

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**ESTUDIO DEL PROYECTO DE UN SISTEMA DE UTILIZACIÓN
PRIMARIA EN 10 KV PARA UN EDIFICIO DE OFICINAS**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR:

ALEXANDER PETER, MACHUCA RODRIGUEZ

**PROMOCIÓN
2003 - I**

**LIMA – PERÚ
2008**

**ESTUDIO DEL PROYECTO DE UN SISTEMA DE UTILIZACIÓN
PRIMARIA EN 10 KV PARA UN EDIFICIO DE OFICINAS**

El presente informe está dedicado para aquellas personas que siempre me apoyaron y apoyan en forma incondicional, me refiero a mi querida familia, a mis padres José y María, y a mi hermano Raúl.

SUMARIO

El informe presenta en forma ordenada según criterio del autor los diferentes capítulos dentro de los cuales se dan ideas importantes para la comprensión y desarrollo de proyectos correspondientes a sistemas de utilización en media tensión.

Los capítulos y apartados que se abordarán son los siguientes:

- Capítulo I : En esta primera parte se dará una breve introducción, definiciones previas y los requerimientos y normas a cumplir.
- Capítulo II : Se mostrarán en este capítulo las consideraciones y criterios básicos que se han tenido en cuenta para la elaboración del proyecto. Los puntos que se estudiarán son los siguientes:
- Dimensionamiento y detalles civil y electromecánico de la subestación particular.
 - Dimensionamiento y detalles de instalación del alimentador en media tensión.
- Capítulo III : En esta parte mediante los cálculos eléctricos definiremos el alimentador de media tensión, la corriente de cortocircuito en las barras de nuestra subestación particular y el tipo de ventilación que requiere la subestación particular.
- Capítulo IV : El capítulo final está destinado a describir las especificaciones técnicas que deben cumplir los materiales y equipos que forman parte del proyecto, para su óptimo funcionamiento.

ÍNDICE

PRÓLOGO	1
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	
1.1 Antecedentes.....	2
1.2 Definiciones previas.....	3
1.3 Requerimientos y normas a tener en cuenta para la elaboración de proyectos.....	4
CAPÍTULO II: CRITERIOS BÁSICOS QUE SE HAN TENIDO EN CUENTA PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO	
2.1 Generalidades.....	6
2.2 Consideraciones.....	6
2.3 Cálculos para la selección de transformadores.....	8
2.4 Tipo de transformadores.....	10
2.5 Protección para el transformador.....	10
2.6 Diagrama unifilar general del proyecto.....	12
2.7 Detalles civil y electromecánico de la subestación particular.....	13
2.8 Malla de tierra.....	19
2.9 Detalles de instalación del alimentador de media tensión	22
CAPÍTULO III: CÁLCULOS ELÉCTRICOS	
3.1 Alcances previos... ..	24
3.2 Cálculos eléctricos para 10 kV.....	25
3.2.1 Selección del cable.....	25
a) Cálculo de la corriente nominal del sistema eléctrico.....	25
b) Por capacidad de conducción de corriente.....	25
c) Cálculo de la caída de tensión.....	26

	d) Corriente de cortocircuito para el cable.....	27
3.2.2	Cálculo de la lcc en la S.E. proyectada (barras 10 kV).....	28
3.3	Cálculos eléctricos para 22,9 kV.....	30
3.3.1	Selección del cable.....	30
	a) Cálculo de la corriente nominal del sistema eléctrico.....	30
	b) Por capacidad de conducción de corriente.....	30
	c) Cálculo de la caída de tensión.....	31
	d) Corriente de cortocircuito para el cable.....	32
3.3.2	Cálculo de la lcc en la S.E. proyectada (barras 22,9 kV).....	33
3.4	Cálculo de la ventilación.....	35
3.4.1	Formula para el cálculo de la ventilación natural (figura 3.3).....	36
3.4.2	Ventilación forzada del local (figura 3.4).....	36
3.4.3	Cálculo de la ventilación para el proyecto.....	37
3.4.4	Cálculo del ventilador.....	37

CAPÍTULO IV: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

4.1	Alcances previos.....	39
4.2	Especificaciones técnicas de materiales de la línea subterránea 10-22,9 kV.....	40
4.2.1	Cable de energía 10-22,9 kV tipo N2XSY.....	40
4.2.2	Zanja para instalación del cable.....	40
4.2.3	Cinta señalizadora.....	40
4.3	Subestación de transformación proyectada.....	41
4.3.1	Obra civil.....	41
4.3.2	Subestación de transformación.....	41
	a) Celda de llegada con interruptor de potencia.....	41
	b) Celda de salida con interruptor – seccionador y fusibles.....	43
	c) Celda de transformación (2 unidades).....	45
	d) Transformador de potencia.....	46
	e) Aisladores portabarras.....	48
	f) Puesta a tierra.....	49
	f) Equipos de protección y maniobra.....	50

CONCLUSIONES	53
ANEXOS	
ANEXO A.....	54
ANEXO B.....	56
ANEXO C.....	61
ANEXO D.....	65
ANEXO E.....	66
BIBLIOGRAFÍA	67

PRÓLOGO

Frente a las oportunidades de trabajo que tengo para desarrollar proyectos relacionados a sistemas de utilización en media tensión, en mi corta carrera profesional he adquirido cierta información y experiencia para desarrollar dichos proyectos, sin duda que sigo aprendiendo y desarrollándome en este campo.

Siendo de suma importancia la realización de dichos proyectos dado que mediante la aprobación de estos es posible el suministro de energía en media tensión para las empresas de mediana o gran potencia, es que decido realizar el presente informe.

Quiero dar a conocer en este estudio los criterios y normas que se deben de tener en cuenta, los cálculos que se necesitan realizar y las especificaciones técnicas que se deben de cumplir para que se desarrolle en forma óptima los proyectos de sistemas de utilización en media tensión.

Espero que este trabajo sea un aporte para aquellos ingenieros proyectistas que recién se inician en este campo, que genere discusión en cuanto a los puntos tratados y que los que revisen este trabajo sepan mejorarlo y publicarlo en beneficio de los jóvenes ingenieros proyectistas.

Doy un reconocimiento especial a los buenos compañeros que me supieron aconsejar y a las entidades laborales que me dieron la oportunidad de desarrollarme como persona y profesional.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1.- Antecedentes

En nuestro país actualmente se viene impulsando la industria y el comercio, este crecimiento va asociado a una mayor demanda de la energía eléctrica. Para poder satisfacer este aumento en la demanda de la electricidad es necesario ampliar los sistemas de energía eléctrica, los cuales se encargan de la producción, transporte y distribución de la electricidad hasta los distintos consumidores. Estos sistemas de energía eléctrica están formados por tres subsistemas:

- Sistema de generación: centrales que generan energía eléctrica a partir de energías primarias.
- Sistema de transmisión: se encarga de transportar a alta tensión la electricidad producida en las centrales de generación.
- Sistema de distribución: se encarga de distribuir la energía eléctrica entre los distintos consumidores.

Para abastecer energía eléctrica a empresas importantes como por ejemplo: edificios empresariales, centros comerciales, plantas industriales, hoteles, etc., es necesario que el concesionario de electricidad (encargado de distribuir la energía a los distintos consumidores como por ejemplo Luz del Sur, Edelnor, etc.) entregue la electricidad en media tensión, ya que el costo de la energía eléctrica en media tensión es menor en comparación con la de baja tensión.

Para que estas medianas y grandes empresas puedan transformar el voltaje de media tensión al voltaje de utilización (generalmente 220, 380 ó 440 V) es necesario que instalen en su predio una Subestación Eléctrica.

Para dotar suministro eléctrico en media tensión a un predio. Se requiere la elaboración de un proyecto correspondiente a Sistema de Utilización en media tensión.

Se quiere dar a conocer en el presente informe los criterios básicos que se han tenido en cuenta para la elaboración de un proyecto correspondiente a sistema de utilización en media tensión para un Edificio de Oficinas.

1.2.- Definiciones Previas

- Concesionario de Distribución de Energía Eléctrica: Es la persona natural o jurídica, nacional o extranjera, que desarrolla actividades de distribución de energía eléctrica en una zona de concesión establecida por el Ministerio de energía y Minas, cuya demanda supere los 500 kW.
- Conexiones de Media Tensión: Conjunto de dispositivos e instalaciones efectuadas a tensiones mayores a 1 kV. y menores de 30 kV, comprende: los dispositivos de maniobra y dispositivos de protección, el sistema de medición y elementos complementarios, la estructura de soporte o compartimiento que alberga los equipos, las barras y accesorios para la conexión eléctrica correspondiente.
- Conexiones de Baja Tensión: Conjunto de dispositivos e instalaciones efectuadas a tensiones hasta 1 kV comprende: la acometida y sus accesorios de conexión, instalación y fijación según corresponda, los dispositivos de maniobra y protección, la caja o cajas de conexión y el equipo de medición y accesorios complementarios.
- Punto de Diseño: Es el lugar asignado por el Concesionario a partir del cual se debe iniciar el proyecto del Sistema de Distribución o Sistema de Utilización en Media Tensión.
- Punto de Entrega: Para los suministros en media o baja tensión, se considera como punto de entrega el empalme de las instalaciones de propiedad del usuario y las instalaciones del Concesionario.
- Sistema de Utilización en Media Tensión: Es aquel constituido por el conjunto de instalaciones eléctricas de Media Tensión, comprendida desde el punto de entrega hasta los bornes de Baja Tensión del transformador, destinado a suministrar energía eléctrica a un predio.

Estas instalaciones pueden estar ubicadas en la vía pública o en propiedad privada, excepto la subestación, que siempre deberá instalarse en la propiedad del Interesado. Se entiende que quedan fuera de este concepto las electrificaciones para usos de vivienda y centros poblados.

