDUSTRIAL DE PRODUCTOS HIDROBIOLÓGICOS  
PROCESAMIENTO DE PRODUCTOS CONGELADOS  
TECNOLOGICA DE ALIMENTOS S.A. - CALLAO (TASA - CALLAO)  
METRADO Y PRESUPUESTO REFERENCIAL**

**2. MONTAJE ELECTROMECHANICO**

Tipo de cambio: 3,25 nS/. / US\$

ITEM	DESCRIPCION	METRADO		COSTO (US\$)	
		UNIDAD	CANT.	UNIDAD	PARCIAL
<b>2.1.0</b>	<b>AMPLIACION SUBESTACION FABRICA DE HARINA 10 KV</b>				
2.1.1	INSTALACION Y CONEXIONADO DE CABLES DE CONTROL Y FUERZA, EN BANDEJAS Y TUBERIAS	Glb	1	300,00	300,00
	<b>SUB-TOTAL 2.1.0</b>				<b>300,00</b>
<b>2.2.0</b>	<b>ALIMENTADOR SUBTERRANEO 10 KV</b>				
2.2.1	MONTAJE DE 03 TERMINALES PARA CABLE UNIPOLAR DE 240 mm <sup>2</sup> - 15 KV, INCLUYE SUMINISTRO Y MONTAJE DE ACCESORIOS	lot	2	100,00	200,00
2.2.2	MONTAJE DE TRES CABLES UNIPOLARES DE 240 mm <sup>2</sup> EN TERRENO NATURAL, INCLUYE: EXCAVACION DE ZANJA DE 0,6x1,4 m, SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC-SAP Ø4", TENDIDO DE CABLES, SUMINISTRO E INSTALACION DE BANDA DE SEÑALIZACION Y 03 LADRILLOS KING-KONG, COMPACTACION Y RELLENO DE ZANJA CON TERRENO NATURAL SELECCIONADO	m	185	18,00	3 330,00
2.2.3	MONTAJE DE TRES CABLES UNIPOLARES DE 240 mm <sup>2</sup> EN DUCTOS Y CANALETAS DE CONCRETO	m	35	4,75	166,25
	<b>SUB-TOTAL 2.2.0</b>				<b>3 696,25</b>
<b>2.3.0</b>	<b>NUEVA SUBESTACION PLANTA DE CONGELADOS 10/0,44 KV</b>				
<b>A)</b>	<b>SISTEMA DE BARRAS Y BANDEJAS DE CABLES</b>				
2.3.1	MONTAJE DE DUCTO DE BARRAS, INCLUYE INSTALACION DE BARRAS, MONTAJE DE FERRETERIA, CONEXIÓN A CAJUELA DE TRANSFORMADOR Y TABLERO DE DISTRIBUCION Y SUMINISTRO Y FIJACION CON PERNOS DE ANCLAJE	Glb	2	350,00	700,00
2.3.2	MONTAJE DE BANDEJAS METALICAS, INCLUYE INSTALACION DE ACCESORIOS, INSTALACION DE ELEMENTOS DE FIJACION, MONTAJE DE DOS (02) TAPAS DE BANDEJAS DE 2,3x0,3 m CON ACCESORIOS DE SUJECCION A BANDEJA Y SUMINISTRO Y FIJACION CON PERNOS DE ANCLAJE	Glb	1	250,00	250,00
2.3.3	MONTAJE DE PERFIL METALICOTIPO Z, INCLUYE SUMINISTRO Y FIJACION DE PERNOS CON ANCLAJE	Glb	1	150,00	150,00
<b>B)</b>	<b>SERVICIOS AUXILIARES</b>				
2.3.4	MONTAJE DE EQUIPO DE ILUMINACION INTERIOR SUSPENDIDO AL TECHO, INCLUYE: SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS PVC, SUMINISTRO DE CABLES 4 mm <sup>2</sup> THW Y CABLEADO, INSTALACION Y SUMINISTRO DE INTERRUPTORES Y SUMINISTRO Y FIJACION CON PERNOS DE ANCLAJE	u	20	35	700,00
2.3.5	MONTAJE DE ARTEFACTO DE ILUMINACION INTERIOR DE EMERGENCIA, INCLUYE: SUMINISTRO DE CABLES 4 mm <sup>2</sup> THW Y CABLEADO	u	1	35	35,00
2.3.6	MONTAJE Y SUMINISTRO DE TOMACORRIENTE BIPOLAR DOBLE CON PLACA METALICA CON CONEXIÓN DE PUESTA A TIERRA, INCLUYE SUMINISTRO E INSTALACION DE CABLES 4 mm <sup>2</sup> THW Y CABLEADO	u	9	18	182,00
2.3.7	MONTAJE Y SUMINISTRO DE TOMACORRIENTE TRIPOLAR CON CONEXIÓN DE PUESTA A TIERRA, INCLUYE SUMINISTRO E INSTALACION DE CABLES 3x4mm <sup>2</sup> XLPE Y CABLEADO	u	5	20	100,00
2.3.8	MONTAJE Y SUMINISTRO DE INTERRUPTOR AUTOMATICO DE TRES POLOS, CAJA MOLOEADA, EJECUCION FIJO 220 V, 50 A, 8 kVp, 42 kA, CON UNIDAD DE PROTECCION TERMOMAGNETICA	u	1	75,00	75,00
2.3.9	MONTAJE DE TABLERO DE DISTRIBUCION METALICO EN PARED, INCLUYE SUMINISTRO Y FIJACION CON PERNOS DE ANCLAJE	u	1	150,00	150,00
<b>C)</b>	<b>RED DE TIERRA SUPERFICIAL</b>				
2.3.10	INSTALACION DE RED DE TIERRA SUPERFICIAL, CONSIDERA LA PUESTA A TIERRA DE TODOS LOS EQUIPOS, PUERTAS METALICAS, BANDEJAS DE CABLES Y RIELES DEL TRANSFORMADOR DE LA SUBESTACION, INCLUYE INSTALACION DE TERMINALES, SOLDADURA EXOTERMICA CABLE - CABLE Y CABLE-RIEL	Glb	1	950,00	950,00

**AMPLIACION PLANTA INDUSTRIAL DE PRODUCTOS HIDROBIOLÓGICOS  
PROCESAMIENTO DE PRODUCTOS CONGELADOS  
TECNOLÓGICA DE ALIMENTOS S.A. - CALLAO (TASA - CALLAO)  
METRADO Y PRESUPUESTO REFERENCIAL**

**2. MONTAJE ELECTROMECHANICO**

Tipo de cambio: 3,25 nS/ / US\$

ITEM	DESCRIPCION	METRADO		COSTO (US\$)	
		UNIDAD	CANT.	UNIDAD	PARCIAL
<b>D)</b>	<b>RED DE TIERRA PROFUNDA</b>				
2.3.11	INSTALACION DE CONDUCTOR PARA RED DE TIERRA PROFUNDA, INCLUYE EXCAVACION DE ZANJA DE 0,5x0,8 m, TENDIDO DE CABLE DE CU 70 mm <sup>2</sup> , APLICACIÓN DE SOLDADURA EXOTERMICA PARA SALIDA DE CABLES DE CU 70 mm <sup>2</sup> A RED DE TIERRA SUPERFICIAL, COMPACTACION, RELLENO Y NIVELACION DE ZANJA 0,5x0,8 m, CON TERRENO NATURAL SELECCIONADO Y ELIMINACION DE EXCEDENTES	m	60	6,98	418,80
2.3.12	INSTALACION POZO DE TIERRA CON REGISTRO, INCLUYE EXCAVACIÓN DE POZO DE 1,0x1,0x2,8 m, INSTALACIÓN DE VARILLA COPPERWELD, APLICACIÓN DE SOLDADURA EXOTERMICA PARA CABLES DE CU 70 mm <sup>2</sup> ADOSADOS A VARILLA, COMPACTACION, RELLENO Y NIVELACION DE POZO CON TERRENO NATURAL SELECCIONADO, SUMINISTRO E INSTALACION DE CAJA DE REGISTRO Y ELIMINACION DE EXCEDENTES	u	4	42,92	171,68
2.3.13	INSTALACION DE VARILLA DE PUESTA A TIERRA, INCLUYE EXCAVACION DE POZO DE 1x1x2,8 m, APLICACIÓN DE SOLDADURA EXOTERMICA CABLE - VARILLA, COMPACTACION, RELLENO Y NIVELACION DE POZO CON TERRENO NATURAL SELECCIONADO Y ELIMINACION DE EXCEDENTES	u	2	34,92	69,84
<b>E)</b>	<b>CABLES DE ENERGIA</b>				
2.3.14	MONTAJE DE 03 TERMINALES PARA CABLE UNIPOLAR DE 95 mm <sup>2</sup> - 15 KV, INCLUYE SUMINISTRO Y MONTAJE DE ACCESORIOS	kit	4	100,00	400,00
2.3.15	MONTAJE DE TRES CABLES UNIPOLARES DE 95 mm <sup>2</sup> EN BANDEJA DE CABLES	m	28	4,75	133,00
<b>F)</b>	<b>CABLES DE CONTROL Y DE FUERZA</b>				
2.3.16	INSTALACION Y CONEXIONADO DE CABLES DE CONTROL Y FUERZA, EN BANDEJAS Y TUBERIAS	Glb	1	450,00	450,00
<b>G)</b>	<b>TRANSFORMADOR DE POTENCIA</b>				
2.3.17	MONTAJE DE TRANSFORMADOR DE POTENCIA DE 3/3,8 MVA (ONANONAF) - 10/0,46 KV, INCLUYE PRUEBAS EN OBRA	u	2	1 200,00	2 400,00
	<b>SUB-TOTAL 2.3.0</b>				<b>7 315,32</b>
<b>2.4.0</b>	<b>PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO</b>				
2.4.1	PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO	Glb	1	1 000,00	1 000,00
	<b>SUB-TOTAL 2.4.0</b>				<b>1 000,00</b>
<b>2.5.0</b>	<b>INGENIERIA Y SUPERVISION</b>				
2.5.1	INGENIERIA Y SUPERVISION DE LAS OBRAS	Glb	1	35 299,39	35 299,39
	<b>SUB-TOTAL 2.5.0</b>				<b>35 299,39</b>
	<b>COSTO DIRECTO DE MONTAJE ELECTROMECHANICO</b>				<b>47 610,96</b>

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

1. El tema de la corrosión es sumamente importante a ser considerado en instalaciones cercanas al litoral, si bien para nuestro caso de acuerdo al nivel de tensión escogido es posible seleccionar una instalación al interior de una sala, ésto no siempre es posible, por tal muchas veces los equipos y las estructuras metálicas tienen que estar expuestos a condiciones severas de corrosión y polución. En éstos casos lo expuesto en los criterios de diseño para protección de las estructuras metálicas también deberá ser aplicado.  
La protección contra el medio ambiente es sumamente importante puesto que en otras ocasiones se ha observado como estructuras metálicas, bandejas, soportes e incluso tableros son seriamente afectados al oxidarse rápidamente perdiendo sus características en cuestión de meses, originando pérdidas económicas al tener que ser reemplazados o reparados.
2. Dentro del presente informe puede observarse que el costo más importante dentro de los que corresponde a suministros lo constituyen los dos transformadores de potencia y los 11 tableros de distribución en baja tensión (incluyendo las barras de cobre), los cuales representan el 27,7 y el 42,5 % del costo total de los suministros electromecánicos, siendo principalmente influenciados por el precio del cobre.
3. Un punto importante que se concluye luego del desarrollo de éste informe es la necesidad de implementar un sistema de detección de fallas a tierra puesto que al encontrarnos con un sistema neutro aislado (IT) las corrientes por defecto a tierra no son detectadas dadas su pequeña magnitud. Por tal razón es necesario el uso de equipos de detección de fallas de aislamiento en los tableros de distribución a fin de detectar a tiempo cualquier falla a tierra y evitar así que se produzca una segunda falla con los riesgos que traería consigo. Se debe tener en cuenta que para valores de corriente superiores a 50 mA fibrilación ventricular, paro cardíaco, paro respiratorio podrían producirse y causar daño o incluso la muerte.

## RECOMENDACIONES

1. Dada la importancia de la subestación eléctrica en el proceso productivo de toda la planta y teniendo en consideración las condiciones ambientales propias de la zona es importante realizar inspecciones periódicas a fin de prevenir problemas ocasionados con la corrosión, humedad y filtraciones. Asimismo es necesario también realizar mediciones e inspecciones periódicas al sistema de puesta a tierra de la subestación con el objeto de verificar que los valores de resistencia se encuentren dentro de los determinados por el Código Nacional de Electricidad.
2. Se recomienda la instalación de relés de secuencia de fases en los tableros principales, puesto que puede ocurrir que ante una mala instalación en la red externa a la planta se tenga una disposición de las fases diferente a la original trayendo como consecuencia que los motores giren en sentido contrario.

## **ANEXO A**

## **TABLA DE DATOS TECNICOS GARANTIZADOS**

**TECNOLOGICA DE ALIMENTOS S.A. - CALLAO**

**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS**

**TRANSFORMADOR DE POTENCIA TRIFASICO 3/3,6 MVA (ONAN/ONAF) - 10/0,46 KV**

Nº	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO	GARANTIZADO
<b>1,0</b>	<b>DATOS GENERALES</b>			
1,1	Fabricante			
1,2	País de fabricación			
1,3	Normas de fabricación		IEC 076, IEC 137 IEC 354, IEC 551 NTP 370.002	
1,4	Tipo		Trifásico Dos devanados	
1,5	Altitud de instalación	m.s.n.m.	1000	
1,6	Nivel de contaminación		Muy Pesado	
1,7	Índice de corrosión		Muy Alto	
1,8	Instalación		Exterior	
1,9	Régimen de operación		Continua	
<b>2,0</b>	<b>DATOS NOMINALES Y CARACTERÍSTICAS</b>			
2,1	Frecuencia nominal	Hz	60	
2,2	Potencia nominal			
	- Con enfriamiento natural (ONAN)	MVA	3	
	- Con ventilación forzada (ONAF)	MVA	3,6	
2,3	Relación de transformación en vacío			
	- Primario	kV	10 / 0,46	
	- Secundario	kV	10 +2/-2 x 2,5%	
		kV	0,46	
2,4	Características de Tensión:			
	- Tensión nominal			
	Devanado primario	kV	10	
	Devanado secundario	kV	0,46	
	- Tensión máxima de servicio			
	Devanado primario	kV	12	
	Devanado secundario	kV	1	
2,5	Grupo de conexión		Dyn5	
2,6	Número de terminales			
	- Número de terminales en el primario	u	3	
	- Número de terminales en el secundario + neutro	u	4	
2,7	Esquemas			
	- Esquema de conexión primario		Delta	
	- Esquema de conexión secundario		Estrella - neutro accesible	
2,8	Impedancia de cortocircuito a 75 °C en tap central, con potencia nominal 3 MVA (ONAN)	%	6,73	
2,9	Corriente nominal a Potencia nominal en tap central, con potencia nominal 3 MVA (ONAN)			
	- Devanado primario	A	173,21	
	- Devanado secundario	A	3765,33	
2,10	Corriente en vacío:			
	- A 95% de la tensión nominal	A		
	- A 100% de la tensión nominal	A		
	- A 105% de la tensión nominal	A		
	- A 110% de la tensión nominal	A		
2,11	Máxima corriente de cortocircuito que puede soportar el transformador durante 3 s			
	- Devanado primario	kA		
	- Devanado secundario	kA		

**TECNOLOGICA DE ALIMENTOS S.A. - CALLAO**

**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS**

**TRANSFORMADOR DE POTENCIA TRIFASICO 3/3,6 MVA (ONAN/ONAF) - 10/0,46 KV**

Nº	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO	GARANTIZADO
<b>3,0</b>	<b>NIVELES DE AISLAMIENTO</b>			
<b>3,1</b>	<u>Aislamiento Externo</u>			
3.1.1	Lado primario - Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial - Tensión de sostenimiento al impulso 1,2/50 us	kV kVp	28 75	
3.1.2	Lado secundario - Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial	kV	2,5	
<b>3,2</b>	<u>Aislamiento Interno (de los devanados)</u>			
3.2.1	Devanado primario - Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial - Tensión de sostenimiento al impulso 1,2/50 us	kV kVp	28 75	
3.2.2	Devanado secundario - Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial	kV	2,5	
<b>4,0</b>	<b>AISLADORES PASATAPAS (BUSHING)</b>			
4,1	Pasatapas del primario - Fabricante - Tipo - Material - Corriente nominal - Corriente de cortocircuito de corta duración (3 s) - Corriente de cortocircuito dinámica - Línea de fuga total - Línea de fuga específica - Distancia de arco	A kA kAp mm mm/kV mm	Porcelana      31	
4,2	Pasatapas del secundario - Fabricante - Tipo - Material - Corriente nominal - Corriente de cortocircuito de corta duración (3 s) - Corriente de cortocircuito dinámica - Línea de fuga total - Línea de fuga específica - Distancia de arco	A kA kAp mm mm/kV mm	Porcelana      31	
<b>5,0</b>	<b>LIMITES DE ELEVACION DE TEMPERATURA</b>			
	A plena carga en tap central, a 40 °C de temperatura ambiente (ONAN/ONAF)			
	- En el devanado	°C	65	
	- En aceite, parte superior	°C	60	
<b>6,0</b>	<b>CAPACIDAD DE SOBRECARGA</b>			
	Sobrecarga permanente admisible, basada en la temperatura más alta del devanado, sin exceder 5° del límite garantizado en condiciones ONAF	MVA		
<b>7,0</b>	<b>PERDIDAS GARANTIZADAS</b>			
7,1	Pérdida en vacío (pérdidas en el hierro) a tensión y frecuencia nominal, en tap central a 75 °C, en condiciones ONAN	kW		
7,2	Pérdidas en cortocircuito (pérdidas en el cobre) a corriente nominal y temperatura del cobre a 75 °C en tap central y en condiciones ONAN	kW		
7,3	Pérdidas totales	kW		

TECNOLOGICA DE ALIMENTOS S.A. - CALLAO

TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS

TRANSFORMADOR DE POTENCIA TRIFASICO 3/3,6 MVA (ONAN/ONAF) - 10/0,46 KV

Nº	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO	GARANTIZADO
<b>8,0</b>	<b>DATOS GENERALES DEL ACEITE AISLANTE</b>			
8,1	Fabricante			
8,2	Designación del fabricante			
8,3	Densidad máxima a 20 °C	kg/m <sup>3</sup>		
8,4	Viscosidad cinemática máxima: - a + 20 °C - a + 15 °C	mm <sup>2</sup> /s mm <sup>2</sup> /s		
8,5	Punto de inflamación, valor mínimo	°C		
8,6	Punto de solidificación	°C		
8,7	Valor máximo de la neutralización	mg/KOH/g		
8,8	Azufre corrosivo			
8,9	Rigidez dieléctrica mínima	kV/mm		
<b>9,0</b>	<b>MASAS, DIMENSIONES Y ESQUEMAS</b>			
9,1	<u>Masas</u>			
9.1.1	Masa total del transformador completamente equipado, listo para entrar en servicio	kg		
9.1.2	Masa del transformador incluyendo los accesorios, pero sin aceite	kg		
9.1.3	Masa de: - Aceite - Conjunto núcleo y bobinas - Tanque y accesorios - Cobre activo - Acero activo en el núcleo	kg kg kg kg kg		
9.1.4	Masa de de la pieza más grande para el transporte	kg		
9,2	<u>Dimensiones</u>			
9.2.1	Altura de la fundación a: - Punto más alto del tanque - Punto más alto del conservador de aceite - Punto más alto del gancho de la grúa para sacar el conjunto núcleo y bobinas	mm mm mm		
9.2.2	Espacio total previsto en el suelo - Longitud - Ancho	mm mm		
9,3	Separación entre ejes de ruedas	mm	900	
9,4	Croquis de dimensiones		si	
<b>10,0</b>	<b>ESFUERZOS SISMICOS</b>			
10,1	Aceleración en dirección horizontal	g	0,5	
10,2	Aceleración en dirección vertical	g	0,2	
<b>11,0</b>	<b>FRECUENCIA DE MOVIMIENTOS</b>	Hz	0 - 10	
<b>12,0</b>	<b>RADIADORES</b>			
12,1	Tipo			
12,2	Marca			
12,3	Fabricante			
12,4	Cantidad	u		
12,5	Dimensiones principales - Largo - Ancho - Altura	mm mm mm		
12,6	Características generales de los radiadores - Material - Presiones hidrostáticas - Sistema aceite - Máxima temperatura de operación	MPa °C		