- Suministro Eléctrico (suministro): Abastecimiento regular de energía eléctrica del Concesionario al usuario dentro del régimen establecido por la Ley de Concesiones Eléctricas y su Reglamento.
- Subestación de distribución: Conjunto de instalaciones para transformación y/o seccionamiento de la energía eléctrica que la recibe de una red de distribución primaria y la entrega a una red de distribución secundaria, instalaciones de alumbrado público, a otra red de distribución primaria o a usuarios alimentados a tensiones de distribución primaria o secundaria. Comprenden generalmente el transformador de potencia y los equipos de maniobra, protección y control, tanto en el lado primario como en el secundario, y eventualmente edificaciones para albergarlas.

Para mayor información relacionada con las Definiciones, ver la Norma DGE “Terminología en Electricidad” y para temas específicos las Normas DGE y las Normas Técnicas Peruanas

1.3.- Requerimientos y normas a tener en cuenta para la elaboración de proyectos

- a) Para elaborar proyectos correspondientes a Sistemas de Utilización en Media Tensión es necesario que el concesionario de electricidad otorgue el punto o los puntos de diseño.
- b) El Proyecto deberá cumplir con las exigencias técnicas de los dispositivos vigentes relacionados con el ámbito de la Distribución, siendo los relevantes los siguientes:
 - Decreto Ley N° 25844 “Ley de Concesiones Eléctricas” y su Reglamento.
 - Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos
 - Código Nacional Electricidad
 - Normas DGE “Terminología en Electricidad” y “Símbolos Gráficos en Electricidad”.
 - Condiciones técnicas indicadas en el documento del punto de diseño.

Reglamento Nacional de Edificaciones vigente
Ley de Protección del Medio Ambiente y Protección del Patrimonio
Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

CAPÍTULO II

CRITERIOS BÁSICOS QUE SE HAN TENIDO EN CUENTA PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

2.1.- Generalidades

El edificio de oficinas al cual se dotará de energía eléctrica en media tensión se encuentra ubicado en el distrito de San Isidro, provincia y departamento de Lima. Este edificio consta de quince pisos, cuatro sótanos y una azotea, donde los cuatro sótanos y los primeros cuatro pisos se han destinado para estacionamiento, mientras que los demás pisos superiores están destinados exclusivamente para oficinas.

En el presente proyecto correspondiente al sistema de utilización en media tensión estudiaremos los siguientes puntos:

- Dimensionamiento y detalles civil y electromecánico de la subestación particular.
- Dimensionamiento y detalles de instalación del alimentador en media tensión.

El diseño correspondiente al Sistema de Utilización, debe cumplir con los requisitos del Código Nacional de Electricidad, Ley de Concesiones Eléctricas (Decreto Ley N° 25844 y su reglamento D.S. 9-93-EM), el Reglamento Nacional de Edificaciones vigente y la Norma de procedimientos para la elaboración de Proyectos y Ejecución de obras en Sistemas de Distribución y Sistemas de Utilización en Media Tensión en zonas de Concesión de Distribución R.D. N° 018-2002-EM/DGE.

2.2.- Consideraciones

Para el desarrollo de un sistema de utilización apropiado, se hizo necesario de criterios básicos determinantes. Estos criterios están hechos sobre la base de las siguientes consideraciones:

- Seguridad. (relacionado con la seguridad de las personas y equipos)
- Confiabilidad. (capacidad para cumplir funciones predeterminadas)
- Simplicidad de operación. (proporciona el servicio que la carga requiere)
- Mantenimiento. (apropiado para la continuidad en el suministro de energía)
- Flexibilidad. (apto para aumentar o cambiar el sistema sin problemas)
- Costo. (necesario evaluar para que el proyecto sea eficiente)

Se requiere para la elaboración del proyecto los siguientes datos importantes como son:

- Potencia actual y futura.
- Tensión nominal actual y futura.
- Frecuencia
- Tipos de cargas y su aplicación
- Planos de arquitectura del predio
- Plano de ubicación
- Punto de diseño otorgado por el concesionario.
- Potencia de cortocircuito en el punto de alimentación.
- Tiempo de apertura de la protección de la compañía suministradora.

Uno de los aspectos importantes a los que se pone mayor atención en el diseño es el control adecuado de las fallas que se puedan producir en nuestro sistema de media tensión como son la sobrecarga, el cortocircuito, ya que estas pueden producir interrupciones de servicio y el riesgo de daño a personas, equipos e instalaciones.

Para la selección de los aparatos de protección contra estas fallas se requiere conocer de la corriente nominal, la corriente de cortocircuito en las barras de media tensión.

La corriente de cortocircuito en las barras de media tensión de la subestación particular está directamente relacionado con la corriente de cortocircuito en el punto de Alimentación otorgada por el concesionario. Es por ello la importancia de los datos proporcionados por el concesionario en el punto de alimentación.

En este proyecto Luz del Sur fijo el punto de diseño en 10 kV (a futuro 22.9 kV), y corresponde a la S.E Nº 1311, además indica en su documento de factibilidad los siguientes parámetros del sistema.

Pcc: 200 MVA. (10 kV)

Pcc: 290 MVA. (22.9 kV)

Ta : 0,2 seg.

Se muestra a continuación el punto de diseño y el recorrido de la red de media tensión desde la subestación particular hasta el punto de alimentación.

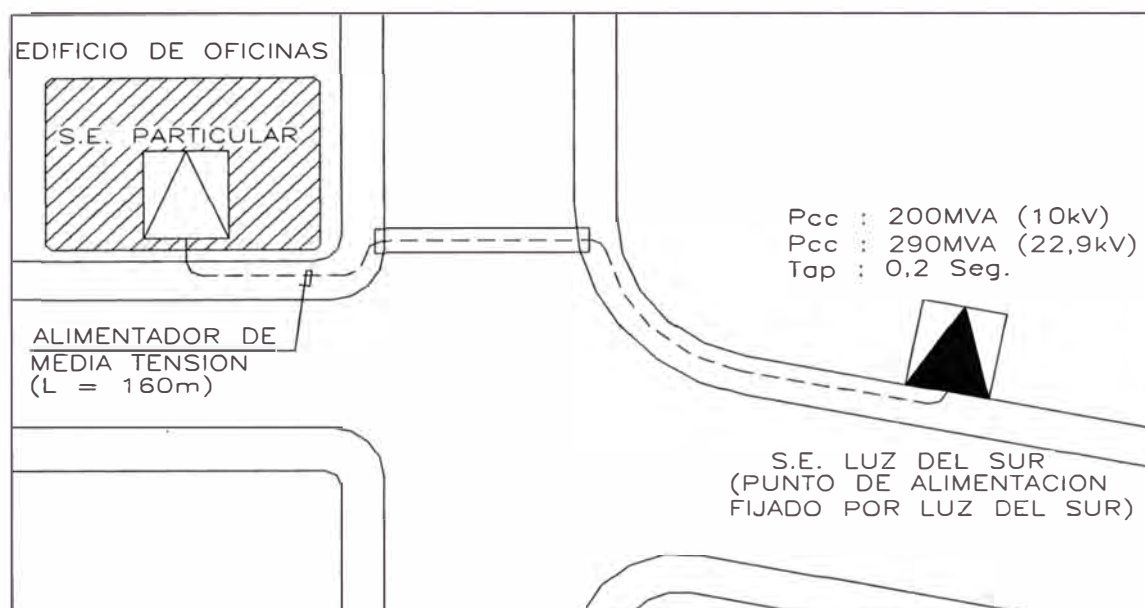


Fig. 2.1 Recorrido del alimentador de media tensión.

Una de las herramientas fundamentales que se usa durante la elaboración del diseño que incluye los principales componentes del sistema es el diagrama unifilar, que nos da una idea general del proyecto en si. En este diagrama unifilar se incluyen transformadores de potencia, cables, barras, celdas, dispositivos de protección (fusibles, relés, interruptores), transformadores de instrumento (potencial y corriente).

A continuación daremos algunos cálculos y recomendaciones para la selección de los equipos de la subestación particular.

2.3.- Cálculos para la selección de transformadores

El edificio tiene dos niveles de tensión en 440 V y 220 V, trifásico (3 fases más tierra), para el sistema de baja tensión. El sistema 440 V alimenta a los chillers y sus respectivas bombas y el sistema en 220 V atiende todas las cargas del edificio exceptuando las cargas de los chillers y sus bombas.

Del estudio de cargas del edificio se obtiene que la máxima demanda para las cargas de alumbrado, tomacorrientes y equipos de fuerza alimentados a 220 V es de 640 kW.

La determinación de la potencia del transformador que alimentará a estas cargas se calculará en función a la máxima demanda y considerando una reserva del 25%.

$$P_{\text{trafo}} = \frac{M.D.M}{0.8} * 1.25$$

$$P_{\text{trafo}} = \frac{640\text{kW}}{0.8} * 1.25 = 1000 \text{ kVA}$$

Por lo tanto se escoge un transformador de 1000 kVA con relación de transformación 10-22,9/0,23 KV y grupo de conexión Dyn5 (10 kV) o YNyn6 (22,9 kV). Que cubre los requerimientos de capacidad actual y futura para las cargas alimentadas a 220 V.

Del estudio de cargas del edificio, se obtiene también que la máxima demanda para las cargas de aire acondicionado alimentados a 440 V es de 370 kW.

La determinación de la potencia del transformador que alimentará a estas cargas se calculará en función a la máxima demanda y considerando una reserva del 25%.

$$P_{\text{trafo}} = \frac{M.D.M}{0.8} * 1.25$$

$$P_{\text{trafo}} = \frac{370\text{kW}}{0.8} * 1.25 = 578.1 \text{ kVA}$$

Por lo tanto se escoge un transformador de 630 kVA con relación de transformación 10-22,9/0,46 kV y grupo de conexión Dyn5 (10 kV) o YNyn6 (22,9 kV). Que cubre los requerimientos de capacidad actual y futura para las cargas alimentadas a 440 V.

Por lo tanto el proyecto contará con dos transformadores, uno de 1000 kVA para alimentar a las cargas de 220 V y el otro de 630 kVA para alimentar a las cargas de 440 V.

2.4.- Tipo de Transformadores

Para el proyecto se eligieron transformadores del tipo seco encapsulado en resina, destinado para instalaciones internas. Las razones por las cuales se eligieron transformadores del tipo seco que los de aceite son las siguientes:

- Resistencia a la combustión y capacidad de auto extinguirse cuando cesa la causa de la combustión.
- Tiempo y gastos de mantenimiento reducidos.
- Dimensiones reducidas
- Óptima resistencia a los esfuerzos dinámicos de cortocircuito.
- No se requiere previsiones por fuga de aceite.
- Sus pérdidas en el núcleo y en los bobinados son generalmente menores.
- El costo total (costo inicial + costo de utilización) a largo plazo es menor.

Normas a consultar:

CEI EN 60076-1, CEI EN 60076-2, CEI EN 60076-3 y CEI EN 60076-5.

2.5.- Protección para el transformador.

Para la maniobra de la red de media tensión, así como la conexión, la alimentación y la protección de los transformadores se utilizan las celdas modulares de media tensión. Las razones por las que se eligieron este tipo de celdas son:

- Facilidad en las tareas de manipulación e instalación debido a sus reducidas dimensiones y pesos.
- Sencillez y seguridad en la operación.
- Aislamiento integral en gas Sf₆ (gas que por sus excelentes propiedades aislantes es utilizado en aparatos de maniobra y protección).
- A prueba de arco interno, dando protección a las personas.

El conjunto de celdas modulares para el proyecto se componen de una celda de llegada, dos celdas de salida y dos celdas de remonte.

La celda de llegada está constituida de un interruptor automático de corte en vacío en serie con un seccionador de tres posiciones (conectado, seccionado y puesto a tierra). La celda además cuenta con un relé de protección con las funciones 50, 51, 50N, 51N.

(50,50N) relé de sobrecorriente instantánea, entre fases y de falla a tierra; (51,51N) relé de sobrecorriente temporizado, entre fases y de fase-tierra) los cuales dan la señal para la apertura del interruptor.

Todo el conjunto se utiliza para las maniobras de conexión, desconexión y protección general de la instalación.

La celda de salida está provista de un interruptor-seccionador de tres posiciones (conectado, seccionado y puesto a tierra, antes y después de los fusibles) y protección con fusibles limitadores. Se utiliza para las maniobras de conexión, desconexión y protección de los transformadores, además permite comunicarse con el embarrado del conjunto general de celdas.

La celda de remonte se utiliza para alojar los cables de acometida al embarrado del conjunto general de celdas, por la derecha o por la izquierda.

Una de las características eléctricas que deben satisfacer el interruptor y seccionadores es la corriente de cortocircuito, que dependerá del nivel de corriente de cortocircuito que tengamos en nuestras barras de media tensión. El cálculo de dicho parámetro se detalla mas adelante.

La protección de los transformadores contra cortocircuitos se realiza mediante fusibles instalados en las celdas de salida. El calibre de los fusibles a instalar depende de las características siguientes:

- Tensión de servicio.
- Potencia del transformador.
- Tecnología de los fusibles (fabricante).

Según catalogo del fabricante para un transformador de 1000 kVA la capacidad de los fusibles es: 100 A (para 10 kV) y 50 A (para 22.9 kV).

Según catalogo del fabricante para un transformador de 630 kVA la capacidad de los fusibles es: 63 A (para 10 kV) y 40 A (para 22.9 kV).

Se adjunta en anexos la tabla del fabricante.

Con estos datos, realizamos nuestro diagrama unifilar que nos permitirá dar un panorama más amplio de lo que queremos conseguir.

2.6.- Diagrama unifilar general del proyecto

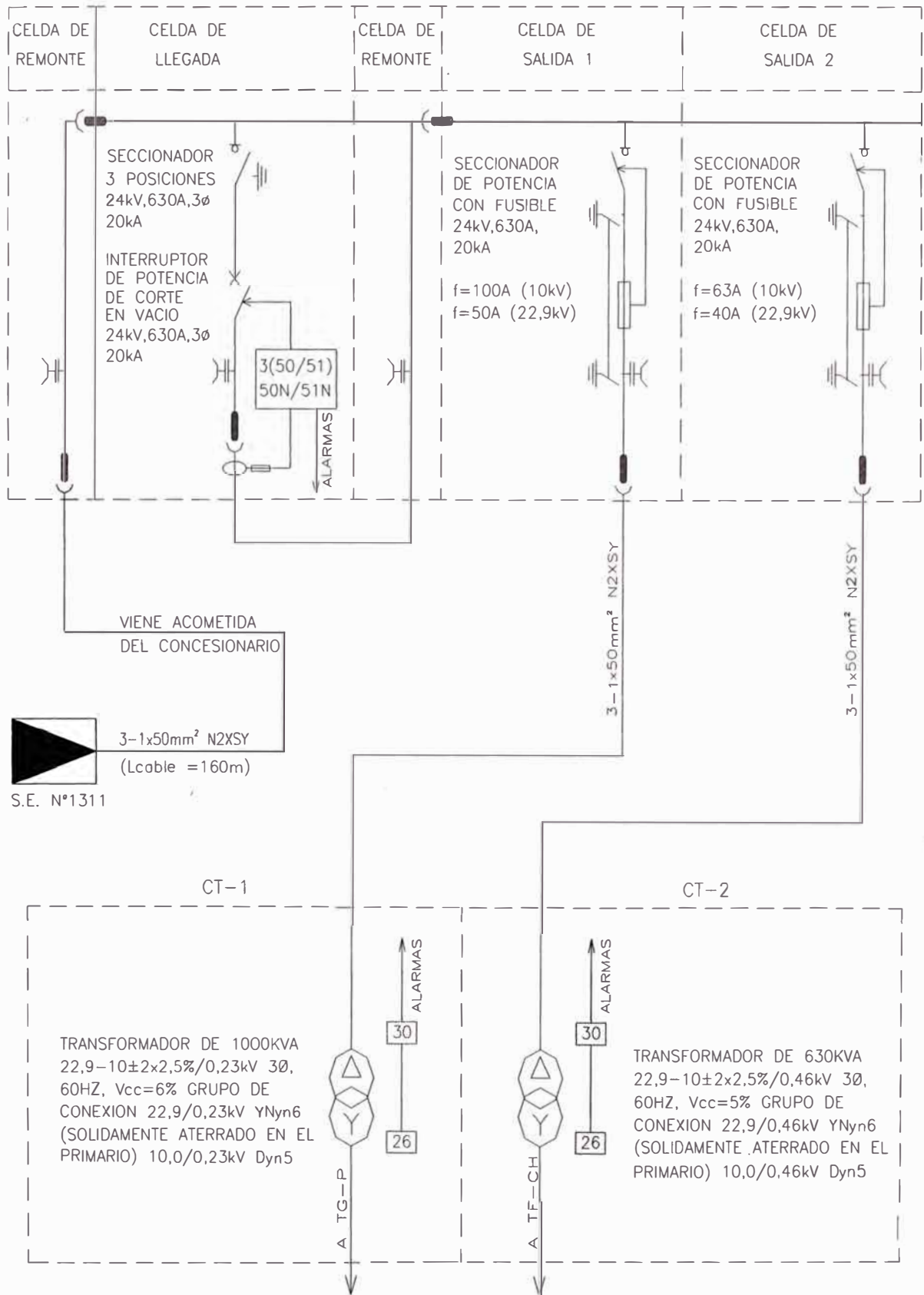


Fig. 2.2 Diagrama unifilar general.

El cálculo del cable alimentador y la corriente de cortocircuito para los equipos de protección se determinan en el capítulo III.

2.7.- Detalles civil y electromecánico de la subestación particular

Al desarrollar el diseño de la subestación se debe tener en cuenta las dimensiones de los equipos a instalar como son: los transformadores, celdas de media tensión, etc.

Las dimensiones de estos equipos lo encontramos en los catálogos del fabricante.

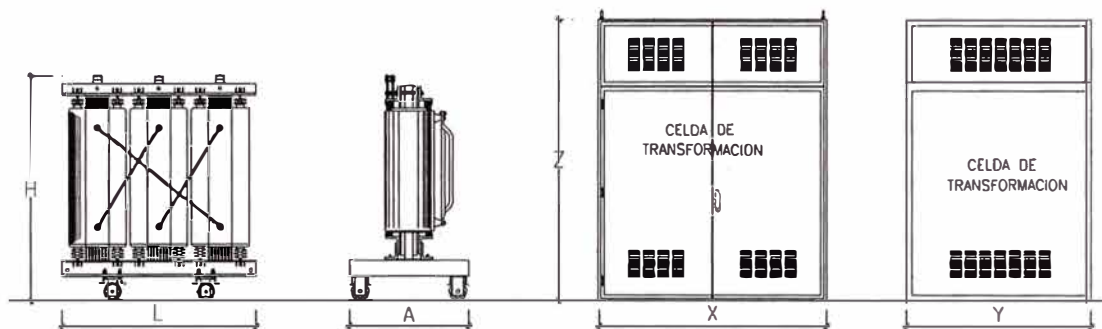


Fig. 2.3 Transformadores secos IP00 y envolventes metálicas (IP20-21-23-30-31)

Las dimensiones para un transformador seco de 1000 kVA sin envolvente metálica (IP00) (clase de aislamiento 24 kV) según catálogo adjunto son:

$L = 1550 \text{ mm}$, $A = 1000 \text{ mm}$, $H = 1800 \text{ mm}$.

Las dimensiones para un transformador seco de 630 kVA sin envolvente metálica (IP00) (clase de aislamiento 24 kV) según catálogo adjunto son:

$L = 1450 \text{ mm}$, $A = 850 \text{ mm}$, $H = 1600 \text{ mm}$.

Hay que considerar también que cada parte del transformador de resina posee tensión, por lo tanto, está absolutamente prohibido tocarlo cuando está en funcionamiento. Por este motivo, la máquina siempre tendrá que estar aislada y el transformador tiene que colocarse teniendo en cuenta la distancia de seguridad (indicada en la Tabla N° 2.1 según la tensión máxima de aislamiento U_m de la máquina y de la tipología de las paredes) desde las bobinas a las paredes o a la masa.