TECNOLOGICA DE ALIMENTOS S.A. - CALLAO

TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS				
TRANSFORMADOR DE POTENCIA TRIFASICO 3/3,8 MVA (ONAN/ONAF) - 10/0,46 KV				
Nº	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO	GARANTIZADO
12,7	Capacidad de cada enfriador			
	- Aceite	m <sup>3</sup>		
12,8	Area útil del intercambiador	m <sup>2</sup>		
<b>13,0</b>	<b>SISTEMA DE VENTILACION</b>			
13,1	Ventilador			
	- Tipo			
	- Cantidad			
	- Caudal	m <sup>3</sup> /s		
13,2	Motor eléctrico			
	- Tensión nominal (3Ø)	Vca	220	
	- Potencia	W		
	- Tipo			
	- Marca			
	- Sistema de control			
<b>14,0</b>	<b>ACCESORIOS</b>			
	- Relé Buchholz		Si	
	- Indicador de nivel de aceite		Si	
	- Termómetros		Si	
	- Relé de imagen térmica		Si	
	- Relé de sobrepresión		Si	
	- Válvulas de descarga para sobrepresión		Si	
	- Válvulas y grifos		Si	
	- Tablero y cajas de conexiones		Si	
	- Ruedas orientables para el transformador		Si	
	- Placa de identificación		Si	
	- Cajuela metálica para bushings		Si	
	- Soportes de pararrayos		Si	
<b>15,0</b>	<b>LIMITES PARA EL NIVEL DE RUIDO</b>			
	- Nivel de ruido máximo	db	Según Norma IEC	
<b>16,0</b>	<b>SUMINISTRO DE PARARRAYOS</b>			
16,1	Lado Primario		Si	
	- Cantidad por fase		1	
	- Tensión nominal del Pararrayos (Ur)	kV		
	- Capacidad de absorción de energía	IEC		
	- Intensidad a descarga con forma de onda 8x20 us	kAp		
16,2	Lado Secundario		No	

**TECNOLOGICA DE ALIMENTOS S.A. - CALLAO**

TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS				
CELDA METAL-ENCLOSED EN MEDIA TENSION TIPO COMPARTIMENTADA 10 kV				
N°	DESCRIPCION	UNIDAD	ESPECIFICADO	GARANTIZADO
<b>A</b>	<b>CONDICIONES DE SERVICIOS GENERALES</b>			
1	Altitud sobre el nivel del mar	m	1000	
2	Temperatura ambiente	°C	28° - 40°C	
3	Tensión Nominal de Servicio	kV	10	
4	Tensión Máxima de Equipo	kV	17,5	
5	Frecuencia	Hz	60	
6	Nivel de Contaminación	-	Pesado	
7	Nivel de corrosión	-	Alto	
8	Nivel de aislamiento			
	- Tensión de sostenimiento al impulso 1,2/50 L s	kVp	95	
	- Tensión de sostenimiento a frec. industrial, 1 min	KV	38	
9	Tensión Auxiliar Servicios Auxiliares	VCC	24	
10	Enclavamiento entre Interruptor y el seccionador		Si	
11	Barra de Puesta a Tierra		Si	
<b>B</b>	<b>CELDA METALICA</b>			
1	Fabricante			
2	Marca			
3	Norma de diseño, fabricación y pruebas		IEC	
4	Montaje		Autosoportado	
5	Grado de Protección		IP2X o superior	
6	Espesor de la plancha (mínimo)	mm	2,5	
7	Acabado y tratamiento superficial		IEC	
8	Color		RAL 7032	
<b>C</b>	<b>EQUIPAMIENTO DE LA CELDA</b>			
<b>1</b>	<b>INTERRUPTOR</b>			
1.1	Fabricante			
1.2	Tipo		Fijo	
1.3	Pais de fabricación			
1.4	Norma de fabricación		IEC	
1.5	Características de Tensión			
	- Tensión nominal del sistema	kV	10	
	- Tensión máxima del sistema	KV	12	
	- Tensión máxima del equipo	KV	17,5	
1.6	Nivel de Aislamiento			
	- Tensión de sostenimiento a frec. industrial, 1 min	KV	38	
	- Tensión de sostenimiento al impulso 1,2/50 L s	KVp	95	
1.7	Características de Corriente			
	- Corriente nominal en servicio continuo	A	630	
	- Corriente de corte nominal de cortocircuito	KA	16	
	- Corriente dinámica máxima	KAp	40	
1.8	Capacidad térmica máxima (3 seg)	KA	L 16	
1.9	Corriente de interrupción Simétrica	KA	L 16	
1.10	Secuencia de maniobras nominal		O-0,3s-CO-3min-CO	
1.11	Características de operación: (tiempos de maniobra)			
	-Tiempo de cierre (closing time)	ms		
	-Tiempo de corte (break time)	ms		
	-Tiempo de apertura	ms		
	-Tiempo del arco	ms		
	-Tiempo muerto	ms		
1.12	Cámaras de Interrupción:			
	- Medio de extinción del arco	Gas	SF6	
	- Presión del medio extintor en las cámaras de extinción	Mpa		
	- Instalación		Interior	
1.13	Dispositivo de mando			
	- Modelo			
	- Funcionamiento		Tripolar	
	- Carga del mecanismo:			
	. Manual		Si	
	. Eléctrico		Si	
	.Acumulador de energía		Resorte	
	- Tensión de alimentación del motor	VCC	24 +10% / -15%	
	- Contactos auxiliares		Si	
1.14	Circuitos auxiliares			
	- Tensión de bobinas de cierre y apertura:	VCC	24 +10% / -15%	
	- Potencia de las bobinas	W		

**TECNOLOGICA DE ALIMENTOS S.A. - CALLAO**

**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS**

**CELDA METAL-ENCLOSED EN MEDIA TENSION TIPO COMPARTIMENTADA 10 KV**

N°	DESCRIPCION	UNIDAD	ESPECIFICADO	GARANTIZADO
1.15	Señalizaciones: - Contador de maniobras del Interruptor		SI	
	- Indicador mecánico de posición		SI	
1.17	Pruebas		Según IEC	
<b>2</b>	<b>TRANSFORMADOR DE CORRIENTE (3 unidades)</b>			
2.1	Fabricante			
2.2	Tipo		Encapsulado	
2.3	País de fabricación			
2.4	Normas de fabricación		IEC	
2.5	Instalación		Interior	
2.6	Características de tensión:			
	- Tensión nominal del sistema	kV	10	
	- Tensión máxima del sistema	kV	12	
	- Tensión máxima del equipo	KV	17,5	
2.7	Nivel de aislamiento:			
	- Tensión de sostenimiento a frec. Industrial, 1 min del arrollamiento	KV	38	
	- Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial, 1 min del arrollamiento	kV	2	
	- Tensión de sostenimiento al impulso 1,2/50 L s	KVp	95	
2.8	Características de corriente			
	- Corriente de corta duración (I th) : 1 s	kA	16	
	- Corriente dinámica pico (I din)	kA		
2.9	Relación de transformación:			
	- Corriente del primario	A	200	
	- Corriente del secundario	A	5	
2.10	Consumo/clase de precisión: - Protección		10 VA / 5P20	
<b>3</b>	<b>SECCIONADOR</b>			
3.1	Fabricante			
3.2	Tipo			
3.3	País de fabricación			
3.4	Altitud de instalación	m.s.n.m.	1000	
3.5	Norma de fabricación		IEC	
3.6	Características de tensión:			
	- Tensión nominal del sistema	kV	10	
	- Tensión máxima del sistema	kV	12	
	- Tensión máxima del equipo	kV	17,5	
3.7	Nivel de aislamiento:			
	- Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial, 1 min	kV	38	
	- Tensión de sostenimiento al impulso 1,2/50 L s	kVp	95	
3.8	Características de corriente			
	- Corriente nominal según IEC. (50 °C)	A	630	
	- Corriente nominal de corta duración	kA	16	
3.9	Dispositivo de mando:			
	- Modelo			
	- Funcionamiento		Tripolar	
	- Manual		SI	
<b>4</b>	<b>RELE</b>			
4.1	Fabricante			
4.2	País de fabricación			
4.3	Designación del modelo			
4.4	Normas		IEC	
4.5	Tipo		Electrónico	
4.6	Funciones de protección			
	Sobrecorriente de fases temporizado e instantáneo (50,51)		SI	
	Componente inversa (46)		SI	
	Imagen termica y rele Buchholz		SI	
	Tipo de curvas		IEC, ANSI, IEEE	
4.7	Características Eléctricas			
	- Corriente alterna (In)	A	5	
	- Máxima corriente permanente	A		
	- Máxima corriente durante 1 segundo.	A		
	- Consumo de potencia, entrada de corriente	VA		

**TECNOLOGICA DE ALIMENTOS S.A. - CALLAO**

TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS				
CELDA METAL-ENCLOSED EN MEDIA TENSION TIPO COMPARTIMENTADA 10 KV				
N°	DESCRIPCION	UNIDAD	ESPECIFICADO	GARANTIZADO
4.8	Suministro auxiliar			
	Tensión nominal	Vcc	24	
	- Tolerancia	V	+10%, -15%	
	- Consumo de potencia en condición normal	W		
	- Consumo de potencia en condición de falla	W		
	- Máximizado permitido por el equipo	V (p-p)		
4.9	Prueba de aislamiento			
	Tensión a impulso 1,2/50 I ± 0,5 J	kVp	5	
	Tensión a frecuencia industrial, 1 min	kV	2	
	Resistencia de aislamiento a 500 Vcc	Mohm		
4.10	Contactos auxiliares			
	Número de contactos auxiliares		4 NA / 4 NC	
	Máxima Tensión de operación	Vcc	I 250	
	Capacidad de conducción continua	A		
	Capacidad de corte	A		
	Capacidad de cierre	A		
	Capacidad de conducción continua	A		
	Capacidad de corte	A		
	Capacidad de cierre	A		
4.11	Entradas binarias			
	- Número de entradas configurables			
	- Rango de tensión	V		
	- Corriente de entrada	A		
4.12	Comunicación			
	Número de puertos de comunicación		RS-485, RS-232	
	Protocolo de comunicaciones		Modbus, Ethernet	
	Velocidad de comunicación			
	Comunicación por fibra óptica (puerto RS-485)			
4.13	Capacidad de autosupervisión y autodiagnóstico		Si	
4.14	Display		Si	
4.15	Protección eléctrica			
	Contra inducción electromagnética		Si	
	Contra armónicos		Si	
	Protección contra radio interferencia (IEC 255-22-1)		si	
4.16	Señalización e indicaciones			
	En display o Led		Si	
4.17	Manual técnico y Catálogos		Si	

**TECNOLOGICA DE ALIMENTOS S.A. - CALLAO**

**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS**

**CELDA METALICA EN MEDIA TENSION PARA SUBIDA DE CABLES 10 KV**

<b>Nº</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>ESPECIFICADO</b>	<b>GARANTIZADO</b>
<b>A</b>	<b>CONDICIONES DE SERVICIOS GENERALES</b>			
1	Altitud sobre el nivel del mar	m	1000	
2	Temperatura ambiente	°C	28° - 40°C	
3	Tensión Nominal de Servicio	kV	10	
4	Tensión Nominal Máxima de Equipo	kV	17,5	
5	Frecuencia	Hz	60	
6	Nivel de Contaminación	-	Pesado	
7	Nivel de corrosión	-	Alto	
8	Nivel de aislamiento			
	- Tensión de sostenimiento al impulso 1,2/50 μs	kVp	95	
	- Tensión de sostenimiento a frec. industrial, 1 min	KV	38	
9	Barra de Puesta a Tierra		Si	
<b>B</b>	<b>CELDA METALICA</b>			
1	Fabricante			
2	País de fabricación			
3	Marca			
4	Norma de diseño, fabricación y pruebas		IEC	
5	Montaje		Autosoportado	
6	Grado de Protección		IP2X o superior	
7	Espesor de la plancha (mínimo)	mm	2,5	
8	Color		RAL 7032	
<b>1</b>	<b>CARACTERISTICAS</b>			
1.1	Características de Tensión			
	- Tensión nominal del sistema	kV	10	
	- Tensión máxima del sistema	KV	12	
	- Tensión máxima del equipo	KV	17,5	
1.2	Nivel de Aislamiento			
	- Tensión de sostenimiento a frec. industrial, 1 min	KV	38	
	- Tensión de sostenimiento al impulso 1,2/50 Ls	KVp	95	
1.3	Características de Corriente			
	- Corriente nominal en servicio continuo	A	630	
	- Corriente de corte nominal de cortocircuito	KA	16	
	- Corriente dinámica máxima	KAp	40	

**TECNOLOGICA DE ALIMENTOS S.A. - CALLAO**

**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS**

**CELDA METAL-ENCLOSED EN MEDIA TENSION TIPO COMPARTIMENTADA 10 KV**

<b>N°</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>ESPECIFICADO</b>	<b>GARANTIZADO</b>
<b>A</b>	<b>CONDICIONES DE SERVICIOS GENERALES</b>			
1	Altitud sobre el nivel del mar	m	1000	
2	Temperatura ambiente	°C	28° - 40°C	
3	Tensión Nominal de Servicio	kV	10	
4	Tensión Nominal Máxima de Equipo	kV	17,5	
5	Frecuencia	Hz	60	
6	Nivel de Contaminación	-	Pesado	
7	Nivel de corrosión	-	Alto	
8	Nivel de Aislamiento			
	- Tensión de sostenimiento al impulso 1,2/50   s	kVp	95	
	- Tensión de sostenimiento a frec. industrial, 1 min	KV	38	
9	Enclavamiento entre Interruptor y el seccionador		Si	
10	Barra de Puesta a Tierra		Si	
<b>B</b>	<b>CELDA METALICA</b>			
1	Fabricante			
2	Marca			
3	Norma de diseño, fabricación y pruebas		IEC	
4	Montaje		Autosoportado	
5	Grado de Protección		IP2X o superior	
6	Espesor de la plancha (mínimo)	mm	2,5	
7	Color		RAL 7032	
<b>C</b>	<b>EQUIPAMIENTO DE LA CELDA</b>			
1	<b>INTERRUPTOR</b>			
1.1	Fabricante			
1.2	Tipo		Fijo	
1.3	País de fabricación			
1.4	Norma de fabricación		IEC	
1.5	Características de Tensión			
	- Tensión nominal del sistema	KV	10	
	- Tensión máxima del sistema	KV	12	
	- Tensión máxima del equipo	KV	17,5	
1.6	Nivel de Aislamiento			
	- Tensión de sostenimiento a frec. industrial, 1 min	KV	38	
	- Tensión de sostenimiento al impulso 1,2/50   s	KVp	95	
1.7	Características de Corriente			
	- Corriente nominal en servicio continuo	A	630	
	- Corriente de corte nominal de cortocircuito	KA	16	
	- Corriente dinámica máxima	KAp	40	
1.8	Capacidad térmica máxima (3 seg)	KA	16	
1.9	Corriente de interrupción Simétrica	KA	16	
1.10	Secuencia de maniobras nominal		O-0,3s-CO-3 min-CO	
1.11	Características de operación: (tiempos de maniobra)			
	-Tiempo de cierre (closing time)	ms		
	-Tiempo de corte (break time)	ms		
	-Tiempo de apertura	ms		
	-Tiempo del arco	ms		
	-Tiempo muerto	ms		
1.12	Cámaras de interrupción:			
	- Medio de extinción del arco	Gas	SF6	
	- Presión del medio extintor en las cámaras de extinción	Mpa		
	- Instalación		Interior	
1.13	Dispositivo de mando			
	- Modelo			
	- Funcionamiento		Tripolar	
	- Carga del mecanismo:			
	. Manual		Si	
	. Eléctrico		Si	
	. Acumulador de energía		Resorte	
	- Tensión de alimentación del motor	VCC	24 +10% / -15%	
	- Contactos auxiliares		Si	
1.14	Circuitos auxiliares			
	- Tensión de bobinas de cierre y apertura:	VCC	24 +10% / -15%	
	- Potencia de las bobinas	W		

**TECNOLOGICA DE ALIMENTOS S.A. - CALLAO**

**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS**

**CELDA METAL-ENCLOSED EN MEDIA TENSION TIPO COMPARTIMENTADA 10 KV**

N°	DESCRIPCION	UNIDAD	ESPECIFICADO	GARANTIZADO
1.15	Señalizaciones: - Contador de maniobras del Interruptor - Indicador mecánico de posición		SI SI	
1.16	Pruebas		Según IEC	
<b>2</b>	<b>TRANSFORMADOR DE CORRIENTE (3 unidades)</b>			
2.1	Fabricante			
2.2	Tipo			
2.3	País de fabricación			
2.4	Normas de fabricación		IEC	
2.5	Instalación		Interior	
2.6	Características de tensión: - Tensión nominal del sistema - Tensión máxima del sistema - Tensión máxima del equipo	kV kV kV	10 12 17,5	
2.7	Nivel de aislamiento: - Tensión de sostenimiento a frec. industrial, 1 min del arrollamiento - Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial, 1 min del arrollamiento - Tensión de sostenimiento al impulso 1,2/50 L s	KV KV KVp	38 2 95	
2.8	Características de corriente - Corriente de corta duración (I th) : 1 s - Corriente dinámica pico (I din)	kA kA	16	
2.9	Relación de transformación: - Corriente del primario - Corriente del secundario	A A	5	
2.11	Consumo/clase de precisión: - Protección - Protección	VA	10 5P20	
<b>3</b>	<b>SECCIONADOR</b>			
3.1	Fabricante			
3.2	Tipo			
3.3	País de fabricación			
3.4	Altitud de instalación	m.s.n.m.	1000	
3.5	Norma de fabricación		IEC	
3.6	Características de tensión: - Tensión nominal del sistema - Tensión máxima del sistema - Tensión máxima del equipo	kV kV kV	10 12 17,5	
3.7	Nivel de aislamiento: - Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial, 1 min - Tensión de sostenimiento al impulso 1,2/50 L s	kV KVp	38 95	
3.8	Características de corriente - Corriente nominal según IEC. (50 °C) - Corriente nominal de corta duración	A kA	630 16	
3.9	Dispositivo de mando: - Modelo - Funcionamiento - Manual		Trípolar Si	
<b>4</b>	<b>RELE</b>			
4.1	Fabricante			
4.2	País de fabricación			
4.3	Designación del modelo			
4.4	Normas		IEC	
4.5	Tipo		Autonomo	
4.6	Funciones de protección Sobrecorriente de fases temporizado e instantáneo(50,51) Tipo de curvas		SI IEC,ANSI,IEEE	
4.7	Características Eléctricas - Corriente alterna (In) - Máxima corriente permanente - Máxima corriente durante 1 segundo. - Consumo de potencia, entrada de corriente	A A A VA	5	

**TECNOLOGICA DE ALIMENTOS S.A. - CALLAO**

TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS				
CELDA METAL-ENCLOSED EN MEDIA TENSION TIPO COMPARTIMENTADA 10 kV				
N°	DESCRIPCION	UNIDAD	ESPECIFICADO	GARANTIZADO
4.8	Prueba de aislamiento Tensión a impulso 1,2/50 $\mu$ s 0,5 J Tensión a frecuencia industrial, 1 min Resistencia de aislamiento a 500 Vcc	kVp kV Mohm	5 2 2	
4.9	Contactos Número de contactos abiertos Máxima Tensión de operación Capacidad de conducción continua Capacidad de corte Capacidad de cierre Contactos de señalización Número de contactos cerrados Máxima tensión de operación Capacidad de conducción continua Capacidad de corte Capacidad de cierre	Vcc A A A Vcc A A A	I 250    I 250   A	
4.10	Entradas binarias - Número de entradas configurables - Rango de tensión - Corriente de entrada	V A		
4.11	Comunicación Número de puertos de comunicación Protocolo de comunicaciones Velocidad de comunicación Comunicación por fibra óptica (puerto RS-485)		RS-485, RS-232 Modbus, Ethernet	
4.12	Capacidad de autosupervisión y autodiagnóstico		Si	
4.13	Display		Si	
4.14	Protección eléctrica Contra inducción electromagnética Contra armónicos Protección contra radio interferencia (IEC 255-22-1)		Si Si Si	
4.15	Señalización e indicaciones En display o Led		Si	
4.16	Manual técnico y Catálogos		Si	

**TECNOLOGICA DE ALIMENTOS S.A. - CALLAO**

TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS				
TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCION EN 480 V				
N°	DESCRIPCION	UNIDAD	ESPECIFICADO	GARANTIZADO
<b>A</b>	<b>CONDICIONES DE OPERACIÓN</b>			
1.1	Tensión nominal	V	460	
1.2	Tensión máxima	V	1000	
1.3	Tensión de sostenimiento al impulso 1,2/50 us	kVp	12	
1.4	Tensión de sostenimiento a 60 Hz, 1min.	kV	2,5	
1.5	Frecuencia nominal	Hz	60	
1.6	Corriente de Cortocircuito a 460 V	kA	65	
1.7	Temperatura máxima de ambiente	°C	40	
1.8	Temperatura mínima de ambiente	°C	10	
1.9	Altitud sobre el nivel del mar	m	1000	
1.10	Humedad relativa	%	90	
1.11	Grado de contaminación	-	Muy alta (IV – IEC)	
1.12	Atmósfera	-	Corrosiva	
1.13	Instalación		Interior	
1.14	Color		RAL 7032	
1.15	Tensión de alimentación auxiliar	Vcd	24 +10% / -15%	
<b>B</b>	<b>TABLEROS</b>			
<b>1.0</b>	<b>Celdas</b>			
1.1	Fabricante			
1.2	Marca			
1.3	Tipo		Metal Enclosed	
1.4	Normas de Diseño, Fabricación y Pruebas		IEC	
1.5	Grado de Protección		IP31	
1.6	Tipo de Montaje		Autosoportado	
1.7	Espesor de Plancha LAF	mm	2,5	
1.8	Dimensiones (Ancho, Alto, Profundidad)			
	- Celda principal (referencial)	mm	800 x 2300 x 900	
	- Celda de salida (referencial)	mm	1400 x 2300 x 1500	
1.9	Iluminación Interna (1ø, 220 Vca)		Si	
1.10	Resistencias de anticondensación (1ø, 220 Vca)		Si	
1.11	Aberturas de ventilación		Si	
<b>2.0</b>	<b>Sistemas de barras</b>			
2.1	Fabricante			
2.2	Material y sección		Cu – rectangular	
2.3	Número de sistemas de barras		2	
2.4	Tensión nominal	V	460	
2.5	Tensión máxima de servicio	V	1000	
2.6	Tensión de sostenimiento al impulso 1,2/50 us	kVp	12	
2.7	Corriente nominal	A	4000	
2.8	Corriente simétrica de cortocircuito – 460 V	kA	65	
2.9	Corriente dinámica de cortocircuito – 460 V	kAp	163	
2.10	Número de barras por fase			
2.11	Dimensiones de barras	mm		
2.12	Aisladores porta barras		Si	
<b>3.0</b>	<b>Interruptor Automático Tripolar</b>			
3.1	Fabricante			
3.2	Marca			
3.3	Modelo			
3.4	Número de polos		3	
3.5	Tensión nominal	V	460	
3.6	Tensión máxima de servicio	V	1000	
3.7	Tensión de sostenimiento al impulso 1,2/50 us	kVp	12	
3.8	Ejecución		Fijo	
3.9	Normas de diseño, Fabricación y Pruebas		IEC	
3.10	Corriente nominal	A	Ver espec. Técnicas	
3.11	Corriente cortocircuito última – 460 V (Icu)	kA	65	
3.12	Corriente de cortocircuito de servicio (Ics)	%	100% Icu	
3.13	Corriente de corta duración – 1 s (Icw)	kA	65	
3.14	Tiempo de corte	ms		
3.15	Tiempo de cierre	ms		

**TECNOLOGICA DE ALIMENTOS S.A. - CALLAO**

**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS**

**TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCION EN 460 V**

Nº	DESCRIPCION	UNIDAD	ESPECIFICADO	GARANTIZADO
3.16	<b>Accesorios</b>			
	- Botones pulsadores de cierre -- apertura		Si	
	- Indicador de posición abierto -- cerrado de contactos principales	Si		
	- Indicador de carga resorte		Si	
	- Contactos auxiliares de posición abierto - cerrado	2 NA / 2 NC		
	- Protección de pulsadores mediante precinto		Si	
	- Motoreductor de carga resorte		Si	
	- Bobina de disparo (celda principal)		2	
	- Bobina de disparo (celda de salida)		1	
	- Tensión	Vcd	24 +10% / -15%	
	- Consumo	VA		
	- Bobina de cierre		1	
	- Tensión	Vcd	24 +10% / -15%	
	- Consumo	VA		
4.0	<b>Unidad de protección y control electrónico del interruptor</b>			
4.1	<b>Fabricante</b>			
4.2	<b>Marca</b>			
4.3	<b>Modelo</b>			
4.4	<b>Protección de sobrecorriente entre fases</b>			
	- Tipo de Protección selectiva		Si	
	- Regulación I y t en "long time"		Si	
	- Regulación I y t en "short time"		Si	
	- Regulación I en "instantáneo"		Si	
4.5	<b>Mediciones</b>			
	- Corriente, tensión y potencia (Celda Principal)		Si	
	- Corriente (celda de salida hacia las cargas)		Si	
	- Captadores de Corriente		Si	
4.6	<b>Opción de comunicación de datos</b>		Si	
5.0	<b>Seccionador tripolar</b>			
5.1	<b>Fabricante</b>			
5.2	<b>Marca</b>			
5.3	<b>Modelo</b>			
5.4	<b>Capacidad</b>		Ver espec. técnicas	
5.5	<b>Número de polos</b>		3	
5.6	<b>Tensión de máxima de servicio</b>	kV	1	
5.7	<b>Número de posiciones</b>		3	
5.8	<b>Enclavamiento con interruptor</b>		Si	
6.0	<b>Transformador de corriente (celda principal)</b>			
6.1	<b>Fabricante</b>			
6.2	<b>Modelo</b>			
6.3	<b>Tipo</b>		Ventana	
6.4	<b>Material aislante</b>		Resina epóxica	
6.5	<b>Cantidad</b>		2	
6.6	<b>Normas de diseño, fabricación y pruebas</b>		IEC	
6.7	<b>Nivel de aislamiento</b>	kVp	12	
6.8	<b>Relación de transformación</b>	A	4500 / 5	
6.9	<b>Potencia y clase de precisión:</b>		10 VA, cl 0,5	
7.0	<b>Controlador Permanente de Aislamiento (CPA)</b>		SI	
7.1	<b>Fabricante</b>			
7.2	<b>Modelo</b>			
7.3	<b>Normas de diseño, fabricación y pruebas</b>		IEC	
7.4	<b>Accesorios</b>			
7.5	<b>Dispositivo limitador de sobretensión</b>		Si	
	<b>Bocina</b>		Si	
7.6	<b>Tensión</b>	Vcd	24 - 15% / + 10%	
8.0	<b>Instrumento de Medición Multifunción</b>			
8.1	<b>Fabricante</b>			
8.2	<b>Modelo</b>			
8.3	<b>Normas de diseño, fabricación y pruebas</b>		IEC	
8.4	<b>Grado de protección</b>		IP52	

## TECNOLOGICA DE ALIMENTOS S.A. - CALLAO

### TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS

#### TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCION EN 480 V

N°	DESCRIPCION	UNIDAD	ESPECIFICADO	GARANTIZADO
8.5	Tensión nominal de operación	Vf-f	440	
8.6	Corriente nominal de operación	A	5	
8.7	Funciones de Medición A, V, W, VAR, kWh, Demanda, etc.		SI	
8.8	Protocolo de comunicación		Modbus	
8.9	Puerto de comunicación		RS 485	
9.0	Masas y Esquemas			
9.1	Masas	Kg		
9.2	- Esquema con dimensiones exteriores		SI	
<b>10.0</b>	<b>Ingreso y Salida de circuitos</b>			
10.1	Ingreso celda principal		Por arriba con barras	
10.2	Ingreso celda de salida		Por arriba con cables	

**TECNOLOGICA DE ALIMENTOS S.A. - CALLAO**

**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS**

**TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCION EN 230 V**

Nº	DESCRIPCION	UNIDAD	ESPECIFICADO	GARANTIZADO
<b>A</b>	<b>CONDICIONES DE OPERACIÓN</b>			
1.1	Tensión nominal	V	230	
1.2	Tensión máxima	V	1000	
1.3	Tensión de sostenimiento al impulso 1,2/50 us	kVp	12	
1.4	Tensión de sostenimiento a 60 Hz, 1min.	kV	2,5	
1.5	Frecuencia nominal	Hz	60	
1.6	Corriente de Cortocircuito a 230 V	kA	42	
1.7	Temperatura máxima de ambiente	°C	40	
1.8	Temperatura mínima de ambiente	°C	10	
1.9	Altitud sobre el nivel del mar	m	1.000	
1.10	Humedad relativa	%	90	
1.11	Grado de contaminación	-	Muy alta (IV – IEC)	
1.12	Atmósfera	-	Corrosiva	
1.13	Instalación		Interior	
1.14	Color		RAL 7032	
1.15	Tensión de alimentación auxiliar	Vcd	24 +10% / -15%	
<b>B</b>	<b>TABLERO</b>			
1.0	Ceidas			
1.1	Fabricante			
1.2	Marca			
1.3	Tipo		Metal Enclosed	
1.4	Normas de Diseño, Fabricación y Pruebas		IEC	
1.5	Grado de Protección		IP31	
1.6	Tipo de Montaje		Autosoportado	
1.7	Espesor de la Plancha LAF	mm	2.5	
1.8	Dimensiones (ancho, alto, profundidad)	mm	800x2300x900	
1.9	Iluminación Interna (1Ø, 220 Vca)		Si	
1.10	Resistencias anticondensación (1Ø, 220Vca)		Si	
1.11	Aberturas de ventilación		Si	
<b>2.0</b>	<b>Sistemas de Barras</b>			
2.1	Fabricante			
2.2	Material y sección		Cu – rectangular	
2.3	Tensión nominal	V	230	
2.4	Tensión máxima de servicio	V	1000	
2.5	Tensión de sostenimiento al impulso 1,2/50 us	kVp	12	
2.6	Corriente nominal	A	1000	
2.7	Corriente simétrica de cortocircuito – 230 V	kA	42	
2.8	Corriente dinámica de cortocircuito – 230 V	kAp	105	
2.9	Número de barras por fase			
2.10	Dimensiones de barras	mm		
2.11	Aisladores porta barras		Si	
<b>3.0</b>	<b>Interrupción Automática Tripolar</b>			
3.1	Fabricante			
3.2	Marca			
3.3	Modelo			
3.4	Número de polos		3	
3.5	Tensión nominal	V	220	
3.6	Tensión máxima de servicio	V	1000	
3.7	Tensión de sostenimiento al impulso 1,2/50 us	kVp	12	
3.8	Ejecución		Fijo	
3.9	Normas de diseño, Fabricación y Pruebas		IEC	
3.10	Corriente nominal	A	Ver espec. Técnicas	
3.11	Corriente cortocircuito última – 220 V (Icu)	kA	42	
3.12	Corriente de cortocircuito de servicio (Ics)	%	100% Icu	
3.13	Corriente de corta duración – 1 s (Icw)	kA	42	
3.14	Tiempo de corte	ms		
3.15	Tiempo de cierre	ms		

**TECNOLOGICA DE ALIMENTOS S.A. - CALLAO**

**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS**

**TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCION EN 230 V**

<b>Nº</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>ESPECIFICADO</b>	<b>GARANTIZADO</b>
<b>3.16</b>	<b>Accesorios</b>			
	- Botones pulsadores de cierre – apertura		Si	
	- Indicador de posición abierto – cerrado de contactos principales	Si		
	- Indicador de carga resorte		Si	
	- Contactos auxiliares de posición abierto - cerrado	2NA/2NC		
	- Protección de pulsadores mediante precinto		Si	
	- Motoreductor de carga resorte		Si	
	- Bobina de disparo		1	
	- Tensión	Vcd	24 +10% / -15%	
	- Consumo	VA		
	- Bobina de cierre		1	
	- Tensión	Vcd	24 +10% / -15%	
	- Consumo	VA		
<b>4.0</b>	<b>Unidad de Control y protección de Interruptores</b>			
4.1	Fabricante			
4.2	Marca			
4.3	Modelo			
4.4	Protecciones fases			
	- Tipo de protección IDMTL		SI	
	- Regulación I y t en "long time"		SI	
	- Regulación I y t en "short time"		SI	
	- Regulación I en "instantáneo"		SI	
4.5	Mediciones			
	- Corriente		SI	
4.6	Opción de comunicación datos		SI	
<b>5.0</b>	<b>Masas, Dimensiones y Esquemas</b>			
5.1	Masas:			
5.2	Dimensiones:			
	- Esquema con dimensiones exteriores		SI	
	- Alto de Celda	mm		
	- Profundidad de Celda	mm		
<b>6.0</b>	<b>Ingreso de cables</b>		Por arriba con cables	

**TECNOLOGICA DE ALIMENTOS S.A. - CALLAO**

**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS**

**BANDEJAS PORTACABLES**

<b>N°</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>REQUERIDO</b>	<b>GARANTIZADO</b>
<b>1,0</b>	<b>DATOS GENERALES</b>			
1,1	Fabricante			
1,2	País de fabricación			
1,3	Tipo		Escalera	
1,4	Instalacion		Exterior	
1,5	Normas de fabricación			
1,6	Índice de corrosión		Muy alto – Salina	
<b>2,0</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>			
2,1	Dimensiones			
	- Ancho	mm	300 - 500	
	- Alto	mm	100	
2,2	Laterales			
	- Material		Acero A - 3724	
	- Tipo de perfil		C	
	- Espesor	mm	1,2	
2,3	Travesaños			
	- Material		Acero SAE - 1020	
	- Tipo de perfil		Omega	
	- Espesor	mm	1,0	
2,4	Separacion de travesaños	mm	300	
2,5	Capacidad de carga	kg/m	90	
2,6	Tratamiento superficial		Galvanizado en caliente	
2,7	Espesor de galvanizado	um	120	
2,8	Accesorios para bandeja			
	- Eclisas rectas		Si	
	- Perno coche de Acero Inox. 5/16 x 3/4" c/tuerca y arandela		Si	
	- Mensulas		Si	
	- Soporte tipo trapecio		Si	

**TECNOLOGICA DE ALIMENTOS S.A. - CALLAO**

**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS**

**DUCTO DE BARRAS 460 V**

<b>N°</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>REQUERIDO</b>	<b>GARANTIZADO</b>
<b>1,0</b>	<b>DATOS GENERALES</b>			
1,1	Fabricante			
1,2	Tipo			
1,3	Altitud de instalación	m.s.n.m.	< 1000	
1,4	Normas aplicables		IEC	
1,5	Índice de corrosión		Muy Alto	
<b>2,0</b>	<b>ENVOLVENTE METALICA</b>			
2,1	Espesor de plancha	mm		
2,2	Dimensiones			
	- Ancho	mm		
	- Altura	mm		
2,3	Peso total	kg		
	Grado de Protección		IP31	
2,4	Color de acabado		RAL 7035	
2,5	Aberturas de ventilación		Si	
2,6	Croquis y planos		Si	
<b>3,0</b>	<b>SISTEMAS DE BARRAS</b>			
3,1	Material y sección		Cu – rectangular	
3,2	Dimensiones de barras	mm	10 x 120	
3,3	Número de fases	u	3	
3,4	Número de barras por fase	u	4	
3,5	Tensión nominal	V	460	
3,6	Tensión máxima de servicio	V	1000	
3,7	Tensión de sostenimiento al impulso 1,2/50 us	Kvp	12	
3,8	Corriente nominal	A	5000	
3,9	Corriente simétrica de cortocircuito – 460 V	KA	65	
3,10	Corriente dinámica de cortocircuito – 460 V	KAp	163	
3,11	Aisladores porta barras		Si	

**TECNOLOGICA DE ALIMENTOS S.A. - CALLAO**

**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS**

**CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO TEMPLE BLANDO**

<b>N°</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>REQUERIDO</b>	<b>GARANTIZADO</b>
<b>1,0</b>	<b>DATOS GENERALES</b>			
1,1	Fabricante			
1,2	País de fabricación			
1,3	Código de catálogo			
1,4	Índice de corrosión		Muy alto – Salina	
<b>2,0</b>	<b>DATOS TÉCNICOS</b>			
2,1	Normas de fabricación		NTP 370.042 ASTM B8 Cobre recocido Blando	
2,2	Material			
2,3	Temple			
2,4	Sección nominal	mm <sup>2</sup>	70	
2,5	Numero de alambres	und	19	
2,6	Diámetro de los alambres	mm		
2,7	Diámetro exterior del conductor	mm	10,7	
2,8	Masa del conductor	kg/km	608	
2,9	Carga de rotura mínima	KN		
2,10	Módulo de Elasticidad final	kN/mm <sup>2</sup>		
2,11	Coefficiente de dilatación térmica	1/°C		
2,12	Resistencia eléctrica en c.c. A 20 ° C	ohm/km		
2,13	Resistencia eléctrica en c.a. A 50 ° C	ohm/km		
2,14	Coefficiente térmico de resistencia	1/°C		

**TECNOLOGICA DE ALIMENTOS S.A. - CALLAO**

**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS**

**TERMINAL DE COMPRESION CABLE - BARRA**

N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO	GARANTIZADO
<b>1,0</b>	<b>DATOS GENERALES</b>			
1,1	Fabricante			
1,2	País de fabricación			
1,3	Codigo de catalogo			
1,4	Índice de corrosión		Muy alto – Salina	
<b>2,0</b>	<b>DATOS TECNICOS</b>			
2,1	Normas de fabricación			
2,2	Material		Cobre	
2,3	Sección del cable	mm <sup>2</sup>	70	
2,4	Número de agujeros	#	1	
2,5	Diámetro de agujeros	mm (pulg)	12,7 (1/2)	
2,6	Similar tipo		YGA (Bumdy)	

**TECNOLOGICA DE ALIMENTOS S.A. - CALLAO**

**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS**

**BANDA FLEXIBLE DE COBRE**

<b>N°</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>REQUERIDO</b>	<b>GARANTIZADO</b>
<b>1,0</b>	<b>DATOS GENERALES</b>			
1,1	Fabricante			
1,2	Número de catalogo de fabricante			
1,3	País de fabricación			
1,4	Índice de corrosión		Muy alto – Salina	
<b>2,0</b>	<b>DATOS TECNICOS</b>			
2,1	Normas de fabricación			
2,2	Material		Cobre	
2,3	Dimensiones			
	- Longitud	mm	300	
	- Ancho	mm	23,8	
	- Espesor	mm	3,3	
2,4	Número de agujeros	#	2	
2,5	Diametro de agujeros	mm	14,22	
2,6	Similar tipo		B (Bumdy)	