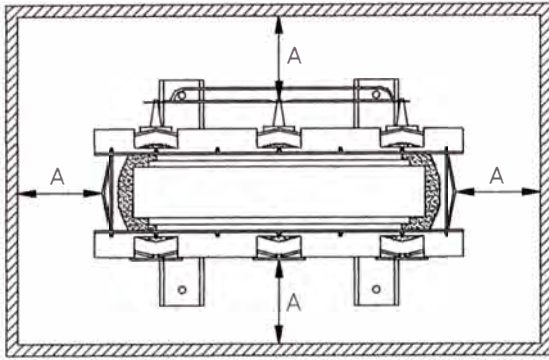


Fig. 2.4 Distancias de seguridad.

Tabla Nº 2.1 Distancias según Um

Um(kV)	A(mm) pared llena	A(mm) aparrillado
12	120	300
17,5	220	300
24	220	300
36	320	320

Las dimensiones de la envolvente metálica (IP20-21-23-30-31) para el transformador seco de 1000 kVA (clase de aislamiento 24 kV) según catalogo adjunto son:

X = 2300 mm, Y = 1250 mm, Z = 2300 mm.

Las dimensiones de la envolvente metálica (IP20-21-23-30-31) para el transformador seco de 630 kVA (clase de aislamiento 24 kV) según catalogo adjunto son:

X = 2050 mm, Y = 1150 mm, Z = 1800 mm.

También se debe tener en cuenta el espacio para las celdas de media tensión que contienen a los equipos de maniobra y protección. Según catalogo del fabricante tenemos las siguientes dimensiones:



Fig. 2.5 Celdas de media tensión.

Para la celda de remonte: L = 735mm, A = 365mm, H = 1740mm

Para la celda de llegada: L = 850mm, A = 480mm, H = 1740mm

Para la celda de salida: L = 850mm, A = 480mm, H = 1740mm

Una vez que se tienen todas las dimensiones se procede a realizar la distribución de los equipos para definir al área que se requiere para la subestación.

En el diseño la distribución de los equipos debe incluir espacios suficientes para el equipo, que brinden condiciones seguras y facilidades al personal para circulación de personal, instalación, operación y mantenimiento al equipo y debe proveerse de las protecciones y accesorios necesarios para la seguridad del personal y del propio equipo. Además se debe tener en cuenta que los equipos requieren de una adecuada ventilación.

Se muestra a continuación la distribución de los equipos y el cuarto (ubicado en el primer sótano del edificio) que se requiere para albergarlos.

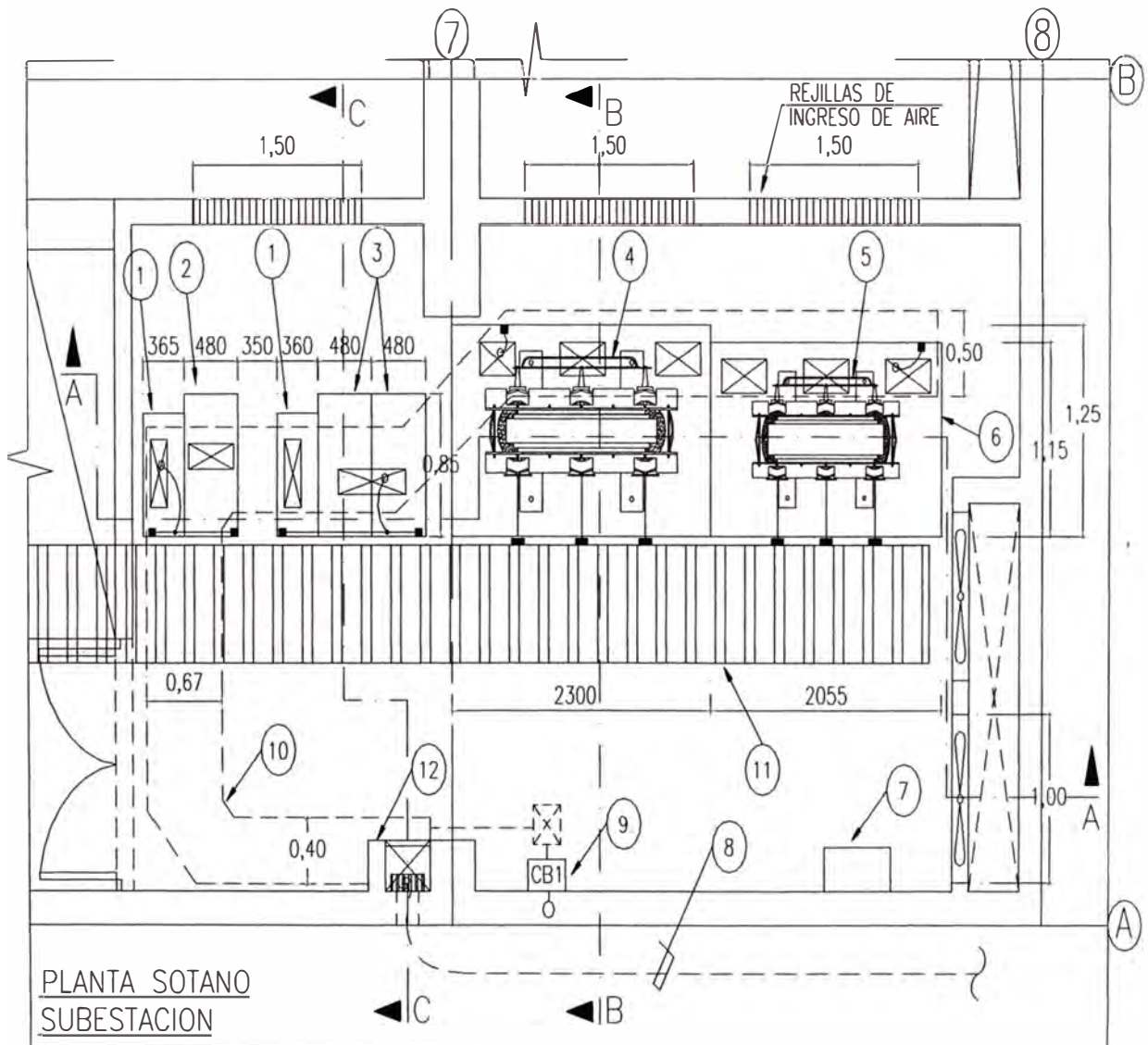


Fig. 2.6 Distribución de equipos en la sala de subestación.

Obsérvese en la tabla N° 2.2 Leyenda de equipamiento.

Tabla N° 2.2 Leyenda de equipamiento

1.- Celda de remonte	9.- Caja de borneras de tierra de M.T.
2.- Celda de llegada de media tensión	10.- Bandeja de M.T. tipo escalerilla
3.- Celda de salida de media tensión	11.- Bandeja de B.T. tipo escalerilla
4.- Transformador de 1000 kVA tipo seco	12.- Ducto para bajada de cable a sótano 2
5.- Transformador de 630 kVA tipo seco	13.- Extractor helicoidal
6.- Celda de protección del transformador	14.- Cable de energía a transformador 1 de 3-1x50 mm ² N2XSY 18/30 kV
7.- Gabinete metálico para guardar equipos de seguridad	15.- Cable de energía a transformador 2 de 3-1x50 mm ² N2XSY 18/30 kV
8.- Cable de energía de M.T. de 3-1x50 mm ² N2XSY 18/30 kV	16.- Conexión de cable de tierra 1x35 mm ² Cu des. con terminal empernable

La distribución física de los componentes en la subestación llámese transformadores, celdas de media tensión, bandejas para media tensión, gabinete metálico para guardar equipos de seguridad, caja de borneras de media tensión, rejillas para ingreso de aire, extractores, etc., de acuerdo a las dimensiones y espacios que se requieren para el normal funcionamiento nos define un área para la sala de 8 m x 4 m.

Como la altura que se dispone para la sala según la arquitectura es de máximo 3,2 m., entonces se decide que la acometida del cable hacia las celdas de media tensión sea por debajo del piso del primer sótano según como se muestra en la figura 2.8

Para el ingreso del cable de media tensión a la edificación se prevé en el muro un pase con 2 tuberías de 100 mmØ PVC-P y de este modo bajar por una bandeja tipo escalerilla ubicada en un ducto hasta llegar a una bandeja colgada del techo del segundo sótano del edificio y luego subir por un agujero en el piso del primer sótano a la celdas de media tensión de la subestación (ver figura 2.8 corte c-c).

La interconexión entre las celdas de llegada y salida se efectúa a través de una celda de remonte y cables de interconexión, las celdas de salida tienen conexión mediante barras. La interconexión entre las celdas de salida y las celdas de transformación se efectúa a través de cables 3 - 1 x 50 mm² N2XSY – 18 / 30 kV, mediante una bandeja portacables colgada del techo del segundo sótano tal como se muestra en la figura 2.7