**TECNOLOGICA DE ALIMENTOS S.A. - CALLAO**

**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS**

**CABLES DE FUERZA XLPE**

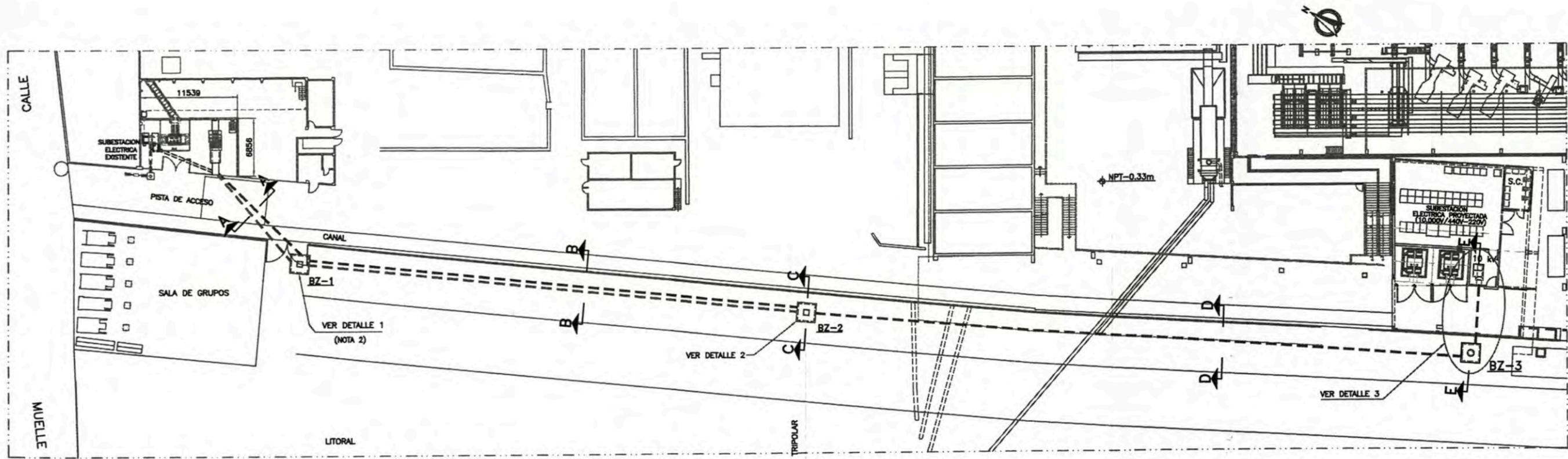
<b>N°</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>REQUERIDO</b>	<b>GARANTIZADO</b>
<b>1,0</b>	<b>DATOS GENERALES</b>			
1,1	Fabricante			
1,2	País de fabricación			
1,3	Tipo		Multipolar	
1,4	Material del conductor		Cobre de temple blando	
1,5	Material del aislamiento		XLPE	
1,6	Normas de fabricación		IEC	
1,7	Altitud de instalación	m.s.n.m.	< 1000	
1,8	Nivel de contaminación		Severo	
1,9	Índice de corrosión		Muy alto – Salina	
<b>2,0</b>	<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS</b>			
2,1	Tensión nominal	Vca	220	
2,2	Tensión máxima de servicio	V	1000	
2,3	Corriente nominal en condiciones estandar	A		
2,4	Límite térmico	A		
2,5	Número de Polos		2 - 3	
2,6	Resistencia eléctrica en c.c. A 20 ° C	ohm/km		
2,7	Resistencia eléctrica en c.a. A 20 ° C	ohm/km		
2,8	Resistencia inductiva a 60 Hz y 20° C	ohm/km		
2,9	Resistencia de aislamiento	Megohm/km		
2,10	Temperatura máxima de operación	°C		
<b>3,0</b>	<b>CARACTERÍSTICAS MECANICAS, DIMENSIONES Y MASA</b>			
3,1	Tipo		Cableado	
3,2	Sección del cable	mm²	4 - 16	
3,3	Diámetro exterior total	mm		
3,4	Masa del cable	kg/m		
3,5	Esfuerzo de rotura	kg/mm²		
3,6	Esfuerzo de fluencia	kg/mm²		
3,7	Radio máximo de curvatura			
	- Durante el montaje	mm		
	- Para instalación definitiva	mm		

**TECNOLOGICA DE ALIMENTOS S.A. - CALLAO**

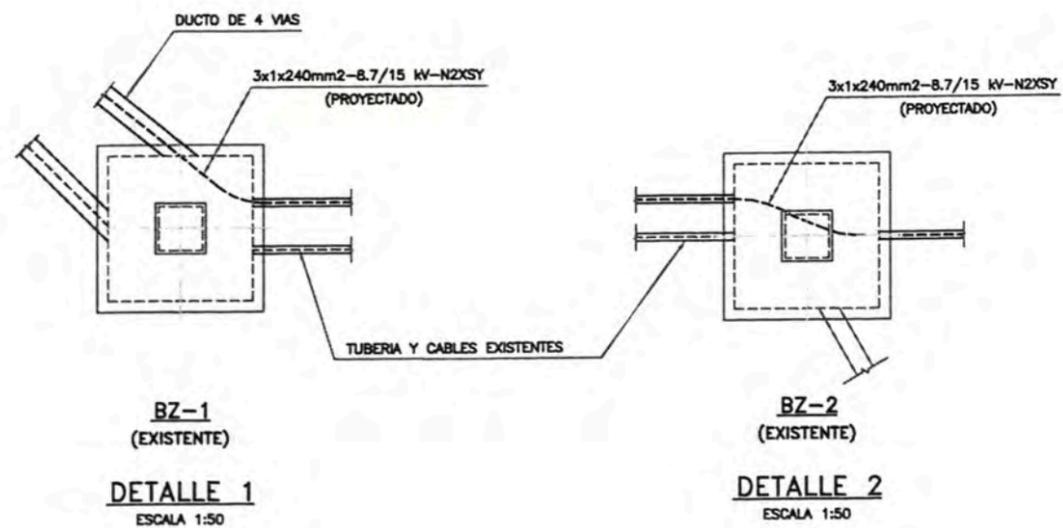
**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS**

**CABLES DE CONTROL NYN**

<b>Nº</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>REQUERIDO</b>	<b>GARANTIZADO</b>
<b>1,0</b>	<b>DATOS GENERALES</b>			
1,1	Fabricante			
1,2	Pais de fabricación			
1,3	Tipo		Multipolar	
1,4	Material del conductor		Cobre de temple blando	
1,5	Material del aislamiento		PVC	
1,6	Normas de fabricación		IEC	
1,7	Altitud de instalación	m.s.n.m.	< 1000	
1,8	Nivel de contaminación		Severo	
1,9	Índice de corrosión		Muy alto – Salina	
<b>2,0</b>	<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS</b>			
2,1	Tensión nominal	V	220	
2,2	Tensión máxima de servicio	V	1000	
2,3	Corriente nominal en condiciones estandar	A		
2,4	Límite térmico	A		
2,5	Número de Polos		7	
2,6	Resistencia eléctrica en c.c. A 20 ° C	ohm/km		
2,7	Resistencia eléctrica en c.a. A 20 ° C	ohm/km		
2,8	Reactancia inductiva a 60 Hz y 20° C	ohm/km		
2,9	Resistencia de aislamiento	Megohm/km		
2,10	Temperatura máxima de operación	°C		
<b>3,0</b>	<b>CARACTERÍSTICAS MECANICAS, DIMENSIONES Y MASA</b>			
3,1	Tipo		Cableado	
3,2	Seccion del cable	mm <sup>2</sup>	1,5	
3,3	Diámetro exterior total	mm		
3,4	Masa del cable	kg/m		
3,5	Esfuerzo de rotura	kg/mm <sup>2</sup>		
3,6	Esfuerzo de fluencia	kg/mm <sup>2</sup>		
3,7	Radio máximo de curvatura			
	- Durante el montaje	mm		
	- Para instalación definitiva	mm		

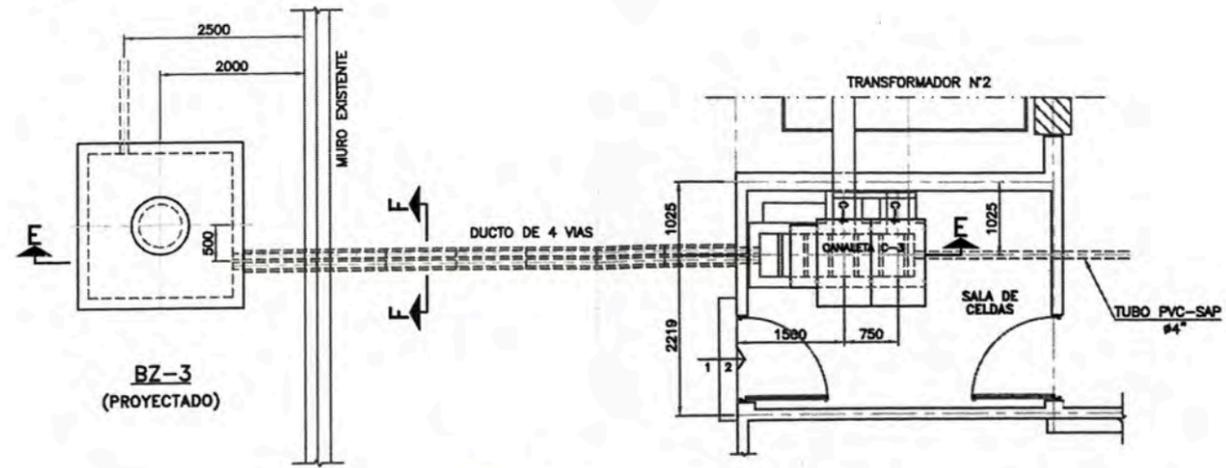


**PLANTA**  
ESCALA 1:250



**DETALLE 1**  
ESCALA 1:50

**DETALLE 2**  
ESCALA 1:50



**DETALLE 3**  
ESCALA 1:50

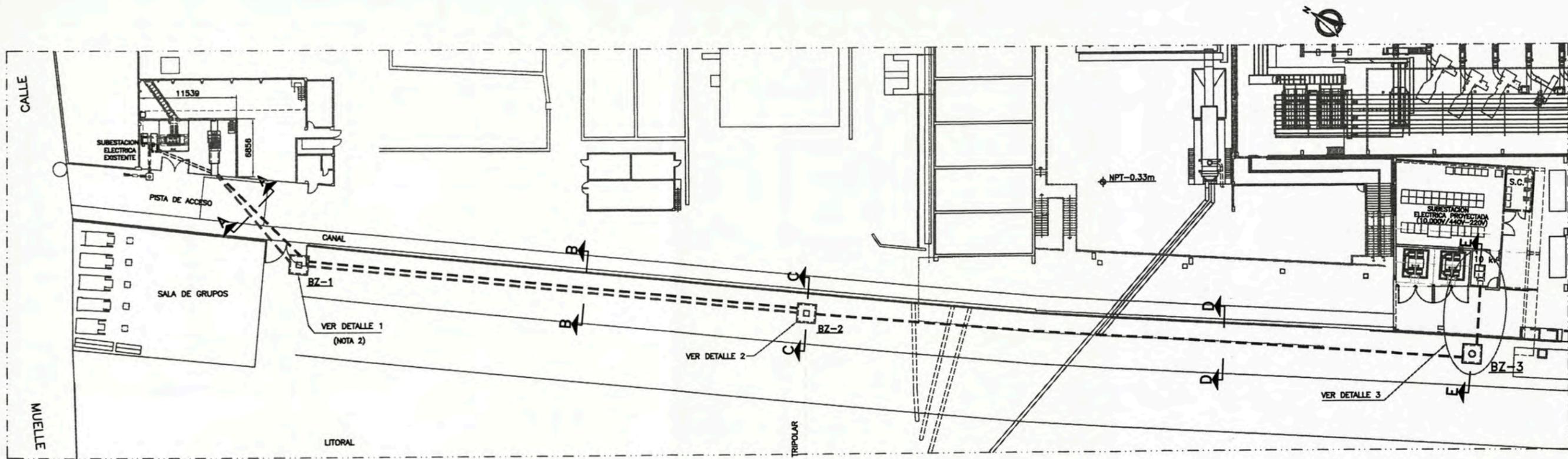
- NOTAS:**
- 1.- TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EN MILIMETROS, EXCEPTO LAS INDICADAS.
  - 2.- VERIFICAR EN CAMPO EL INGRESO DEL CABLE EXISTENTE AL BUZON BZ-1.

**LEYENDA:**

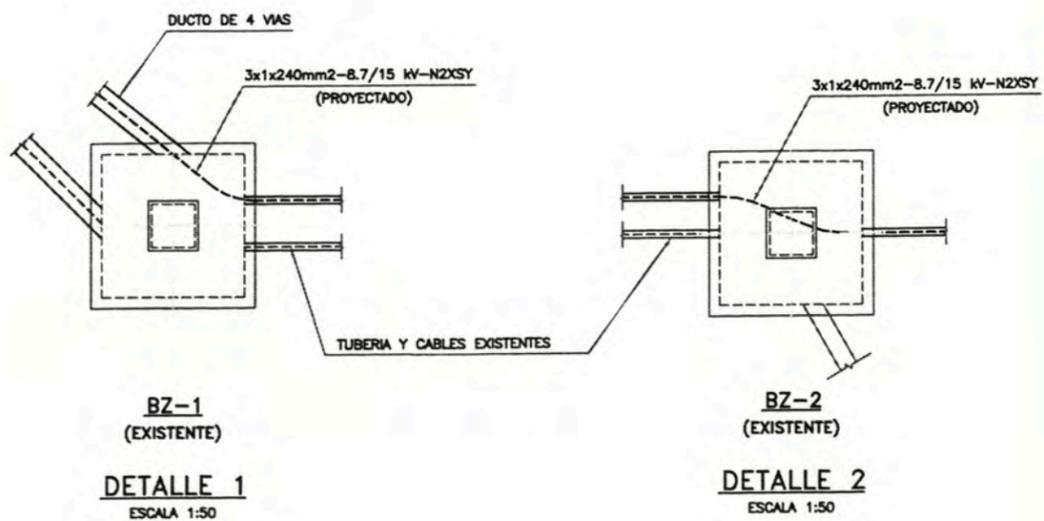
- EDIFICACION EXISTENTE
- INSTALACIONES EXISTENTES
- INSTALACIONES PROYECTADAS

PLANO DE REFERENCIA		
	DESCRIPCION	NUMERO
1	RECORRIDO DEL CABLE DE ENERGIA - SECCIONES	D - 003

TITULO :	ESCALA :	DIMENSIONES :	FECHA :	
<b>RECORRIDO DEL CABLE DE ENERGIA VISTA DE PLANTA</b>	PLANO N° D - 002			
ARCHIVO : DIAG-02.dwg	REV: 0	HORA: 1	COM: -	

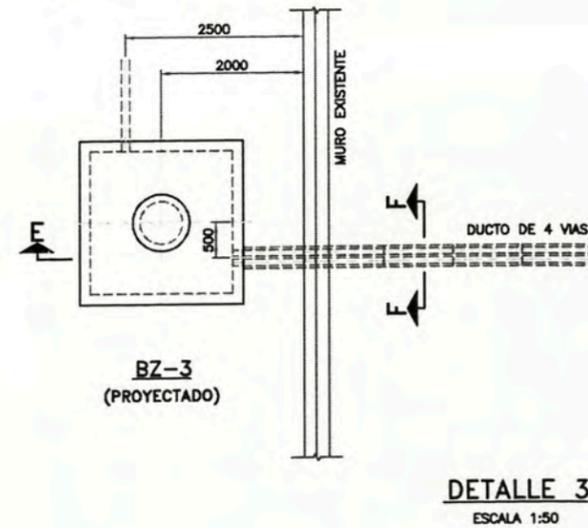


**PLANTA**  
ESCALA 1:250

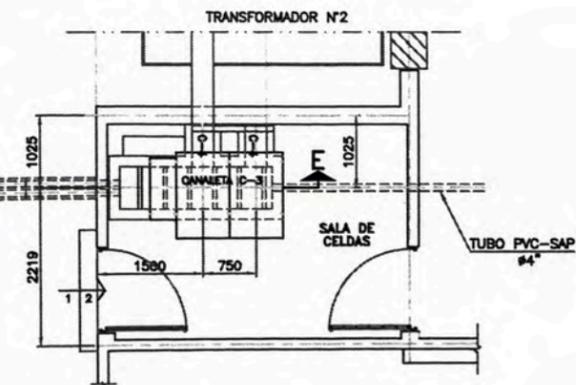


**DETALLE 1**  
ESCALA 1:50

**DETALLE 2**  
ESCALA 1:50



**DETALLE 3**  
ESCALA 1:50

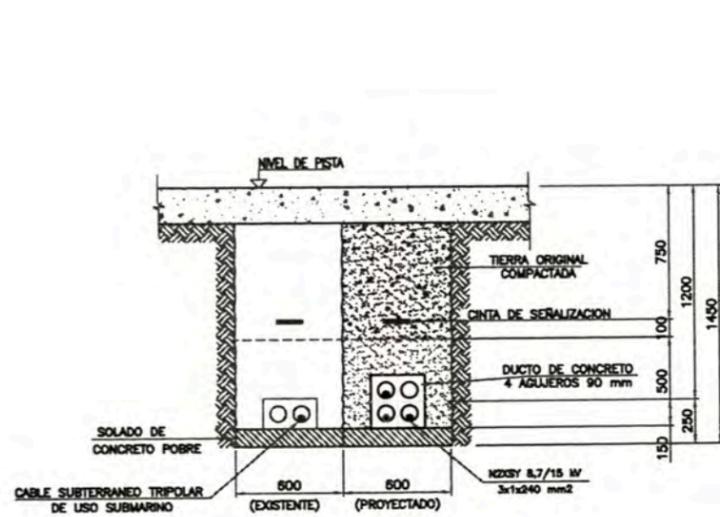


- NOTAS:**
- 1.- TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EN MILIMETROS, EXCEPTO LAS INDICADAS.
  - 2.- VERIFICAR EN CAMPO EL INGRESO DEL CABLE EXISTENTE AL BUZON BZ-1.