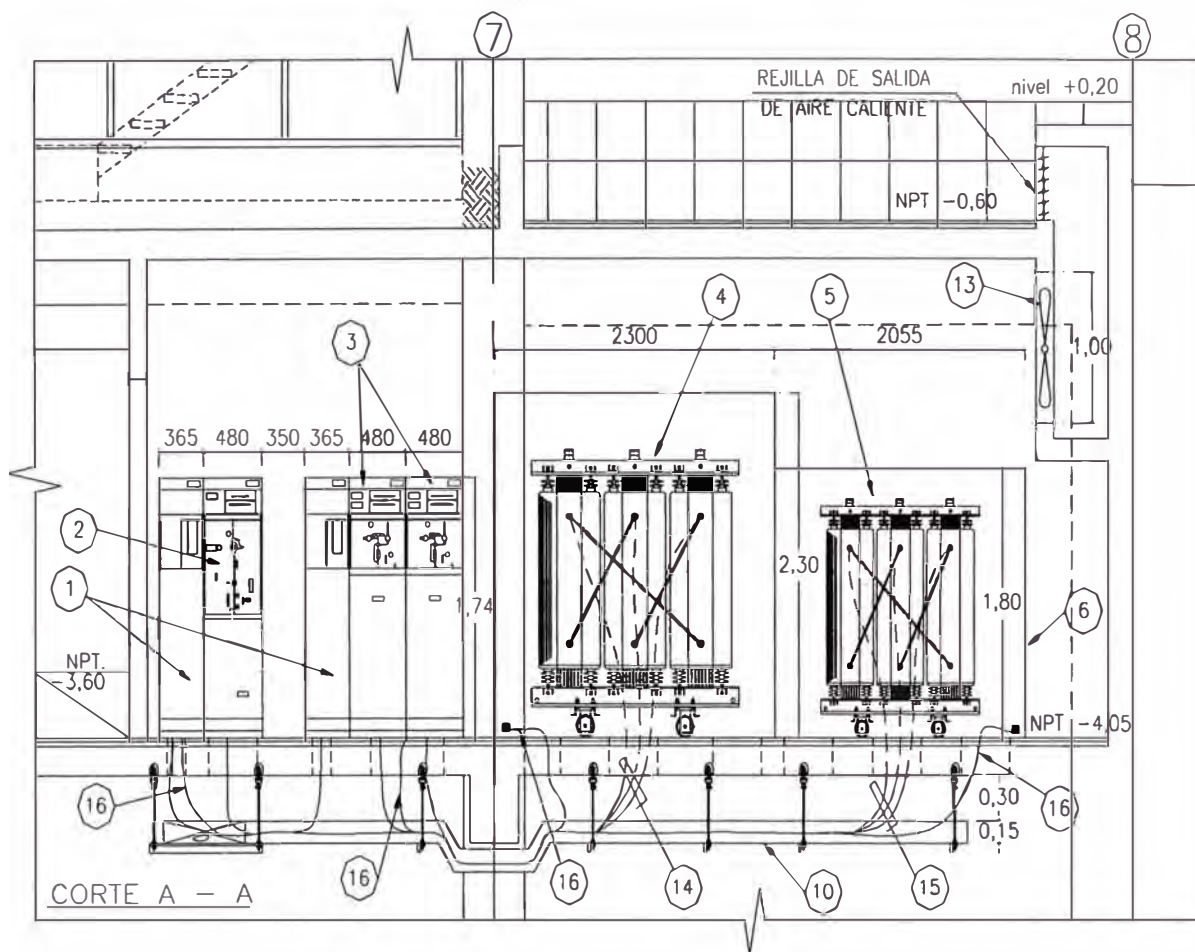
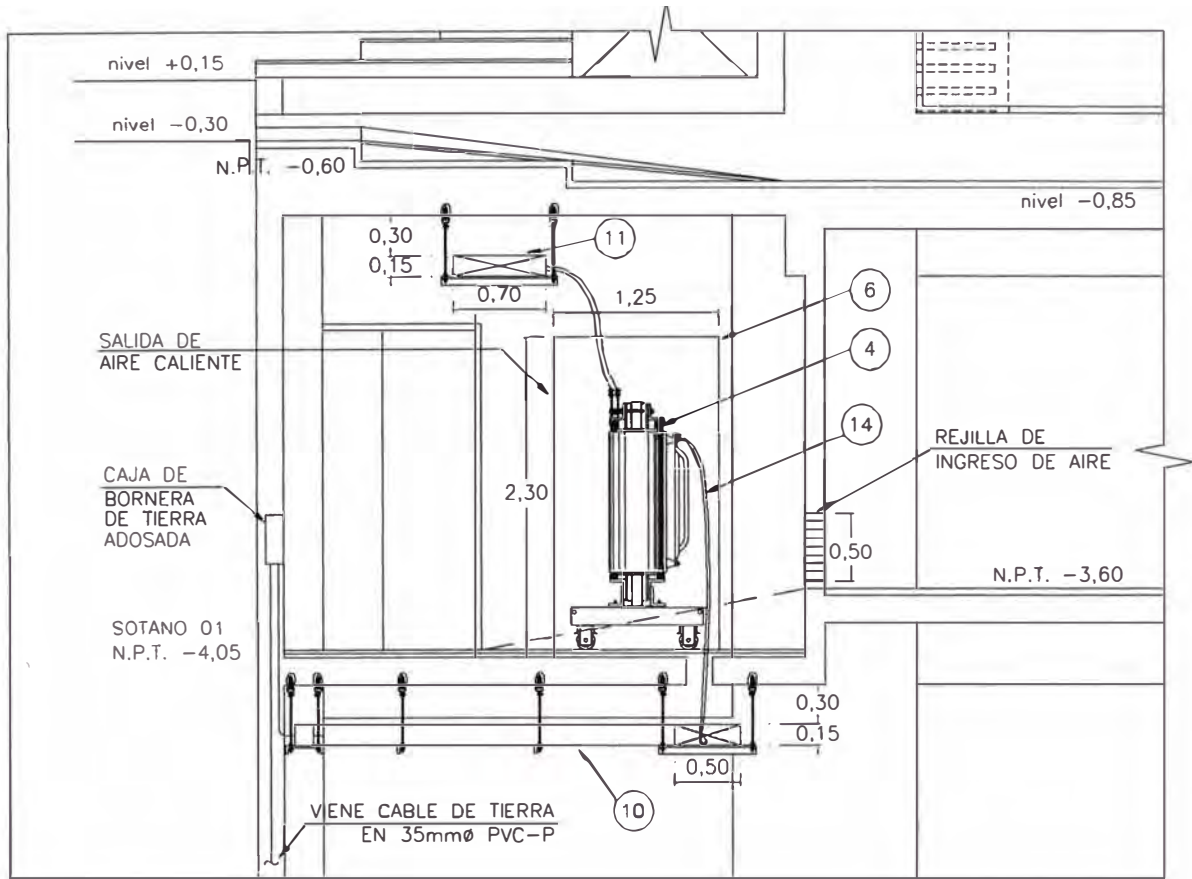


Fig. 2.7 Cortes en el cuarto de la subestación.

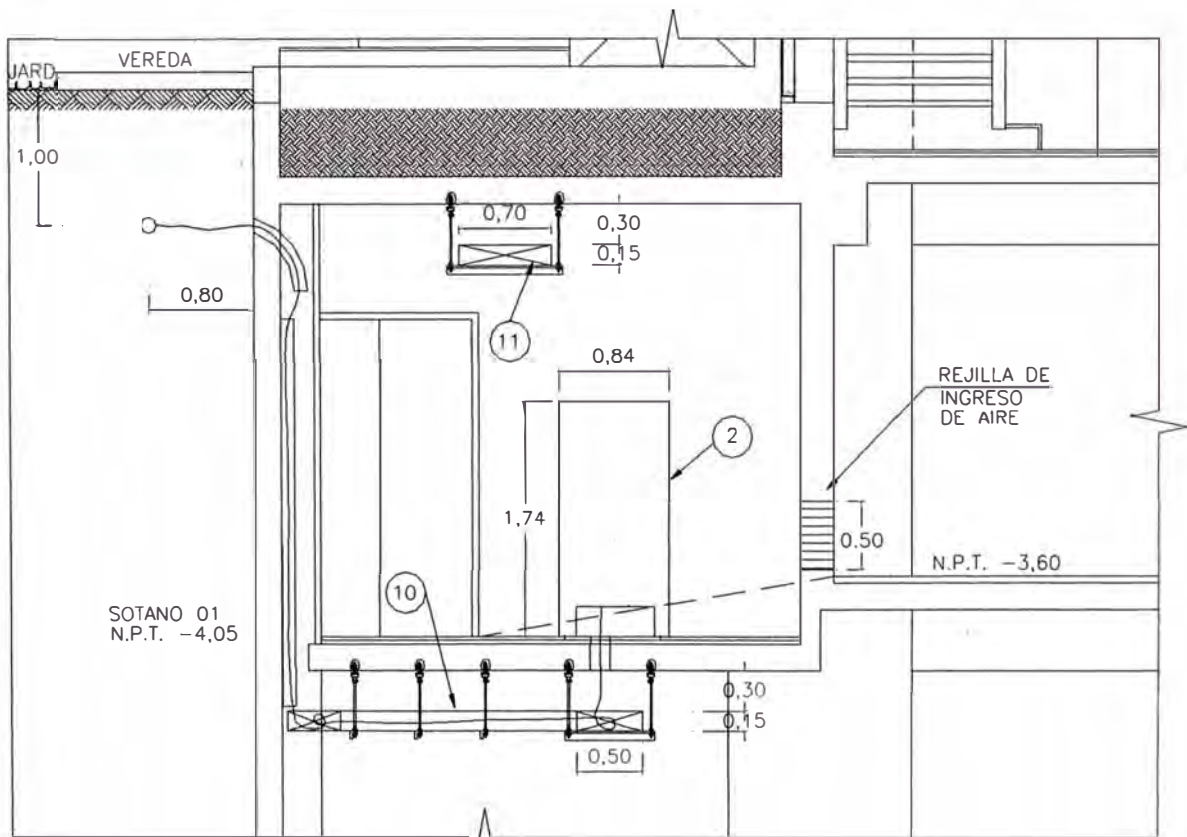
El conductor que viene desde la malla de tierra (según la figura 2.8 corte B-B) ubicada en el cuarto sótano del edificio a la caja de borneras de tierra de media tensión será de 70 mm² Cu desnudo de sección temple blando. El conductor de conexión a tierra desde la caja de borneras a las partes metálicas que no se encuentran bajo tensión será de cobre desnudo de 35 mm² de sección.

Para el ingreso de aire a la sala de la subestación se dispone de tres rejillas de 0.5 m x 1.5 m tal como se muestra en las figuras 2.6 y 2.8. Para la extracción del aire caliente se dispone de extractores de aire según se indica en la figura 2.7. El dimensionamiento de las rejillas y los extractores se realiza en el capítulo III.

Otro aspecto importante es la cimentación sobre la cual estarán soportados nuestros equipos. El ingeniero estructural será el encargado de hacer el estudio según los pesos de nuestros equipos a instalar.



CORTE B - B



CORTE C - C

Fig. 2.8 Cortes en el cuarto de la subestación.