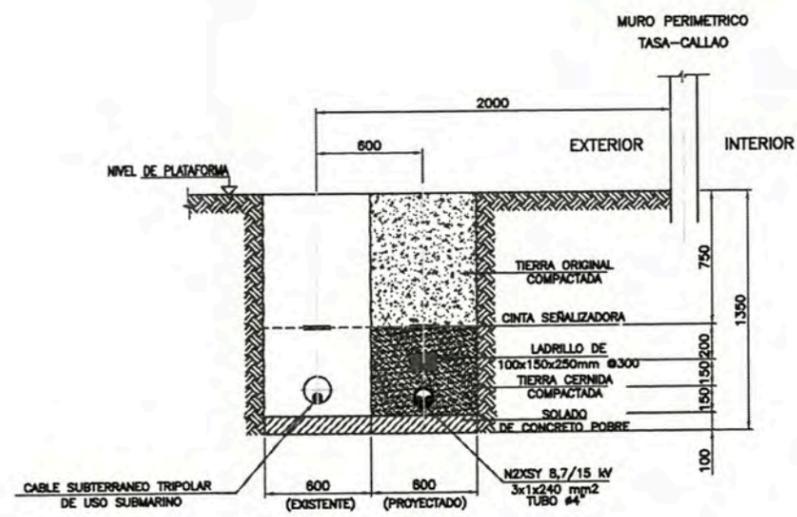
- LEYENDA:**
- EDIFICACION EXISTENTE
  - INSTALACIONES EXISTENTES
  - INSTALACIONES PROYECTADAS

PLANO DE REFERENCIA		
	DESCRIPCION	NUMERO
1	RECORRIDO DEL CABLE DE ENERGIA - SECCIONES	D - 003

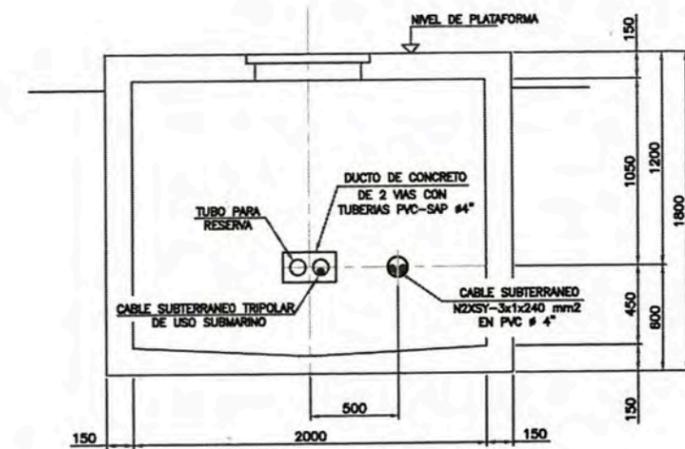
TITULO :		ESCALA :	DIMENSIONES :	FECHA :	
<b>RECORRIDO DEL CABLE DE ENERGIA VISTA DE PLANTA</b>		PLANO N°	D - 002		
ARCHIVO :	RED:	HOJA:	CONT:		
DIAG-02.dwg	0	1	-		



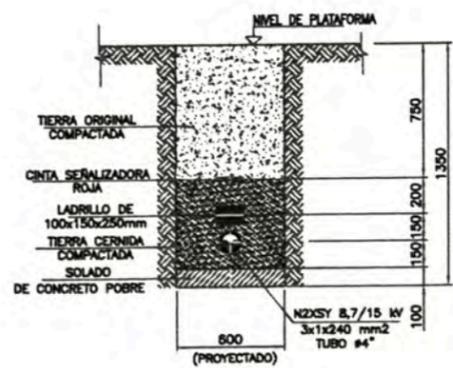
SECCION A-A  
ESCALA 1:20



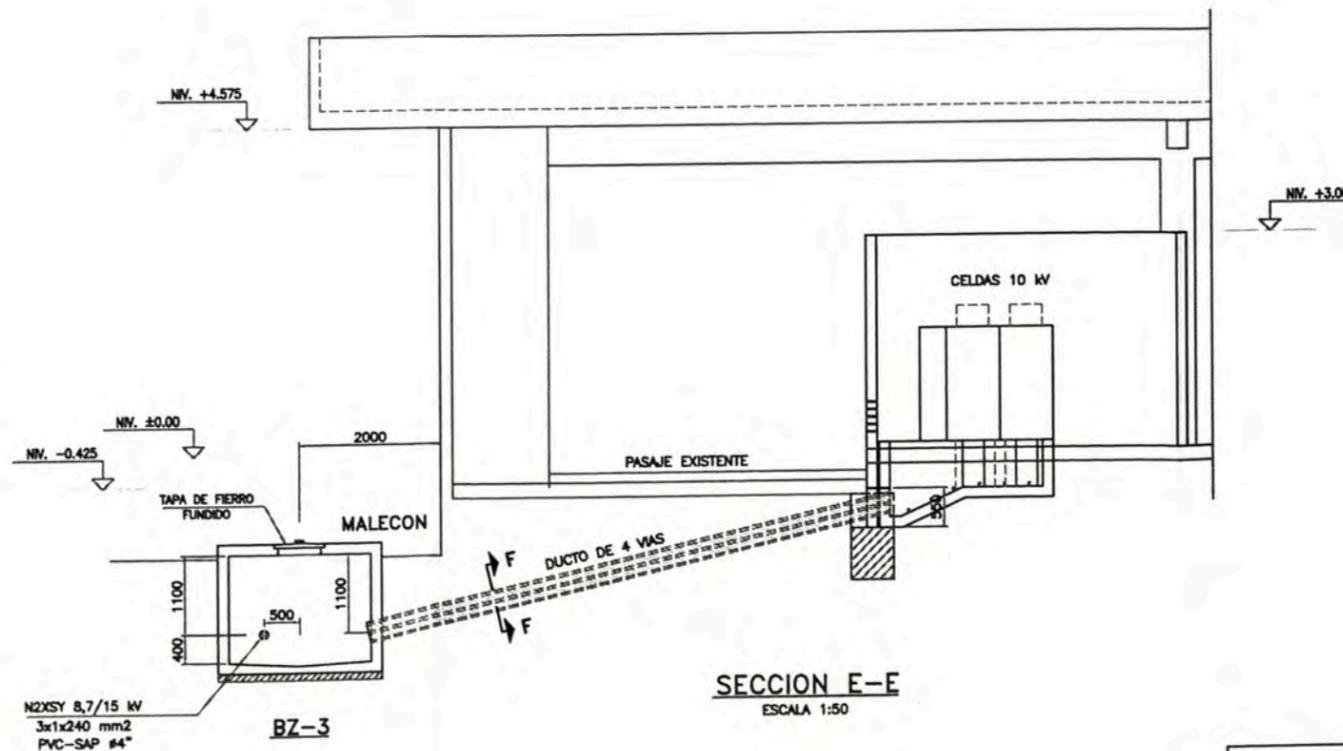
SECCION B-B  
ESCALA 1:20



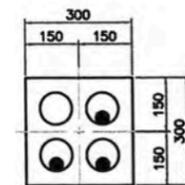
SECCION C-C  
BUZON BZ-2 EXISTENTE  
ESCALA 1:20



SECCION D-D  
ESCALA 1:20



SECCION E-E  
ESCALA 1:50



SECCION F-F  
ESCALA 1:10

LEYENDA:

- INSTALACIONES EXISTENTES
- INSTALACIONES PROYECTADAS

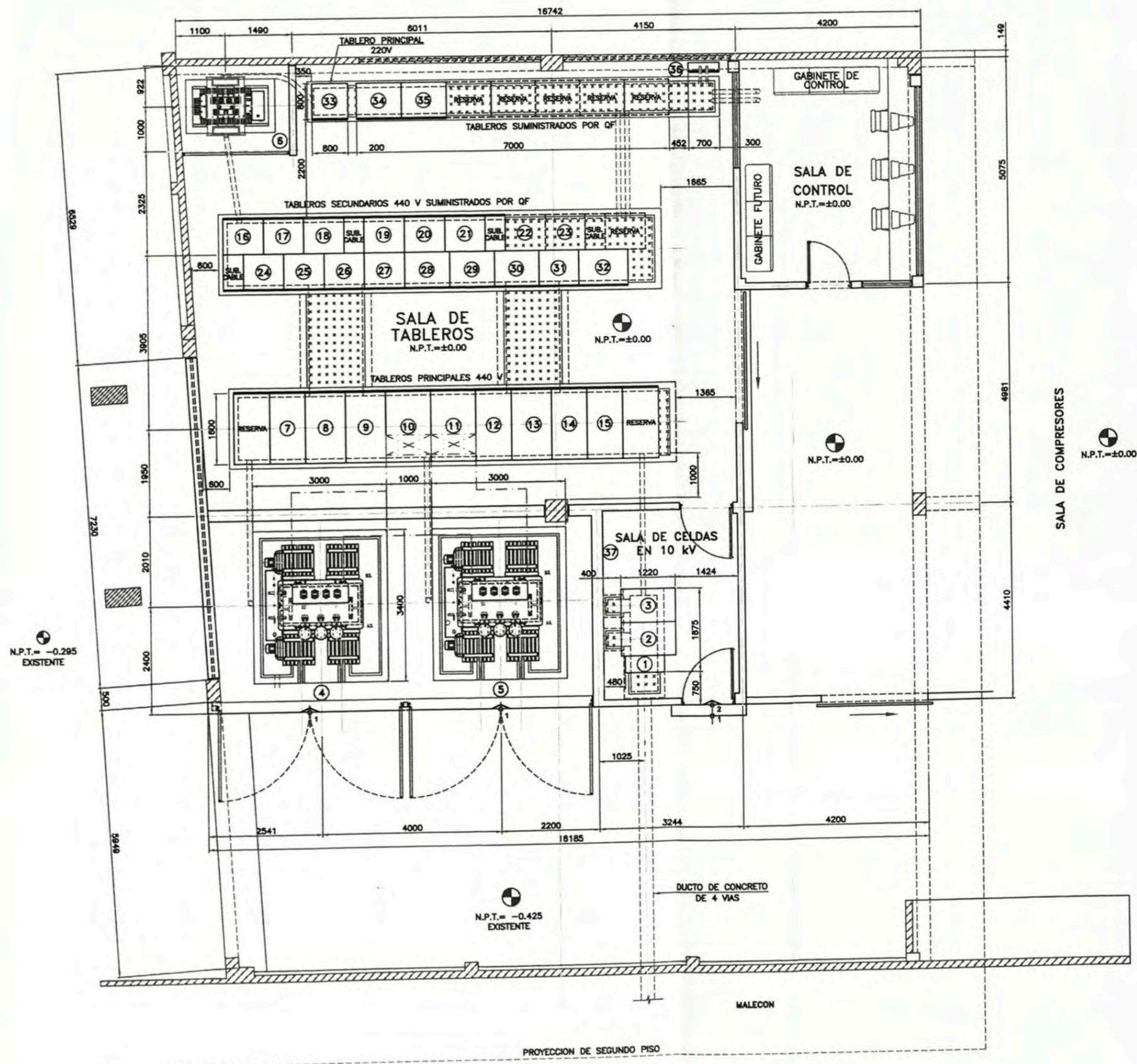
NOTAS:

- 1.- TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EN MILIMETROS, EXCEPTO LAS INDICADAS.
- 2.- EL DUCTO DE CONCRETO PROYECTADO DEBERA ESTAR A LA MISMA PROFUNDIDAD DEL DUCTO EXISTENTE.
- 3.- LOS DUCTOS DE CONCRETO SERAN DE CEMENTO TIPO V.

DOCUMENTOS DE REFERENCIA		
ITEM	DESCRIPCION	NUMERO
1	RECORRIDO DE CABLES DE ENERGIA 10 kV - PLANTA Y DETALLES	D - 002

TITULO:	ESCALA:	DIMENSIONES:	FECHA:	
RECORRIDO DEL CABLE DE ENERGIA SECCIONES	INDICADA			
	PLANO Nº	D - 003		
	ARCHIVO:	REV:	HJAL:	CONT:
DIAG-D3.dwg	0	1	-	

## **ANEXO B**



PLANTA  
ESCALA 1:50

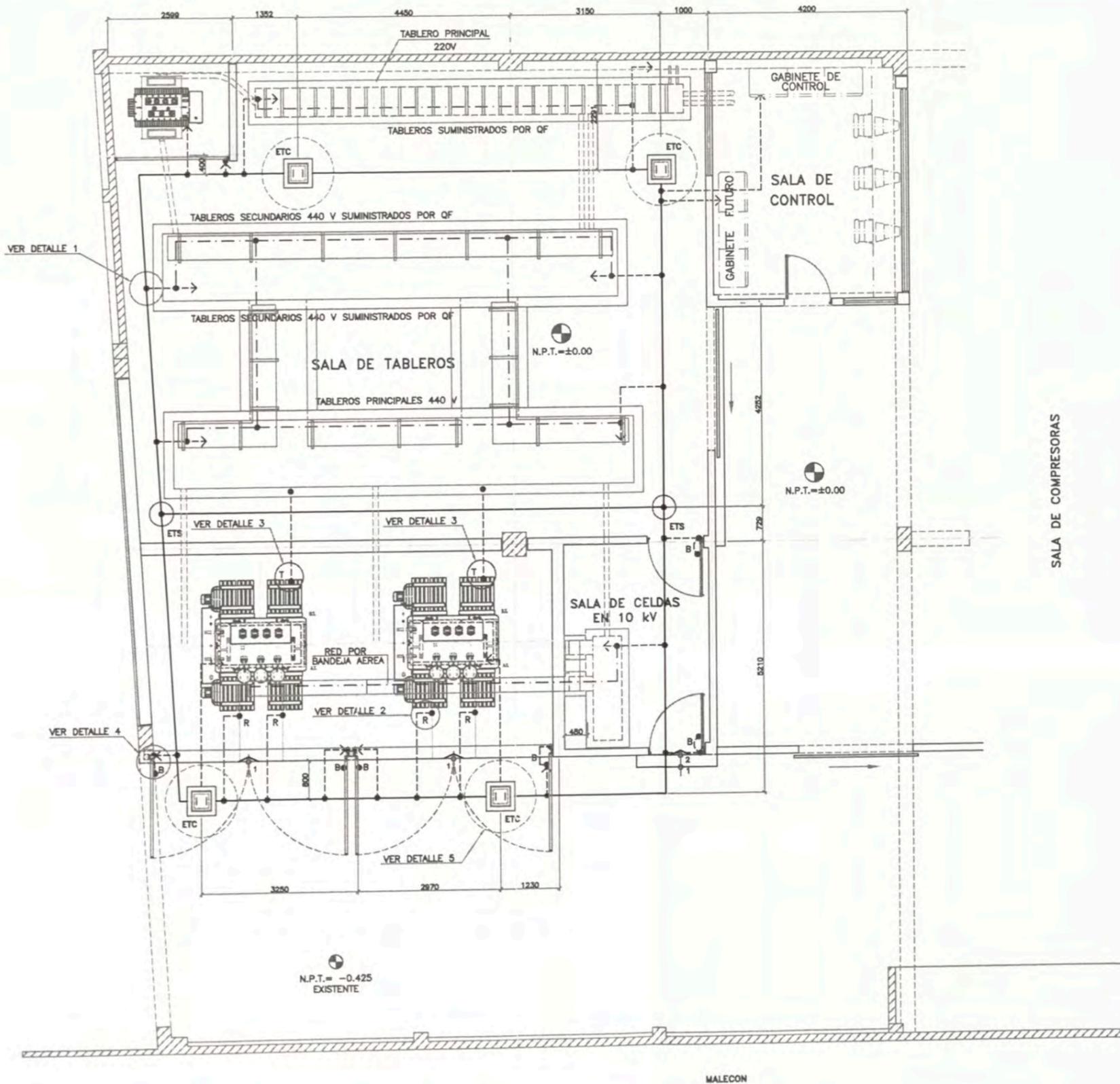
RELACION DE EQUIPOS	
ITEM	DESCRIPCION
①	CELDA METAL-ENCLOSED 10kV - INGRESO DE CABLES
②	CELDA METAL-ENCLOSED 10kV - INTERRUPTOR N°1
③	CELDA METAL-ENCLOSED 10kV - INTERRUPTOR N°2
④	TRANSFORMADOR DE POTENCIA N°1, 3/3,6 MVA (ONAN/ONAF), 10±2x2,5%/0,48kV, Dyn5
⑤	TRANSFORMADOR DE POTENCIA N°2, 3/3,6 MVA (ONAN/ONAF), 10±2x2,5%/0,48kV, Dyn5
⑥	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION 500kVA, 0,44/0,22kV, Dyn5
⑦	TABLERO ALIMENTADOR 440V - TRANSFORMADOR 500kVA
⑧	TABLERO ALIMENTADOR - TDF N°1
⑨	TABLERO ALIMENTADOR - TDF N°2
⑩	TABLERO PRINCIPAL 440V - N°1
⑪	TABLERO PRINCIPAL 440V - N°2
⑫	TABLERO ALIMENTADOR - TDF N°3
⑬	TABLERO ALIMENTADOR - TDF N°4
⑭	TABLERO ALIMENTADOR - TDF N°5-18
⑮	TABLERO ALIMENTADOR - TDF LINEAS DE EMPAQUETAMIENTO
⑯	TABLERO DE COMPRESOR N°3
⑰	TABLERO DE COMPRESOR N°2
⑱	TABLERO DE COMPRESOR N°1
⑲	TABLERO DE COMPRESOR N°6
⑳	TABLERO DE COMPRESOR N°5
㉑	TABLERO DE COMPRESOR N°4
㉒	TABLERO DE COMPRESOR N°12
㉓	TABLERO DE COMPRESOR N°11
㉔	TABLERO DE COMPRESOR N°7
㉕	TABLERO DE COMPRESOR N°8
㉖	TABLERO DE COMPRESOR N°9
㉗	TABLERO DE COMPRESOR N°10
㉘	TABLERO DEL CONDENSADOR EVAPORATIVO
㉙	TABLERO DE BOMBAS Y EVAPORADORES N°1
㉚	TABLERO DE BOMBAS Y EVAPORADORES N°2
㉛	TABLERO DE FUERZA AUXILIAR N°1
㉜	TABLERO DE FUERZA AUXILIAR N°2
㉝	TABLERO PRINCIPAL 220V
㉞	TABLERO DE ALUMBRADO Y CALEFACCION DE SALA DE MAQUINAS, PROCESO Y COMPRESORES
㉟	TABLERO DE ALUMBRADO Y CALEFACCION AUXILIAR
㊱	TABLERO DE DISTRIBUCION 220 V
㊲	CARGADOR DE BATERIAS

**LEYENDA:**  
 EDIFICACION EXISTENTE  
 EDIFICACION PROYECTADA  
 INSTALACIONES FUTURAS

**NOTAS:**  
 1.- TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EN MILIMETROS, EXCEPTO LAS INDICADAS.  
 2.- LAS AREAS QUE CORRESPONDEN A LAS CELDAS DE RESERVA, SE CUBRIRAN CON PLANCHAS ESTRIBADAS DE 1/4".  
 3.- NIVEL DE REFERENCIA ±0.00 IGUAL AL NIVEL DE PISO POR TERMINADO DE SALA DE COMPRESORAS

DOCUMENTOS DE REFERENCIA	

TITULO :	ESCALA :	INDICADA :	DIMENSIONES :	FECHA :	
NUEVA SUBESTACION - 10 / 0,46 Kv VISTA DE PLANTA					
PLANO N°	D - 005				
ARCHIVO :	REV :	HORA :	CONT :		
DIAG-05.dwg	0	1	-		

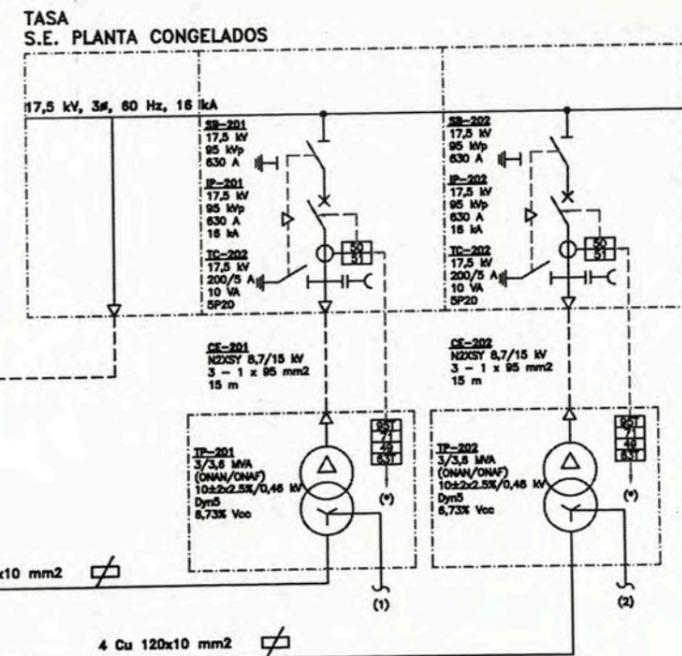
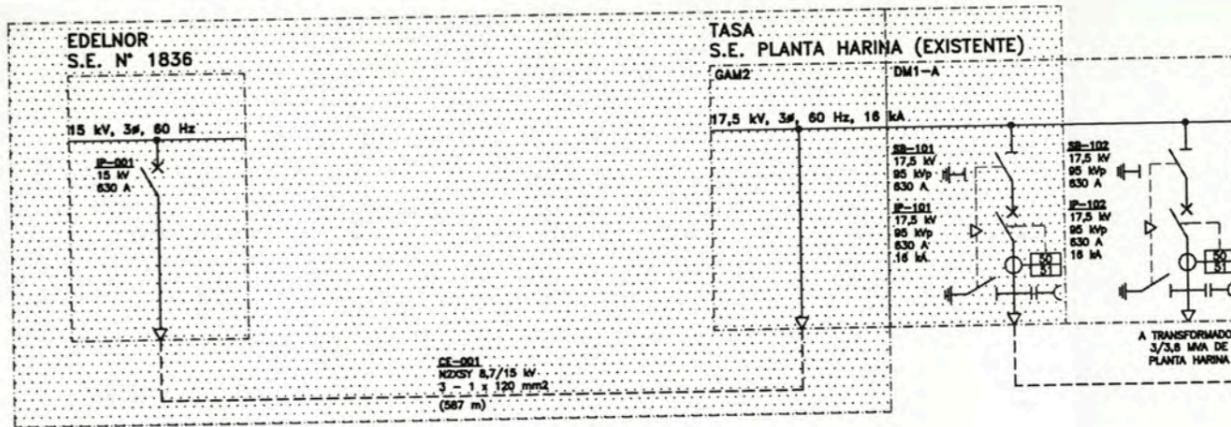


LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
—	RED DE TIERRA PROFUNDA, CABLE DE Cu DESNUDO TEMPLE BLANDO 70 mm <sup>2</sup>
- - -	RED DE TIERRA SUPERFICIAL, CABLE DE Cu DESNUDO TEMPLE BLANDO 70 mm <sup>2</sup>
⊥	CONEXION EN "T" CON SOLDADURA EXOTERMICA, PARA CABLE DE Cu 70 mm <sup>2</sup> PASANTE Y CABLE DE Cu 70 mm <sup>2</sup> DERIVACION
--->	SALIDA DE RED DE TIERRA SUPERFICIAL PARA EQUIPOS, CABLE DE Cu 70mm <sup>2</sup>
---> R	CONEXION CON SOLDADURA EXOTERMICA PARA CABLE DE Cu 70 mm <sup>2</sup> A RIEL
---> C	CONEXION A TIERRA DE PUERTA DESMONTABLE, CON TERMINAL DE COMPRESION PARA CABLE DE Cu 70 mm <sup>2</sup>
---> T	CONEXION A TIERRA DE CARGAZA DEL TRANSFORMADOR, CON TERMINAL DE COMPRESION PARA CABLE DE Cu 70 mm <sup>2</sup>
---> B	CONEXION A TIERRA DE PUERTA METALICA CON BANDA FLEXIBLE DE COBRE
⊥	ETC VARILLA DE PUESTA A TIERRA CON REGISTRO
⊙	ETS VARILLA DE PUESTA A TIERRA SIN REGISTRO

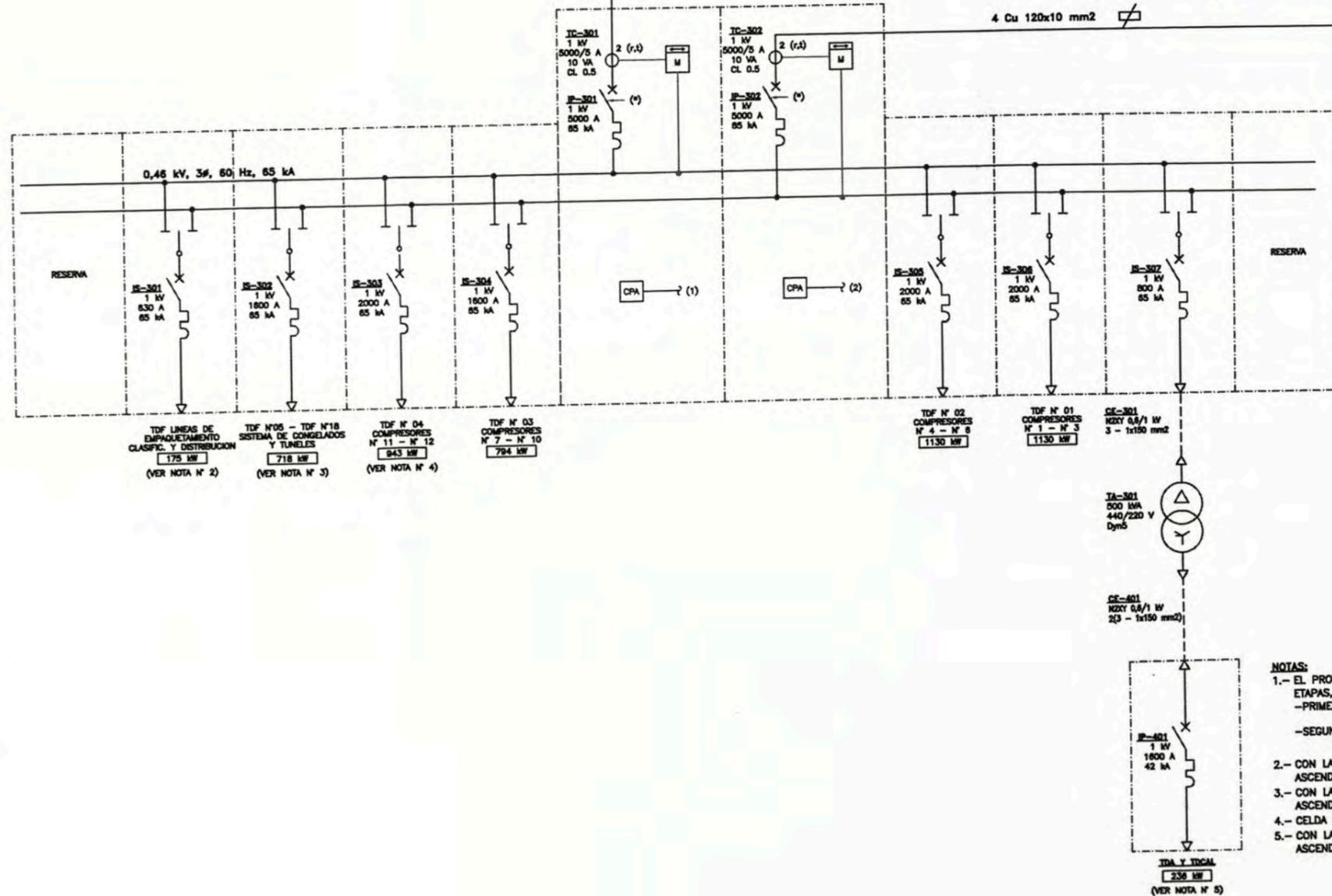
- NOTAS:**
- 1.- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN MILIMETROS, EXCEPTO LAS INDICADAS.
  - 2.- LA RED DE TIERRA PROFUNDA, SE INSTALARA A UNA PROFUNDIDAD DE ENTERRAMIENTO DE 700 mm RESPECTO DEL NIVEL DE PISO TERMINADO.
  - 3.- EN LOS PUNTOS DONDE LAS BASES DE CONCRETO INTERRUMPEN EL RECORRIDO DE LOS CABLES DE LA RED DE TIERRA, ESTOS BORDEARAN LAS BASES HORIZONTALMENTE, ELIGIENDO LA DISTANCIA MAS CORTA, PARA LUEGO CONTINUAR CON EL RECORRIDO PROPUESTO.
  - 4.- LA MAXIMA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA A OBTENER CON LA CONFIGURACION DE RED DE TIERRA PROPUESTA ES 1,90Ω.
  - 5.- SE RECOMIENDA CONECTAR LA RED DE TIERRA PROPUESTA A LA RED DE TIERRA EXISTENTE, PARA DISMINUIR LA RESISTENCIA DE TIERRA TOTAL DE LA FABRICA.

**PLANTA**  
ESCALA 1:50

TITULO : <b>NUEVA SUBESTACION          SISTEMA DE PUESTA A TIERRA          VISTA DE PLANTA</b>	ESCALA :	DIMENSIONES :	FECHA :	
	INDICADA			
PLANO Nº <b>D - 006</b>		REV:	HQA:	CONT:
ARCHIVO : DIAG-06.dwg		0	1	-

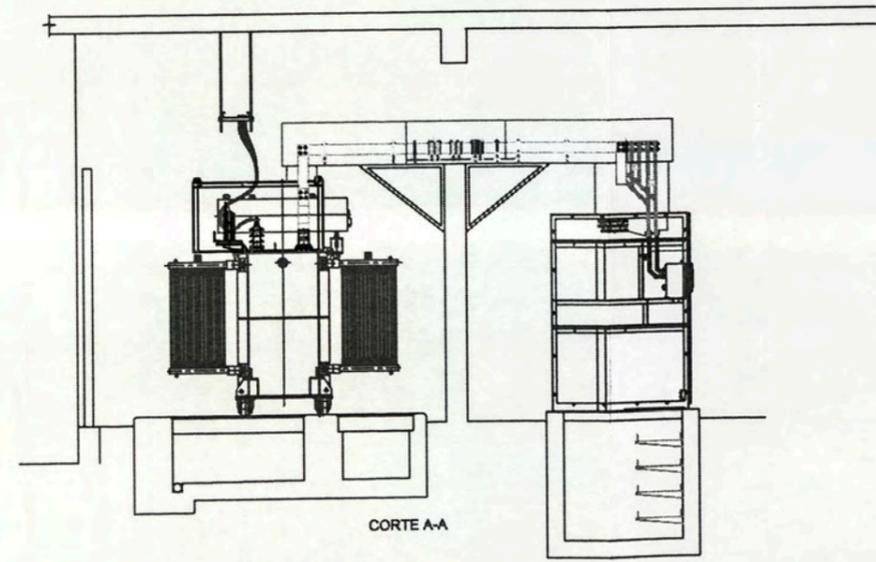
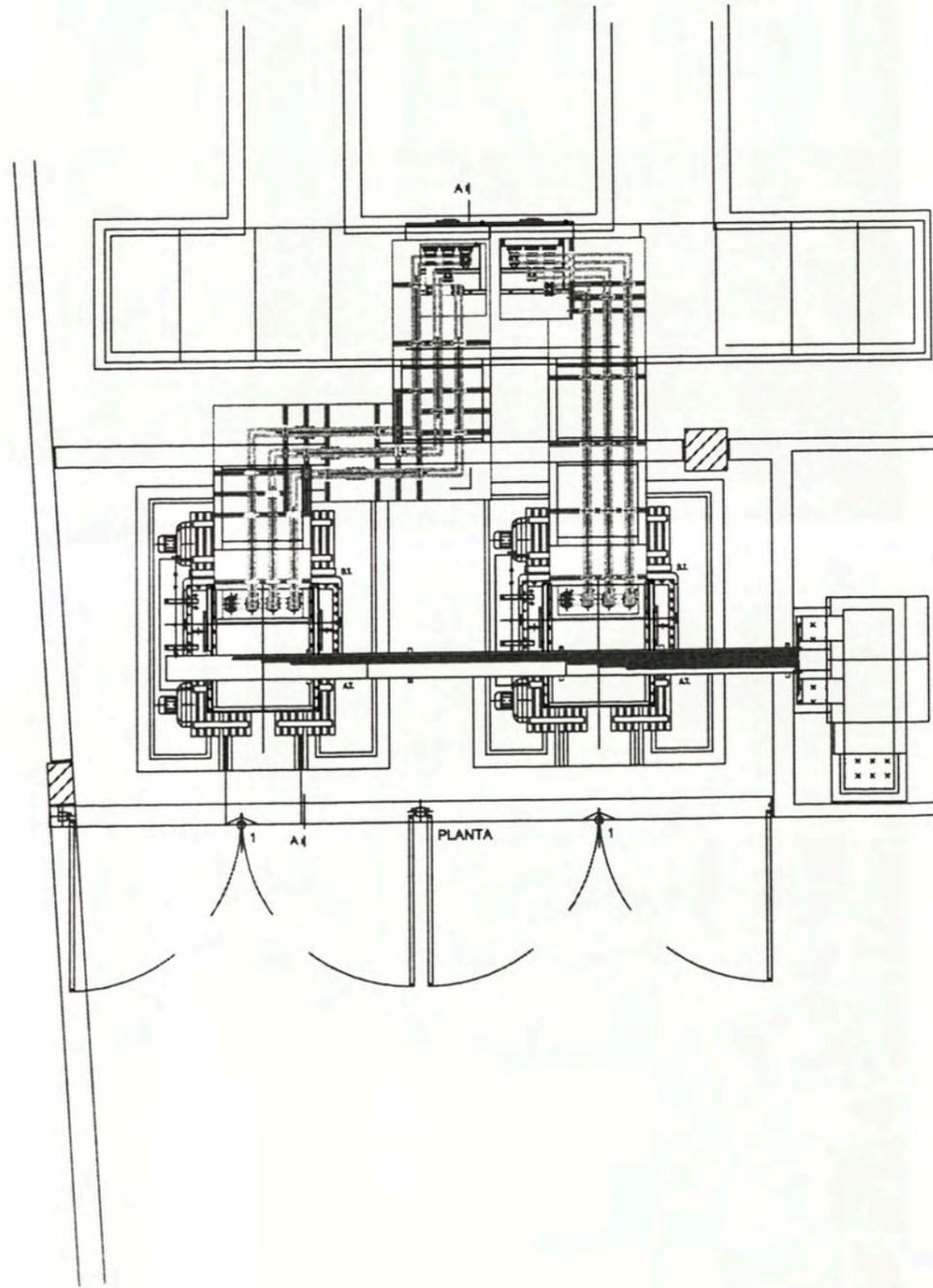


LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TRANSFORMADOR DE POTENCIA
	ARROLLAMIENTO TRIFASICO EN DELTA
	DEVANADO TRIFASICO, ESTRELLA, CON SALIDA NEUTRA
	CONEXION A TIERRA
	DERIVACION O UNION DE CONDUCTORES
	INTERRUPTOR AUTOMATICO TRIPOLAR
	SECCIONADOR DE AISLAMIENTO TRIPOLAR
	SECCIONADOR TRIPOLAR DE TRES POSICIONES
	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE
	DIVISOR DE TENSION CAPACITIVO
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO TRIPOLAR
	SISTEMA DE BARRAS
	CABLE DE ENERGIA FORRADO
	ENCLAVAMIENTO MECANICO
	RELE IMAGEN TERMICA DEL TRANSFORMADOR
	RELE DE SOBRECORRIENTE ENTRE FASES INSTANTANEO
	RELE DE SOBRECORRIENTE ENTRE FASES TEMPORIZADO
	RELE DE SOBREPRESION DEL TRANSFORMADOR
	RELE DE NIVEL DE ACEITE DEL TRANSFORMADOR
	RELE BUCHHOLZ DEL TRANSFORMADOR
	MEDIDOR DE ENERGIA MULTIFUNCION BIDIRECCIONAL
	CONTROLADOR PERMANENTE DE AISLAMIENTO
	INSTALACIONES EXISTENTES
	DELIMITACION DE EQUIPOS

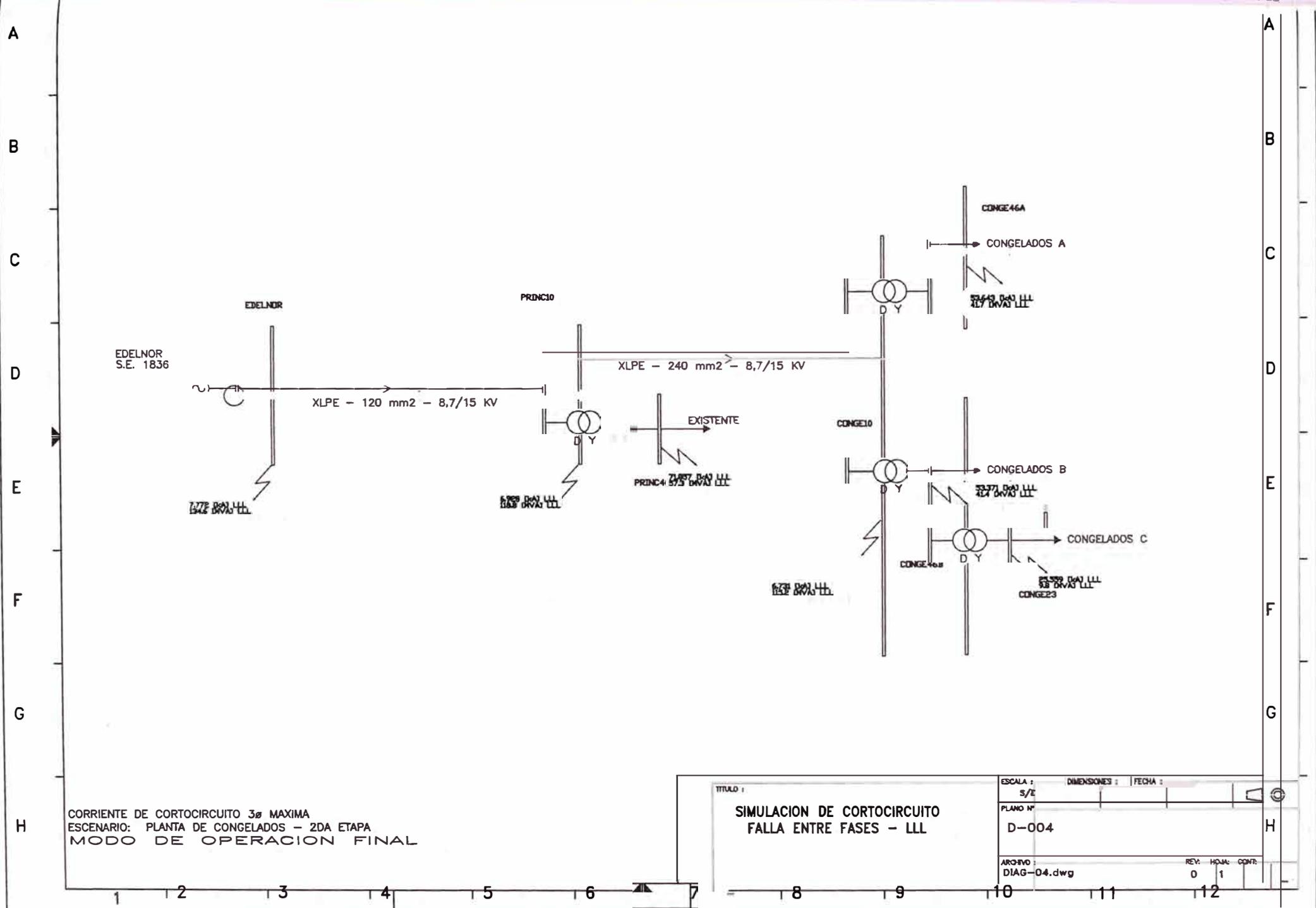


- NOTAS:**
- EL PROYECTO DE CONGELADOS SE IMPLEMENTARA EN DOS ETAPAS, SIENDO:
    - PRIMERA ETAPA: LINEAS EMPAQUETAMIENTO 1-5, COMPRESORAS 1-10.
    - SEGUNDA ETAPA: LINEAS EMPAQUETAMIENTO 6-7, COMPRESORAS 11-13.
  - CON LA IMPLEMENTACION DE LA SEGUNDA ETAPA, LA CARGA ASCENDERA A 199 KW.
  - CON LA IMPLEMENTACION DE LA SEGUNDA ETAPA, LA CARGA ASCENDERA A 830 KW.
  - CELDA DE RESERVA PARA LA SEGUNDA ETAPA DEL PROYECTO.
  - CON LA IMPLEMENTACION DE LA SEGUNDA ETAPA, LA CARGA ASCENDERA A 272 KW.