2.8.- Malla de tierra

Para el sistema de media tensión, baja tensión y sistema de cómputo del edificio se ha previsto un único sistema de puesta tierra (malla de tierra), a fin de garantizar una sola plataforma equipotencial, con una resistencia no mayor de 5 ohmios

Todas las partes metálicas no conductoras del equipo y de las estructuras de la subestación, deben ser conectadas al sistema de puesta a tierra a fin de evitar la aparición de diferencias de potencial peligrosas entre el equipo o estructuras, y la tierra cercana. Para el futuro nivel de tensión 22,9 kV el punto neutro del transformador debe ser conectado al sistema de puesta a tierra con un conductor de cobre cuya capacidad de conducción sea suficiente para la máxima corriente de falla a tierra del transformador.

Las conexiones a los elementos mencionados deben ser hechas con conductores removibles, para permitir la separación de la puesta a tierra de la subestación y así poder medir la resistencia de la malla de tierra.

Se muestra en la figura 2.9 la disposición de la malla de tierra en el cuarto sótano.

Ver en anexos el cálculo de la malla de tierra.

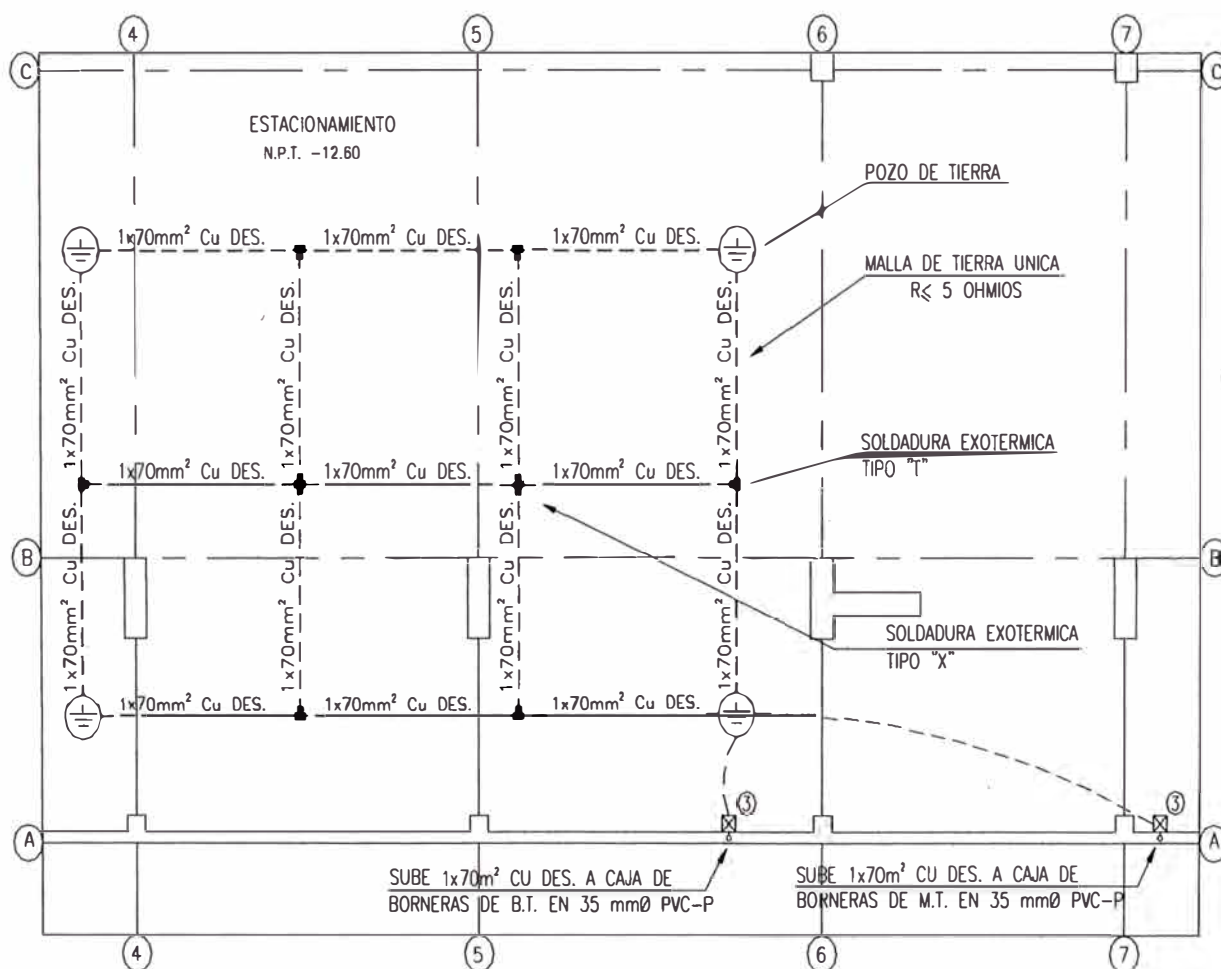
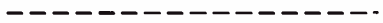
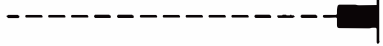





Fig. 2.9 Sistema de puesta a tierra (cuarto sótano)
Interconexión a subestación y sala de tableros.

Tabla N° 2.3 Leyenda malla de tierra

Símbolo	Descripción
	Conductor de puesta a tierra general de 70mm ² , Cu desnudo
	Conexión con terminal tipo compresión, empemada a barra de tableros o celda
	Soldadura exotérmica para derivación en "T"
	Soldadura exotérmica para derivación en "X"
	Pozo de tierra con caja de inspección

2.9.- Detalles de instalación del alimentador de media tensión

La red de media tensión del proyecto se inicia desde el punto de diseño ubicado en la celda de salida de la S.E. N° 1311 de Luz del Sur perteneciente al alimentador SI-07, hasta la subestación proyectada ubicada en el sótano del edificio, haciendo un recorrido por veredas, pistas y jardines con el tendido de una línea subterránea directamente enterrado y protegido en ductos de concreto en cierto tramo.

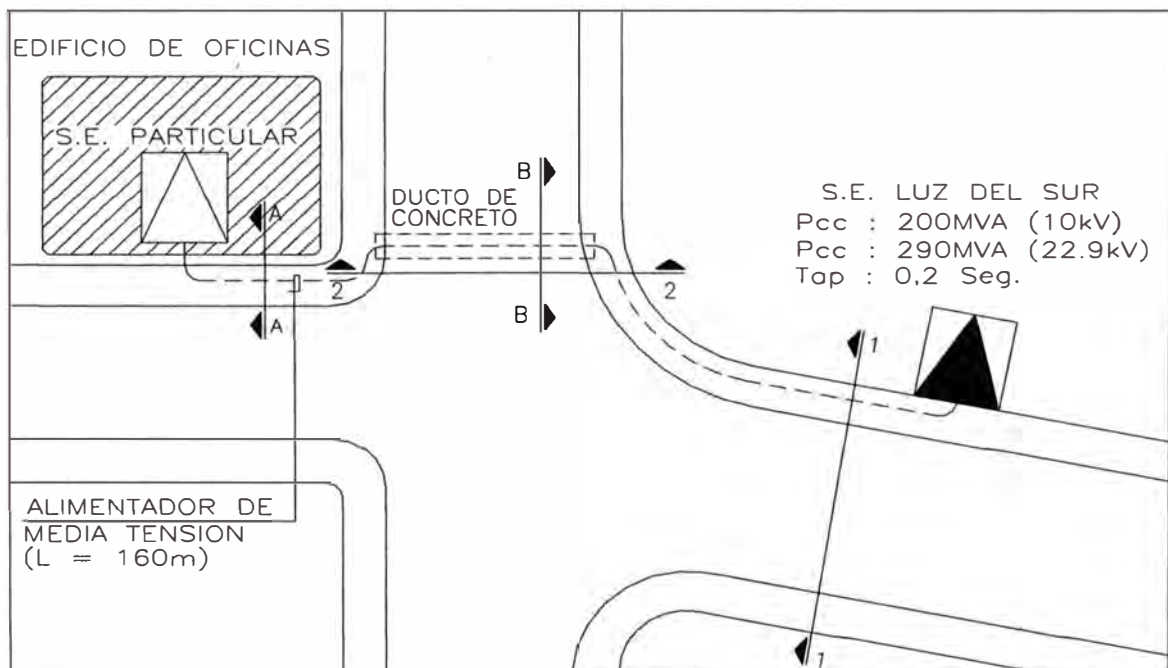


Fig. 2.10 Red de media tensión instalado directamente enterrado y en ducto.

Los cables serán instalados directamente enterrados cuando el tendido se realice a lo largo de vías públicas y en lugares como aceras, jardines, etc., fuera de la zona destinada al servicio de circulación vehicular, y donde la apertura de zanjas no sea inconveniente.

Para las cruzadas de calles (pistas) y en zonas urbanas de difícil acceso, se utilizarán ductos de concreto con la finalidad de dar mayor protección mecánica y facilitar el tendido y mantenimiento de los cables subterráneos.

Se ha tomado en cuenta las recomendaciones del código y del concesionario para definir:

- La profundidad a la que irá instalado el cable directamente enterrado o ducto en la zanja.
- La ubicación de la hilera de ladrillos y la cinta señalizadora para advertir la presencia del cable cuando se efectúen trabajos posteriores.
- Las dimensiones de la zanja así como la forma de llenado y compactación de la misma.

Se muestra en las figuras 2.11 y 2.12 los detalles de la instalación.

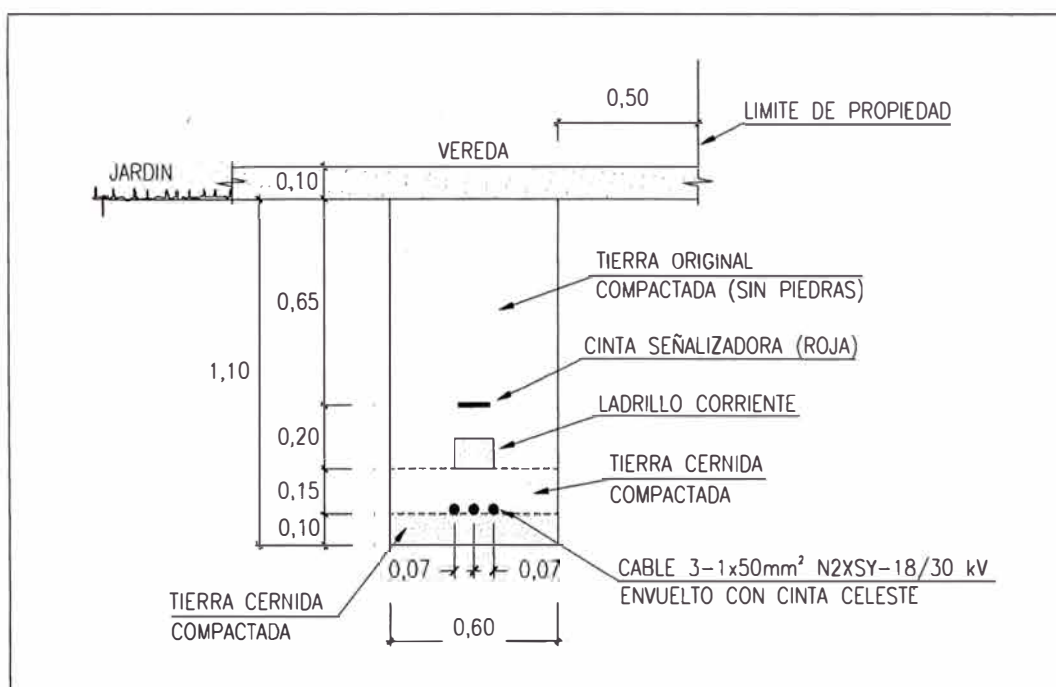


Fig. 2.11 Detalle de instalación de cable bajo vereda (corte A-A).

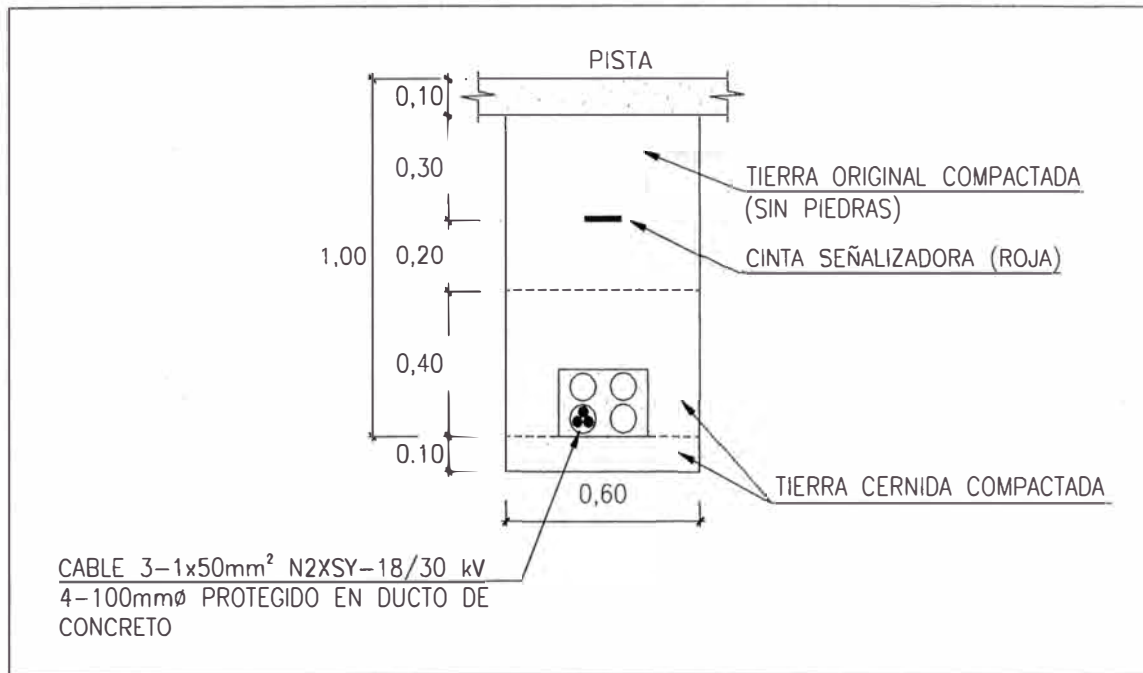


Fig. 2.12 Detalle de instalación de cable bajo pista (corte B-B).

Nota.- Según las normas de distribución la instalación de cables directamente enterrados bajo la acera se mantendrán a una distancia no menor de 50 cm de la línea de propiedad y a una profundidad no menor de 50 cm y ni mayor de 2 m del nivel de la vereda.

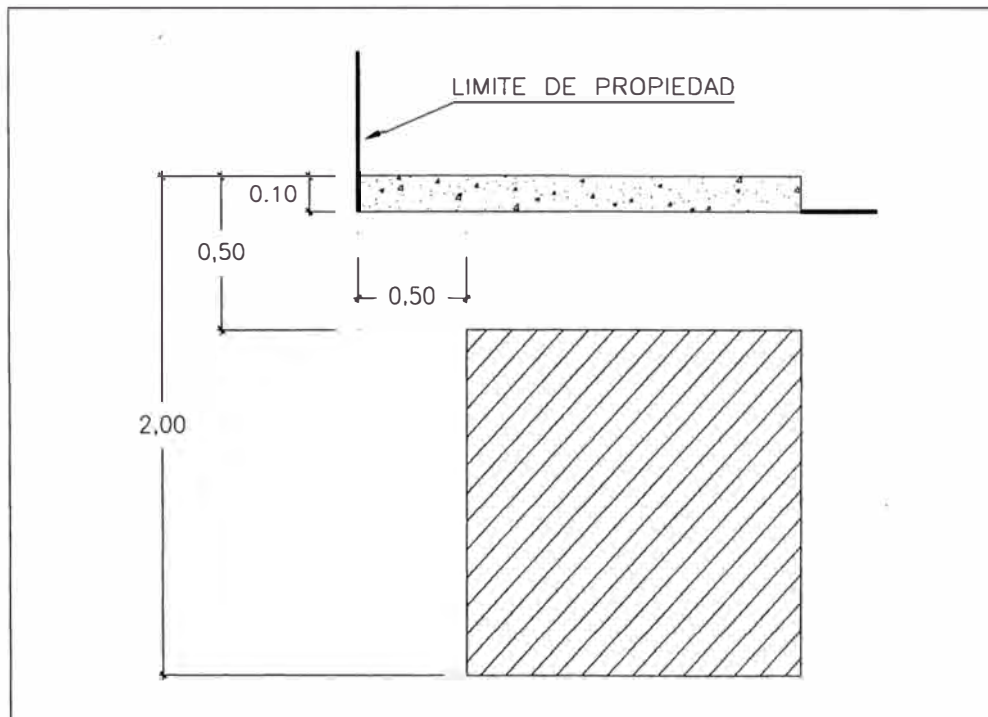


Fig. 2.13 Derecho de servidumbre.

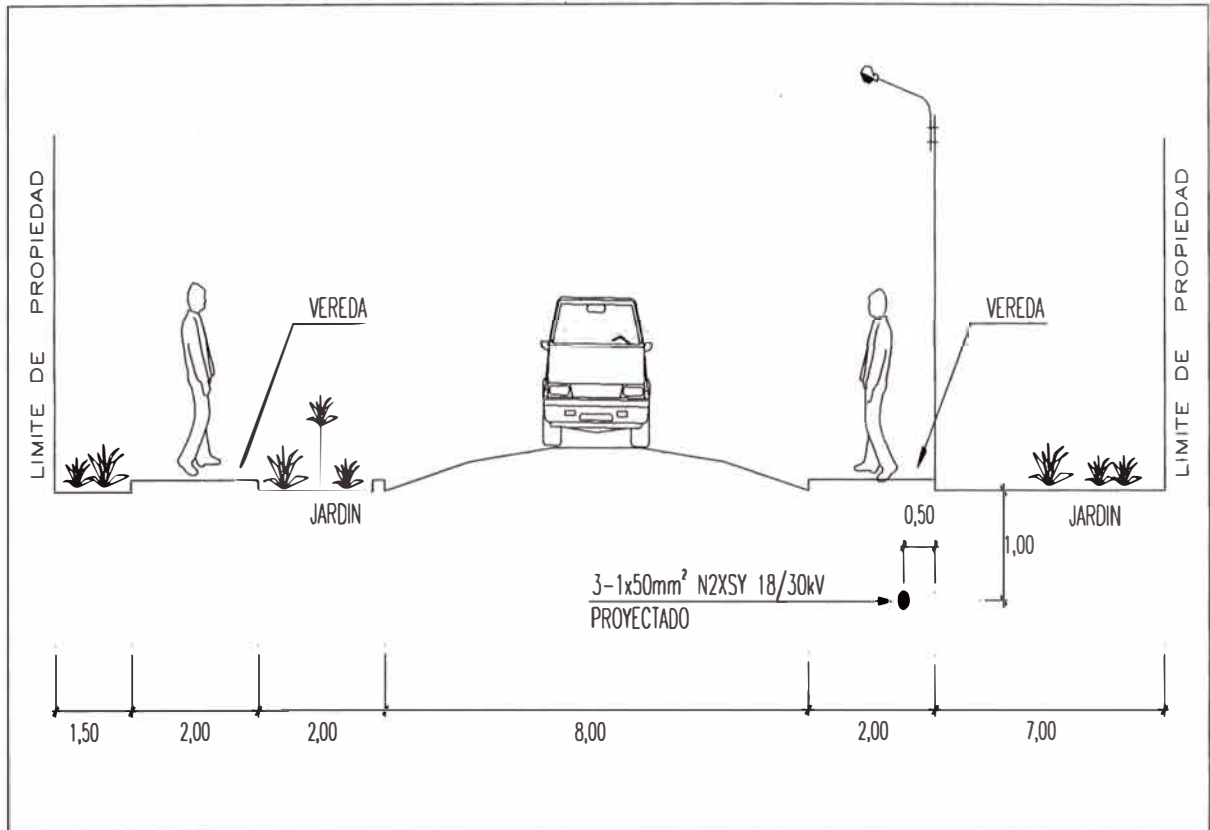


Fig. 2.14 Detalle de instalación de cable bajo vereda (corte 1-1).