TITULO :	ESCALA :	DIMENSIONES :	FECHA :
<b>DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL</b>	S/E		
PLANO N°	D-007		
ARCHIVO :	REV :	HOJA :	CONT :
DIAG-07.dwg	0	1	-



TITULO : <b>NUEVA SUBESTACION          DUCTO DE BARRAS          VISTA DE PLANTA</b>	ESCALA :	DIMENSIONES :	FECHA :	
	INDICADA			
	PLANO Nº	D - 008		
ARCHIVO :	REV:	NÚM:	CONT:	
DIAG-08.dwg	0	1	-	



A  
B  
C  
D  
E  
F  
G  
H

A  
B  
C  
D  
E  
F  
G  
H

CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO 3<sup>o</sup> MAXIMA  
 ESCENARIO: PLANTA DE CONGELADOS - 2DA ETAPA  
 MODO DE OPERACION FINAL

TITULO :  
**SIMULACION DE CORTOCIRCUITO  
 FALLA ENTRE FASES - LLL**

ESCALA :	DIMENSIONES :	FECHA :
S/Z		
PLANO N°		
D-004		
ARCHIVO :	REV. :	HORA :
DIAG-04.dwg	0	1
	CONTR. :	



## **ANEXO C**

## **RESUMEN DE CARGAS**

## CUADRO RESUMEN DE CARGAS DE LA PLANTA DE PRODUCTOS CONGELADOS

N°	CIRCUITOS	Potencia (kW)	
		1 etapa	2 etapa
1	Líneas de empaquetamiento, clasificación y distribución	175	199,0
2	Sistema de congelados y tuneles	718,0	830,0
3	Compresores 1,2,3	1 130,0	1 130,0
4	Compresores 4,5,6	1 130,0	1 130,0
5	Compresores 7,8,9,10	794,0	794,0
6	Compresores 11, 12	0,0	943,0
7	Sistema 220 Vca	236,0	272,0
SUB-TOTAL (kW)		4 183,0	5 298,0
RESERVA (15%) (kW)		-	794,7
<b>TOTAL kW</b>		<b>6 092,7</b>	
<b>TOTAL KVA - REQUERIDO</b>		<b>7 167,9</b>	
fdp: factor de potencia total de la carga igual a 0,85			

Nota 1 Si se considera que en la etapa final se instalarán bancos de compensación reactiva en baja tensión tendrá un mayor margen de capacidad instalada en la subestación, ya que para un factor de potencia de 0,96 se tendrá 6,35 MVA requerido.

**DATOS DE CARGAS**

CARGA	DESCRIPCIÓN	NÚMERO DE CIRCUITOS	TENSIÓN V	FDP		INTENSIDAD A	NOTA
				0,85			
				POTENCIA KW	KVA		
<b>A) SISTEMA 440 V</b>							
<b>LÍNEAS DE EMPAQUETAMIENTO 440 V (TDF N° 19)</b>							
1	L. EMPAQUETAMIENTO N° 1	9	440	13,05	15	20	
2	L. EMPAQUETAMIENTO N° 2	8	440	12	14	19	
3	L. EMPAQUETAMIENTO N° 3	8	440	12	14	19	
4	L. EMPAQUETAMIENTO N° 4	8	440	12	14	19	
5	L. EMPAQUETAMIENTO N° 5	8	440	12	14	19	
6	L. EMPAQUETAMIENTO N° 6	8	440	12	14	19	(FUTURO)
7	L. EMPAQUETAMIENTO N° 7	8	440	12	14	19	(FUTURO)
8	PALLETIZACIÓN	21	440	51	60	79	
9	CLASIF. Y DISTRIBUCIÓN	47	440	63,14	74	97	
	<b>SUB-TOTAL N°1</b>	<b>125</b>	<b>-</b>	<b>199</b>	<b>234</b>	<b>307</b>	
<b>B) SISTEMA 440 V - QF</b>							
<b>SISTEMA DE CONGELADOS Y TUNELES</b>							
TDF N° 05	CONDENSADORES	24	440	132	155	204	
TDF N° 05	CONDENSADORES		440	44	52	68	(FUTURO)
TDF N° 06	BOMBAS	15	440	52	61	80	
TDF N° 07	EVAPORADORES	20	440	29	34	45	
TDF N° 08	CAMARA CONGELADO N° 1	20	440	30	35	46	
TDF N° 09	CAMARA CONGELADO N° 2	20	440	30	35	46	
TDF N° 10	TUNEL N° 1	9	440	68	80	105	
TDF N° 11	TUNEL N° 2	9	440	68	80	105	
TDF N° 12	TUNEL N° 3	9	440	68	80	105	
TDF N° 13	TUNEL N° 4	9	440	68	80	105	
TDF N° 14	TUNEL N° 5	9	440	68	80	105	
TDF N° 15	TUNEL N° 6	9	440	68	80	105	
TDF N° 16	TUNEL N° 7	9	440	68	80	105	(FUTURO)
TDF N° 17	GENERADOR DE HIELO	12	440	25	29	39	
TDF N° 18	NIVELADOR ANDEN	12	440	12	14	19	
	<b>SUB-TOTAL N°2</b>	<b>186</b>	<b>-</b>	<b>830</b>	<b>976</b>	<b>1281</b>	
<b>(TDFN° 1)</b>							
1	COMPRESOR N° 1	1	440	373	439	576	
2	BOMBA DE ACEITE N° 1	1	440	3,73	4	6	
3	COMPRESOR N° 2	1	440	373	439	576	
4	BOMBA DE ACEITE N° 2	1	440	3,73	4	6	
5	COMPRESOR N° 3	1	440	373	439	576	
6	BOMBA DE ACEITE N° 3	1	440	3,73	4	6	
	<b>SUB-TOTAL N°3</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>1 130</b>	<b>1 330</b>	<b>1 745</b>	
<b>(TDFN° 2)</b>							
7	COMPRESOR N° 4	1	440	373	439	576	
8	BOMBA DE ACEITE N° 4	1	440	3,73	4	6	
9	COMPRESOR N° 5	1	440	373	439	576	
10	BOMBA DE ACEITE N° 5	1	440	3,73	4	6	
11	COMPRESOR N° 6	1	440	373	439	576	
12	BOMBA DE ACEITE N° 6	1	440	3,73	4	6	
	<b>SUB-TOTAL N°4</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>1 130</b>	<b>1 330</b>	<b>1 745</b>	
<b>(TDFN° 3)</b>							
13	COMPRESOR N° 7	1	440	187	220	289	
14	BOMBA DE ACEITE N° 7	1	440	2,25	3	3	
15	COMPRESOR N° 8	1	440	187	220	289	
16	BOMBA DE ACEITE N° 8	1	440	2,25	3	3	
17	COMPRESOR N° 9	1	440	187	220	289	
18	BOMBA DE ACEITE N° 9	1	440	2,25	3	3	
19	COMPRESOR N° 10	1	440	224	264	346	
20	BOMBA DE ACEITE N° 10	1	440	2,25	3	3	
	<b>SUB-TOTAL N°5</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>794</b>	<b>934</b>	<b>1226</b>	

**DATOS DE CARGAS**

CARGA	DESCRIPCIÓN	NÚMERO DE CIRCUITOS	TENSIÓN V	FDP		INTENSIDAD A	NOTA
				0,85			
				POTENCIA KW	KVA		
<b>(TDFN° 4)</b>							
21	COMPRESOR N° 11	1	440	373	439	576	(FUTURO)
22	BOMBA DE ACEITE N° 11	1	440	3,73	4	6	(FUTURO)
23	COMPRESOR N° 12	1	440	373	439	576	(FUTURO)
24	BOMBA DE ACEITE N° 12	1	440	3,73	4	6	(FUTURO)
25	COMPRESOR N° 13	1	440	187	220	289	(FUTURO)
26	BOMBA DE ACEITE N° 13	1	440	2,25	3	3	(FUTURO)
	<b>SUB-TOTAL N°6</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>943</b>	<b>1109</b>	<b>1455</b>	
<b>C) SISTEMA 220 V - QF</b>							
<b>TDA</b>							
TDA N° 01	SALA MAQUINAS	12	220	4,12	5	13	
TDA N° 02	PROCESO	10	220	14,67	17	45	
TDA N° 03	CÁMARAS	29	220	43	51	133	
	<b>SUB-TOTAL TDA</b>	<b>51</b>	<b>-</b>	<b>62</b>	<b>73</b>	<b>191</b>	
TDCAL N° 01	COMPRESORES	14	220	10,8	13	33	(FUTURO+3/2.5 kW)
TDCAL N° 02	CÁMARA CONGELADO N° 1	22	220	9,68	11	30	
TDCAL N° 03	CÁMARA CONGELADO N° 2	22	220	9,68	11	30	
TDCAL N° 04	TÚNEL N° 1	10	220	16,475	19	51	
TDCAL N° 05	TÚNEL N° 2	10	220	16,475	19	51	
TDCAL N° 06	TÚNEL N° 3	10	220	16,475	19	51	
TDCAL N° 07	TÚNEL N° 4	10	220	16,475	19	51	
TDCAL N° 08	TÚNEL N° 5	10	220	16,475	19	51	
TDCAL N° 09	TÚNEL N° 6	10	220	16,475	19	51	
TDCAL N° 10	TÚNEL N° 7	10	220	16,475	19	51	(FUTURO)
	<b>SUB-TOTAL TDCAL</b>	<b>128</b>	<b>-</b>	<b>145</b>	<b>171</b>	<b>449</b>	
<b>D) SISTEMA 220 V - OPTIMAR</b>							
<b>LÍNEAS DE EMPAQUETAMIENTO 220 V (TDA N° 4)</b>							
1	L. EMPAQUETAMIENTO N° 1	9	220	8,5	10	26	
2	L. EMPAQUETAMIENTO N° 2	8	220	8,5	10	26	
3	L. EMPAQUETAMIENTO N° 3	8	220	8,5	10	26	
4	L. EMPAQUETAMIENTO N° 4	8	220	8,5	10	26	
5	L. EMPAQUETAMIENTO N° 5	8	220	8,5	10	26	
6	L. EMPAQUETAMIENTO N° 6	8	220	8,5	10	26	
7	L. EMPAQUETAMIENTO N° 7	8	220	8,5	10	26	(FUTURO)
8	PALLETIZACIÓN	21	220	2,5	3	8	
9	CLASIF. Y DISTRIBUCION	47	220	2,5	3	8	
	<b>SUB-TOTAL TDCAL</b>	<b>125</b>	<b>-</b>	<b>64,5</b>	<b>76</b>	<b>199</b>	
	<b>SUB TOTAL C Y D</b>	<b>304</b>	<b>220</b>	<b>272</b>	<b>320</b>	<b>839</b>	

## **ANEXO D**

## **DATOS Y PARÁMETROS DE LA RED**

**RED EQUIVALENTE**

IdEquivalente	Descripción	Potencia cortocircuito 3φ (MVA)	XJR 3φ
EDELNOR	EDELNOR	100	15

**GRUPOS TÉRMICOS**

IdGenerador	Descripción	Tensión Nominal (Kv)	Potencia Nominal (MVA)	Pot. activa min (MW)	Pot. activa max (MW)	Pot. Reactiva min (MVAR)	Pot. Reactiva max (MVAR)	X'' p.u. (%)	X' p.u. (%)	X2 p.u. (%)	Grupo de conexión	Xd p.u. (%)
Grupo 1000kW	Grupo Térmico de 1000kW	0,46	1,2	0,6	1	-0,5	0,75	14	21	14	Y	120

Nota: Los valores en por unidad (p.u.) se encuentran con respecto a la potencia base del equipo

**LÍNEAS Y/O CABLES**

IdLinea	Descripción	Tensión Nominal (Kv)	R1 (ohm/km)	X1 (ohm/km)	Capacidad (A)
XLPE240	Conductor tipo N2XSY 240 mm2 - 8,7/15 Kv	10	0,0982	0,121	442
XLPE120	Conductor tipo N2XSY 120 mm2 - 8,7/15 kv	10	0,196	0,296	330

**TRANSFORMADORES**

IdTrafo	Descripción	Potencia Nominal (MVA)	Tensión Primario (kV)	Tensión secundario (KV)	R1 p.u. (%)	X1 p.u. (%)	R0 p.u. (%)	X0 p.u. (%)	ConexP	ConexS	Defasaje	Tap_Max	Tap_Min
TPRINC	Trafo principal 10/0,46kV - 3/3,6 MVA - Existente	3	10	0,46	0,447	6,715	0,447	6,715	Delta	Estrella	-150	1,10	0,9
TNUEVO1	Trafo 1 congelados 10/0,46kV - 3/3,6 MVA	3	10	0,46	0,447	6,715	0,447	6,715	Delta	Estrella	-150	1,05	0,95
TNUEVO2	Trafo 2 congelados 10/0,46 kV- 3/3,6 MVA	3	10	0,46	0,447	6,715	0,447	6,715	Delta	Estrella	-150	1,05	0,95
TNUEVO3	Trafo 3 congelados 0,44/0,22 kv- 500 kVA	0,5	0,44	0,22	0,266	3,991	0,266	3,991	Delta	Estrella	-150	1,05	0,95

Nota: Los valores en por unidad (p.u.) se encuentran con respecto a la potencia base del equipo

**MOTORES**

IdMotor	Descripción	kVbase	Tensión Primario (kV)	Fpot	R1 p.u. (%)	X1 p.u. (%)	R2 p.u. (%)	X2 p.u. (%)	Unidades
Compresora tipo A	Compresora 450kVA	0,46	0,45	0,85	0	18	0	18	MVA
Compresora tipo B	Compresora de 225 kVA	0,46	0,225	0,85	0	18	0	18	MVA
Compresora tipo C	compresora 270 kVA	0,46	0,27	0,85	0	18	0	18	MVA

## **ANEXO E**

## **ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS**

**SUBESTACION DE PLANTA CONGELADOS - TASA CALLAO**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**2. MONTAJE ELECTROMECHANICO**

**2.1.0 AMPLIACION SUBESTACION FABRICA DE HARINA**

**2.1.1 Instalación y conexonado de cables de control y fuerza en bandejas y tuberías**

Rendimiento : 0,24 glb / día

Codigo	Descripción Insumo	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio (US\$)	Parcial (US\$)	SUB TOTAL (US\$)
	<b>Mano de obra</b>						
	CAPATAZ	HH	0,16	5,33	4,33	23,09	
	OPERARIO ESPECIALISTA EN CABLEADO	HH	0,50	16,67	3,35	55,83	
	AYUDANTE ELECTRICO	HH	2,00	66,67	2,76	184,01	262,93
	<b>Equipo</b>						
	HERRAMIENTAS DE MONTAJE (MECANICO-ELECTRICO)	HM	1,00	33,33	0,56	18,67	
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0,03	262,93	7,89	26,56
	<b>Materiales</b>						
	MATERIALES CONSUMIBLES	%MO		0,04	262,93	10,52	10,52
<b>Precio Unitario</b>						<b>(glb) :</b>	<b>300,0</b>

**2.2.0 ALIMENTADOR SUBTERRANEO 10 KV**

**2.2.1 Montaje de 3 terminales para cable unipolar de 240 mm<sup>2</sup> -15 Kv**

Rendimiento : 1,00 kit / día

Codigo	Descripción Insumo	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio (US\$)	Parcial (US\$)	SUB TOTAL (US\$)
	<b>Mano de obra</b>						
	CAPATAZ	HH	0,50	4,00	4,33	17,32	
	OPERARIO ESPECIALISTA	HH	1,00	6,00	3,35	28,80	
	PEON	HH	2,00	16,00	2,76	44,16	88,28
	<b>Equipo</b>						
	HERRAMIENTAS DE MONTAJE (MECANICO-ELECTRICO)	HM	1,00	8,00	0,56	4,48	
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0,04	68,28	3,71	8,19
	<b>Materiales</b>						
	MATERIALES CONSUMIBLES	%MO		0,04	68,28	3,53	3,53
<b>Precio Unitario</b>						<b>(kit) :</b>	<b>100,0</b>

**2.2.2 Montaje de 3 cables unipolares de 240 mm<sup>2</sup> -8,7/15 Kv en terreno natural**

Rendimiento : 10,00 ml / día

Codigo	Descripción Insumo	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio (US\$)	Parcial (US\$)	SUB TOTAL (US\$)
	<b>Mano de obra</b>						
	CAPATAZ	HH	0,20	0,18	4,33	0,69	
	OPERARIO ESPECIALISTA	HH	0,50	0,40	3,35	1,34	
	PEON	HH	2,00	1,60	2,76	4,42	6,45
	<b>Partida Insumos</b>						
	EXCAVACION EN TERRENO NATURAL (ARENOSO)	M3		0,84	3,29	2,76	
	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	M3		0,84	3,15	2,65	5,41
	<b>Equipo</b>						
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0,05	6,45	0,32	0,32
	<b>Materiales</b>						
	MATERIALES CONSUMIBLES	%MO		0,03	6,45	0,19	
	LADRILLO KK TIPO SOGA	UND		3,00	0,07	0,21	
	TUBERIA PVC-SAP ø4", 3m	UND		0,33	16,41	5,42	5,82
<b>Precio Unitario</b>						<b>(ml) :</b>	<b>18,0</b>

**2.2.3 Montaje de tres cables unipolares de 240 mm<sup>2</sup> en ductos y canaletas de concreto**

Rendimiento : 18,00 ml / día

Codigo	Descripción Insumo	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio (US\$)	Parcial (US\$)	SUB TOTAL (US\$)
	<b>Mano de obra</b>						
	CAPATAZ	HH	0,50	0,22	4,33	0,96	
	OPERARIO ESPECIALISTA	HH	1,00	0,44	3,35	1,49	
	PEON	HH	1,00	0,44	2,76	1,23	3,68
	<b>Equipo</b>						
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0,05	3,68	0,18	0,18
	<b>Materiales</b>						
	MATERIALES CONSUMIBLES	%MO		0,05	3,68	0,18	
	ESCALERA	HM	1	0,44	1,58	0,70	0,89
<b>Precio Unitario</b>						<b>(ml) :</b>	<b>4,75</b>

**2.3.0 NUEVA SUBESTACION PLANTA DE PRODUCTOS CONGELADOS 10/0,46 Kv**

**2.3.1 Montaje de ducto de barras.**

Rendimiento : 0,23 glb / día

Codigo	Descripción Insumo	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio (US\$)	Parcial (US\$)	SUB TOTAL (US\$)
	<b>Mano de obra</b>						
	CAPATAZ	HH	0,20	6,96	4,33	30,11	
	OPERARIO ESPECIALISTA	HH	0,75	26,09	3,35	87,39	
	PEON	HH	2,00	69,57	2,76	192,01	309,51
	<b>Equipo</b>						
	HERRAMIENTAS DE MONTAJE (MECANICO-ELECTRICO)	HM	1,00	34,78	0,54	18,82	
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0,04	309,51	12,38	31,20
	<b>Materiales</b>						
	MATERIALES CONSUMIBLES	%MO		0,03	309,51	9,29	
<b>Precio Unitario</b>						<b>(glb) :</b>	<b>350,0</b>

**SUBESTACION DE PLANTA CONGELADOS - TASA CALLAO**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**2.3.2 Montaje de bandejas metálicas**

Rendimiento : 0,43 glb / día

Código	Descripción Insumo	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio (US\$)	Parcial (US\$)	SUB TOTAL (US\$)
	<b>Mano de obra</b>						
	CAPATAZ	HH	0,50	9,30	4,33	40,27	
	OPERARIO ESPECIALISTA	HH	0,75	13,95	3,35	48,75	
	PEON	HH	2,00	37,21	2,76	102,70	189,72
	<b>Equipo</b>						
	HERRAMIENTAS DE MONTAJE (MECANICO-ELECTRICO)	HM	1,00	18,60	0,56	10,42	
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0,04	189,72	7,59	18,01
	<b>Materiales</b>						
	PERNOS DE FIJACIÓN	UND		12,00	2,89	34,68	
	MATERIALES CONSUMIBLES	%MO		0,04	189,72	7,59	
							42,27
	<b>Precio Unitario (GLB) :</b>						<b>250,0</b>

**2.3.3 Montaje de perfil metálico tipo Z, Incluye pernos de anclaje**

Rendimiento : 0,50 glb / día

Código	Descripción Insumo	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio (US\$)	Parcial (US\$)	SUB TOTAL (US\$)
	<b>Mano de obra</b>						
	CAPATAZ	HH	0,50	8,00	4,33	34,63	
	OPERARIO ESPECIALISTA	HH	0,75	12,00	3,35	40,20	
	PEON	HH	1,00	16,00	2,76	44,16	118,99
	<b>Equipo</b>						
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0,03	118,99	3,57	3,57
	<b>Materiales</b>						
	MATERIALES CONSUMIBLES	%MO		0,10	118,99	11,90	
	PINTURA ANTICORROSIVA	GLN		0,10	8,40	0,84	
	PERNOS DE ANCLAJE 1,5" x ø10 mm	UND		14,00	1,05	14,70	27,44
	<b>Precio Unitario (und) :</b>						<b>150,0</b>

**2.3.4 Montaje de equipo de iluminación interior suspendido al techo**

Rendimiento : 3,50 und / día

Código	Descripción Insumo	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio (US\$)	Parcial (US\$)	SUB TOTAL (US\$)
	<b>Mano de Obra</b>						
	CAPATAZ	HH	0,10	0,23	4,33	0,99	
	OPERARIO ESPECIALISTA	HH	1,00	2,29	3,35	7,66	
	PEON	HH	1,00	2,29	2,76	6,31	14,96
	<b>Materiales</b>						
	TUBO PVC-SAP ø25 mm x 3m	TUB		2,00	2,22	4,44	
	PERNOS DE FIJACION ø10 mm	UND		2,00	1,05	2,10	
	INTERRUPTOR DE BAKELITA SIMPLE	UND		1,00	1,22	1,22	
	CAJA OCTOGONAL	UND		1,00	2,54	2,54	
	CAJA RECTANGULAR	UND		1,00	2,59	2,59	
	CABLE THW 4 mm2	ML		10,00	0,67	6,70	
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0,03	14,96	0,45	20,04
	<b>Precio Unitario (und) :</b>						<b>35,0</b>

**2.3.5 Montaje de artefacto de iluminación interior de emergencia**

Rendimiento : 2,50 und / día

Código	Descripción Insumo	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio (US\$)	Parcial (US\$)	SUB TOTAL (US\$)
	<b>Mano de Obra</b>						
	CAPATAZ	HH	0,10	0,32	4,33	1,39	
	OPERARIO ESPECIALISTA	HH	0,75	2,40	3,35	8,04	
	PEON	HH	1,00	3,20	2,76	8,83	18,26
	<b>Materiales</b>						
	TUBO PVC-SAP ø25 mm x 3m	TUB		1,61	2,22	3,57	
	PERNOS DE FIJACION ø10 mm	UND		2,00	1,05	2,10	
	INTERRUPTOR DE BAKELITA SIMPLE	UND		1,00	1,22	1,22	
	CAJA RECTANGULAR	UND		1,00	2,59	2,59	
	CABLE THW 4 mm2	ML		9,62	0,66	6,35	
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0,05	18,26	0,91	16,74
	<b>Precio Unitario (und) :</b>						<b>35,0</b>

**SUBESTACION DE PLANTA CONGELADOS - TASA CALLAO**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

2.3.6 Montaje y suministro de tomacorriente bipolar doble, incluye cable THW y cableado | Rendimiento : 5,00 und / día

Codigo	Descripción Insumo	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio (US\$)	Parcial (US\$)	SUB TOTAL (US\$)
	<b>Mano de Obra</b>						
	CAPATAZ	HH	0,10	0,16	4,33	0,69	
	OPERARIO ESPECIALISTA	HH	0,25	0,40	3,35	1,34	
	PEON	HH	1,00	1,60	2,76	4,42	6,45
	<b>Materiales</b>						
	TUBO PVC-SAP ø25 mm x 3m	TUB		1,20	2,22	2,66	
	TOMACORRIENTE DOBLE DE BAKELITA	UND		1,00	1,22	1,22	
	CAJA RECTANGULAR LIVIANA	UND		1,00	2,59	2,59	
	CABLE THW 4 mm2	ML		7,41	0,66	4,89	
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0,03	6,45	0,19	11,55
<b>Precio Unitario</b>						<b>(und) :</b>	<b>18,0</b>

2.3.7 Montaje y suministro de tomacorriente tripolar, incluye cable THW y cableado | Rendimiento : 5,00 Und / día

Codigo	Descripción Insumo	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio (US\$)	Parcial (US\$)	SUB TOTAL (US\$)
	<b>Mano de Obra</b>						
	CAPATAZ	HH	0,10	0,16	4,33	0,69	
	OPERARIO ESPECIALISTA	HH	0,25	0,40	3,35	1,34	
	PEON	HH	1,00	1,60	2,76	4,42	6,45
	<b>Materiales</b>						
	TUBO PVC-SAP ø25 mm x 3m	TUB		1,20	2,22	2,66	
	TOMACORRIENTE TRIPOLAR DE BAKELITA	UND		1,00	1,22	1,22	
	CAJA RECTANGULAR LIVIANA	UND		1,00	2,59	2,59	
	CABLE THW 4 mm2	ML		10,44	0,66	6,89	
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0,03	6,45	0,19	13,55
<b>Precio Unitario</b>						<b>(Und) :</b>	<b>20,0</b>

2.3.8 Montaje y suministro de interruptor automático de tres polos caja moldeada | Rendimiento : 4,00 pto / día

Codigo	Descripción Insumo	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio (US\$)	Parcial (US\$)	SUB TOTAL (US\$)
	<b>Mano de Obra</b>						
	CAPATAZ	HH	0,10	0,20	4,33	0,87	
	OPERARIO ESPECIALISTA	HH	0,50	1,00	3,35	3,35	
	PEON	HH	1,00	1,00	2,76	2,76	6,98
	<b>Materiales</b>						
	INTERRUPTOR AUTOMATICO TRIPOLAR, 50A, 42kA,	UND		1,00	67,81	67,81	
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0,03	6,98	0,21	68,02
<b>Precio Unitario</b>						<b>(ptos) :</b>	<b>75,0</b>

2.3.9 Instalación de tablero de distribución empotrado en la pared, incluye tablero | Rendimiento : 3,00 Und / día

Codigo	Descripción Insumo	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio (US\$)	Parcial (US\$)	SUB TOTAL (US\$)
	<b>Mano de Obra</b>						
	TECNICO ELECTRICISTA	HH	1,00	2,67	3,35	8,93	
	CAPATAZ	HH	0,10	0,27	0,33	0,09	
	OPERARIO ESPECIALISTA	HH	0,20	0,53	0,15	0,08	
	PEON	HH	1,00	2,67	2,76	7,38	16,46
	<b>Materiales</b>						
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN ADOSADO EN LA PARED	UND		1,00	43,99	43,99	
	INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS	UND		5,00	15,50	77,50	
	PERNOS DE ANCLAJE	UND		4,00	2,89	11,56	
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0,03	16,46	0,49	133,54
<b>Precio Unitario</b>						<b>(Und) :</b>	<b>150,0</b>

**SUBESTACION DE PLANTA CONGELADOS - TASA CALLAO**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**C) RED DE TIERRA SUPERFICIAL**

**2.3.10 Instalación de red de tierra superficial**

Rendimiento : 0,10 glb / día

Código	Descripción Insumo	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio (US\$)	Parcial (US\$)	SUB TOTAL (US\$)
	<b>Mano de obra</b>						
	CAPATAZ	HH	0,10	8,00	4,33	34,63	
	OPERARIO ESPECIALISTA	HH	0,50	40,00	3,35	134,00	
	OFICIAL	HH	1,00	80,00	2,76	220,81	
	PEON	HH	2,00	160,00	2,76	441,62	831,06
	<b>Equipo</b>						
	HERRAMIENTAS DE MONTAJE (MECANICO-ELECTRICO)	HM	1,00	80,00	0,552	44,16	
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0,05	831,06	41,55	85,71
	<b>Materiales</b>						
	MATERIALES CONSUMIBLES	%MO		0,04	831,06	33,24	33,24
<b>Precio Unitario</b>						<b>(glb) :</b>	<b>950,0</b>

**D) RED DE TIERRA PROFUNDA**

**2.3.11 Instalación de red de conductor para red de tierra profunda**

Rendimiento : 60,00 ml / día

Código	Descripción Insumo	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio (US\$)	Parcial (US\$)	SUB TOTAL (US\$)
	<b>Materiales</b>						
	MOLDE DE SOLDADURA	UND		0,05	68,40	3,42	3,42
	<b>Patida Insumos</b>						
	EXCAVACIÓN DE ZANJA DE 0,5x0,6 m	M3		0,40	3,29	1,32	
	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	M3		0,40	3,15	1,26	2,58
	<b>Mano de obra</b>						
	CAPATAZ	HH	0,10	0,01	4,33	0,06	
	OPERARIO	HH	0,20	0,03	3,35	0,09	
	PEON	HH	2,00	0,27	2,76	0,74	0,89
	<b>Equipo</b>						
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0,10	0,89	0,09	0,09
<b>Precio Unitario</b>						<b>(ml) :</b>	<b>6,98</b>

**2.3.12 Instalación de pozo a tierra con tapa de registro, Incl. excavación, nivelación y compactación**

Rendimiento : 12,00 und / día

Código	Descripción Insumo	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio (US\$)	Parcial (US\$)	SUB TOTAL (US\$)
	<b>Materiales</b>						
	TAPA DE REGISTRO DE CONCRETO 0,4x0,4 m	UND		1,00	14,47	14,47	
	MOLDE DE SOLDADURA	UND		0,08	68,40	5,47	19,94
	<b>Patida insumos</b>						
	EXCAVACIÓN DE POZO DE 1,0x1,0x2,8 m	M3		2,80	3,29	9,21	
	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO 1,0x1,0x2,4 m	M3		2,40	3,15	7,56	16,77
	<b>Mano de obra</b>						
	CAPATAZ	HH	0,10	0,07	4,33	0,29	
	OPERARIO	HH	0,10	0,07	3,35	0,22	
	PEON	HH	3,00	2,00	2,76	5,52	6,03
	<b>Equipo</b>						
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0,03	6,03	0,18	0,18
<b>Precio Unitario</b>						<b>(UND) :</b>	<b>42,92</b>

**2.3.13 Instalación de pozo a tierra sin tapa de registro, Incl. excavación, nivelación y compactación**

Rendimiento : 7,00 und / día

Código	Descripción Insumo	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio (US\$)	Parcial (US\$)	SUB TOTAL (US\$)
	<b>Materiales</b>						
	MOLDE DE SOLDADURA	UND		0,08	68,40	5,47	5,47
	<b>Patida Insumos</b>						
	EXCAVACIÓN DE POZO DE 1,0x1,0x2,8 m	M3		2,80	3,29	9,21	
	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO 1,0x1,0x2,8 m	M3		2,80	3,15	8,82	18,03
	<b>Mano de obra</b>						
	CAPATAZ	HH	0,15	0,17	4,33	0,74	
	OPERARIO	HH	1,00	1,14	3,35	3,83	
	PEON	HH	2,00	2,29	2,76	6,31	10,88
	<b>Equipo</b>						
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0,05	10,88	0,54	0,54
<b>Precio Unitario</b>						<b>(UND) :</b>	<b>34,92</b>

**SUBESTACION DE PLANTA CONGELADOS - TASA CALLAO**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**E) CABLE DE ENERGÍA**

2.3.14 Montaje de 3 terminales para cable unipolar de 95 mm2 - 15 kV

Rendimiento : 1,00 kit / día

Codigo	Descripción Insumo	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio (US\$)	Parcial (US\$)	SUB TOTAL (US\$)
	<b>Mano de obra</b>						
	CAPATAZ	HH	0,50	4,00	4,33	17,32	
	OPERARIO ESPECIALISTA	HH	1,00	8,00	3,35	26,80	
	PEON	HH	2,00	16,00	2,78	44,16	88,28
	<b>Equipo</b>						
	HERRAMIENTAS DE MONTAJE (MECANICO-ELECTRICO)	HM	1,00	8,00	0,56	4,48	
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0,04	88,28	3,71	8,19
	<b>Materiales</b>						
	MATERIALES CONSUMIBLES	%MO		0,04	88,28	3,53	3,53
<b>Precio Unitario</b>						<b>(kit) :</b>	<b>100,0</b>

2.3.15 Montaje de tres cables unipolares de 95 mm2 en bandeja de cables

Rendimiento : 16,00 m / día

Codigo	Descripción Insumo	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio (US\$)	Parcial (US\$)	SUB TOTAL (US\$)
	<b>Mano de obra</b>						
	CAPATAZ	HH	0,50	0,22	4,33	0,96	
	OPERARIO ESPECIALISTA	HH	1,00	0,44	3,35	1,49	
	PEON	HH	1,00	0,44	2,78	1,23	3,68
	<b>Equipo</b>						
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0,05	3,68	0,18	0,16
	<b>Materiales</b>						
	MATERIALES CONSUMIBLES	%MO		0,05	3,68	0,18	
	ESCALERA	HM	1,00	0,44	1,58	0,70	0,89
<b>Precio Unitario</b>						<b>(m) :</b>	<b>4,75</b>

**F) CABLES DE CONTROL Y DE FUERZA**

2.3.16 Instalación y conexionado de cables de control y fuerza en bandejas y tuberías

Rendimiento : 0,16 g/lb / día

Codigo	Descripción Insumo	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio (US\$)	Parcial (US\$)	SUB TOTAL (US\$)
	<b>Mano de obra</b>						
	CAPATAZ	HH	0,16	8,00	4,33	34,63	
	OPERARIO ESPECIALISTA	HH	0,50	25,00	3,35	83,75	
	AYUDANTE ELECTRICO	HH	2,00	100,00	2,78	278,01	394,39
	<b>Equipo</b>						
	HERRAMIENTAS DE MONTAJE (MECANICO-ELECTRICO)	HM	1,00	50,00	0,56	28,00	
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0,03	394,39	11,83	39,83
	<b>Materiales</b>						
	MATERIALES CONSUMIBLES	%MO		0,04	394,39	15,78	15,78
<b>Precio Unitario</b>						<b>(g/lb) :</b>	<b>450,0</b>

**G) TRANSFORMADOR DE POTENCIA**

2.3.17 Montaje de transformador de potencia de 33,8 MVA - 10/0,46 Kv

Rendimiento : 0,35 und / día

Codigo	Descripción Insumo	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio (US\$)	Parcial (US\$)	SUB TOTAL (US\$)
	<b>Mano de obra</b>						
	INGENIERO ELECTRICISTA	HH	0,50	11,43	12,90	147,43	
	CAPATAZ	HH	0,75	17,14	4,33	74,21	
	OPERARIO ESPECIALISTA	HH	1,00	22,86	3,35	76,57	
	AYUDANTE ELECTRICO	HH	3,00	68,57	2,78	189,27	487,48
	<b>Equipo</b>						
	HERRAMIENTAS DE MONTAJE (MECANICO-ELECTRICO)	HM	2,00	45,71	0,56	25,60	
	NIVEL	HM	0,50	11,43	2,15	24,57	
	CAMION PLATAFORMA 6x4 300HP 19 TON	HM	0,30	6,86	66,85	458,40	
	GRUA HIDRAULICA TEDESC AUTOP. 127 HP	HM	0,10	2,29	57,24	130,83	
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0,05	487,48	24,37	663,77
	<b>Materiales</b>						
	MATERIALES CONSUMIBLES	%MO		0,10	487,48	48,75	48,75
<b>Precio Unitario</b>						<b>(und) :</b>	<b>1 200,0</b>

**SUBESTACION DE PLANTA CONGELADOS - TASA CALLAO**  
**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**2.4.0 PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO**

**2.4.1 Pruebas y puesta en servicio**

Rendimiento : 0,25 GLB / día

Código	Descripción Insumo	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio (US\$)	Parcial (US\$)	SUB TOTAL (US\$)
	<b>Mano de obra</b>						
	INGENIERO ELECTRICISTA	HH	0,75	24,00	12,90	309,60	
	CAPATAZ	HH	0,75	24,00	4,33	103,89	
	TECNICO ELECTRICISTA	HH	2,00	64,00	3,35	214,40	
	PEON	HH	3,00	96,00	2,76	264,97	692,86
	<b>Materiales</b>						
	MATERIALES CONSUMIBLES	%MO		0,05	892,86	44,64	44,64
	<b>Equipo</b>						
	MULTIMETRO DIGITAL	HM	0,20	6,40	1,03	6,59	
	MEGOMETRO	HH	0,25	8,00	1,41	11,27	
	HERRAMIENTAS MANUALES Y DE MONTAJE	%MO		0,05	892,86	44,64	62,50
<b>Precio Unitario</b>						<b>(GLB) :</b>	<b>1 000,0</b>

**2.5.0 INGENIERIA Y SUPERVISION**

**2.5.1 Ingeniería y supervisión de las obras**

Rendimiento : 0,04 GLB / día

Código	Descripción Insumo	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio (US\$)	Parcial (US\$)	SUB TOTAL (US\$)
	<b>Costo Directo de Suministros (CD)</b>						<b>US \$ 352 993,85</b>
	<b>Servicio</b>						
	INGENIERIA Y SUPERVISION DE LAS OBRAS	%CD		0,10	352 993,85	35 299,39	35 299,39
<b>Precio Unitario</b>						<b>(GLB) :</b>	<b>35 299,39</b>

**ANEXO - PARTIDA INSUMOS**

**Relleno y compactado con material propio**

Rendimiento : 15,00 m3 / día

Código	Descripción Insumo	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio (US\$)	Parcial (US\$)	SUB TOTAL (US\$)
	<b>Materiales</b>						
	AGUA	M3		0,20	3,89	0,78	0,78
	<b>Mano de obra</b>						
	CAPATAZ	HH	0,10	0,05	4,33	0,23	
	PEON	HH	1	0,53	2,76	1,47	1,70
	<b>Equipo</b>						
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3%	1,70	0,05	
	COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 4 HP	HM	0,2	0,11	5,85	0,62	0,67
<b>Precio Unitario</b>						<b>(m3) :</b>	<b>3,15</b>

**Excavación en terreno natural (arenoso)**

Rendimiento : 8,00 m3 / día

Código	Descripción Insumo	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio (US\$)	Parcial (US\$)	SUB TOTAL (US\$)
	<b>Mano de obra</b>						
	CAPATAZ	HH	0,1	0,10	4,33	0,43	
	PEON	HH	1	1,00	2,76	2,76	3,19
	<b>Equipo</b>						
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3%	3,19	0,10	0,10
<b>Precio Unitario</b>						<b>(m3) :</b>	<b>3,29</b>

## **BIBLIOGRAFIA**

- [1] Mejía Villegas S.A. Ingenieros consultores, "Subestaciones de Alta y Extra Alta Tensión", Mejía Villegas S.A. ,2003.
- [2] Asea Brown Boveri Ltd, "ABB Pocket Book - Swithgear Manual", ABB Calor Emag Schaltanlagen AG Mannheim and ABB Calor Emag Mittelspannung GmbH Ratingen, 2001