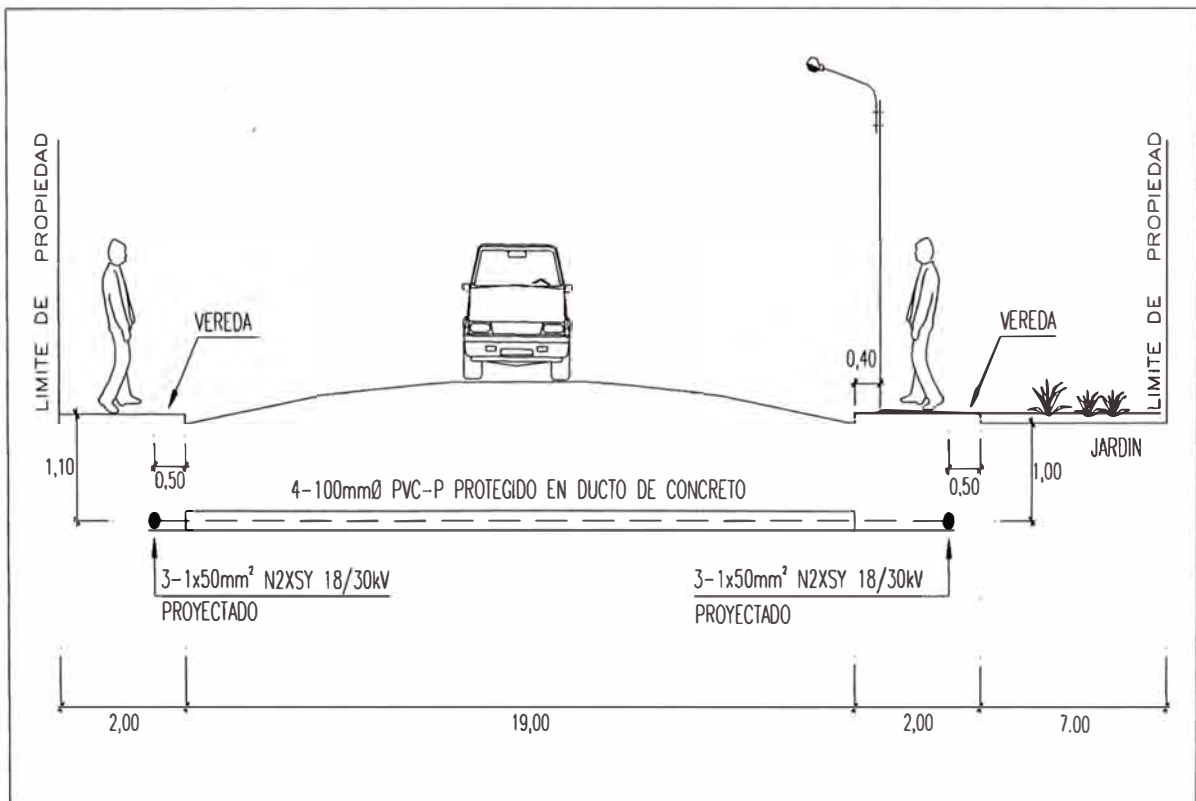


Fig. 2.15 Detalle de instalación de cable bajo pista (corte 2-2).

CAPÍTULO III

CÁLCULOS ELÉCTRICOS

3.1.- Alcances Previos

En el presente capítulo determinaremos mediante los cálculos, productos de fundamentos teóricos de ingeniería, las características de capacidad de los elementos que componen el proyecto.

Determinaremos en principio el alimentador de media tensión para el proyecto según la capacidad de conducción de corriente, la caída de tensión y cortocircuito.

Luego calcularemos la corriente de cortocircuito en las barras de media tensión de nuestra subestación particular para establecer las características de nuestros equipos de maniobra y protección de media tensión.

Para definir el alimentador y la corriente de cortocircuito debemos de tener en cuenta los niveles de tensión actual y futuro otorgado por la empresa concesionaria Luz del Sur.

Por tanto nuestro proyecto debe estar diseñado considerando el futuro cambio de tensión de 10 kV a 22,9 kV., en consecuencia haremos los cálculos mencionados para estos dos niveles de tensión.

Finalmente estudiaremos el tema de la ventilación, de vital importancia para la normal operación de los equipos en la subestación. En esta parte veremos cuando es necesario una ventilación natural o una ventilación forzada, veremos también como calcular la dimensión de los ductos de ventilación y como determinar las características de los extractores de aire en caso se requieran.

3.2.- Cálculos eléctricos para 10 kV

Tabla N° 3.1 Parámetros eléctricos para 10 kV

Datos Generales	
Tensión nominal en kV	10
Fases	3
Frecuencia en Hz	60
Factor de potencia	0,8
Potencia de Cortocircuito en MVA	200
Tiempo de acción de la protección en seg	0,2
Longitud de Línea en km	0,16

La potencia de diseño a considerar para el cálculo del cable alimentador en 10-22,9kV será el de la potencia instalada. (Potencia Instalada = 1630 kVA)

3.2.1.- Selección del cable

La selección de la sección adecuada de un cable queda determinada según la capacidad de conducción de corriente, caída de tensión y cortocircuito.

a) Cálculo de la corriente nominal del sistema eléctrico

La corriente está determinada por la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P_{\text{inst.}}}{\sqrt{3} \times V} \quad (\text{A}) \quad \dots\dots\dots(3.1)$$

Donde:

P_{inst.} = Potencia Instalada en kVA: 1630

V = Tensión de la red en kV: 10

I = Corriente nominal del sistema en A.

I_{nom} = 94,11 A

b) Por capacidad de conducción de corriente

La determinación de la capacidad de conducción de corriente en cables de energía, es un problema de transferencia de calor donde ésta es afectada por los siguientes factores de corrección:

- Factor de corrección por resistividad térmica del terreno, de resistividad térmica 100°C-cm/wat: 1
- Factor de corrección de profundidad de tendido a 1,2 m: 0,95
- Factor de corrección de temperatura del suelo a 30 °C: 0,91
- Factor de corrección debido a la instalación de cables en ductos: 0,81

Por lo tanto el factor de corrección total resulta:

$$k_t = 1 \times 0,95 \times 0,91 \times 0,81 = 0,7 \dots\dots\dots(3.2)$$

Considerando un 25% de reserva futura, la corriente de diseño será:

$$I_{dis} = 1,25 \times I_{nom} = 117,64 \dots\dots\dots(3.3)$$

Y la corriente corregida, según el factor de corrección total, resulta:

$$\frac{I_{dis}}{k_t} = 168 \dots\dots\dots(3.4)$$

Por lo tanto, definimos preliminarmente el cable de energía 3 - 1 x 50 mm² N2XSY, 18/30 kV, cuya capacidad de conducción de corriente es 230 A

c) Cálculo de la caída de tensión

Para el cálculo de la caída de tensión se utilizará la siguiente fórmula:

$$\Delta V = \sqrt{3} \times I \times L (R \cos \phi + X \text{sen} \phi) \dots\dots\dots(3.5)$$

Donde:

I	= Corriente Nominal en A.	:	94,111
L	= Longitud total del cable en km	:	0,160
R	= Resistencia del cable en ohmios/km	:	0,494
X	= Reactancia del cable en ohmios/km	:	0,1711
Cos ϕ	= Factor de potencia	:	0,800
Sen ϕ	=	:	0,600

El resultado de la caída de tensión se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla N° 3.2 Caída de tensión de media tensión en 10 kV

Potencia kVA	Longitud km	Sección mm ²	Corriente A	Sum. Cte. A	Caída ΔV	Caída (%)
1630	0,16	50	94,11	94,11	12,98	0,130

Luego la caída de tensión para la acometida de media tensión resulta ser menor que el 1%, encontrándose dentro de los límites permitidos por el CNE.

d) **Corriente de cortocircuito para el cable**

Bajo condiciones de cortocircuito, se incrementa con rapidez la temperatura de los elementos metálicos de los cables de energía (conductor y pantalla o cubierta metálica). Para determinar la corriente de cortocircuito térmicamente admisible del cable se aplica la siguiente relación con ~~parámetros perfectamente definidos~~:

$$I_{cc}(\text{cable}) = \frac{0,143 \times S}{\sqrt{t}} \quad \dots\dots\dots(3.6)$$

Donde:

$I_{cc}(\text{cable})$ = Corriente de Cortocircuito térmicamente admisible en (A): ?

S = Sección transversal del cobre en (mm²): 50

t = Tiempo apertura sistema de protección en (seg): 0,2

El procedimiento de cálculo de la corriente de cortocircuito en las barras de media tensión de la ~~subestación particular se detalla mas adelante (ver cálculos de Icc)~~.

Reemplazando valores tenemos:

$$I_{cc}(\text{cable}) = 15,99 \text{ kA}$$

Comparando con la Icc del sistema

$$I_{cc}(\text{sistema}) = \frac{P_{cc}(\text{sistema})}{\sqrt{3} \times V_n} \quad \dots\dots\dots(3.7)$$

$$I_{cc}(\text{sistema}) = 11,55 \text{ kA}$$

En consecuencia el valor de la Icc (cable) admisible que puede soportar el cable en el tiempo ~~considerado resulta ser mayor que la Icc (sistema)~~

$$15,99 \text{ kA} > 11,55 \text{ kA}$$

Por lo tanto la corriente de cortocircuito que puede presentarse I_{cc} (sistema) puede ser soportada por el cable durante el tiempo de apertura del sistema de protección.

3.2.2.- Cálculo de la I_{cc} en la S.E. proyectada (barras 10 kV)

Nuestro sistema eléctrico puede estar expuesto a fallas o cortocircuitos, la principal fuente de alimentación del cortocircuito sería el sistema de la empresa suministradora, siendo esta un sistema relativamente grande, de aquí que la inyección del flujo de corriente proveniente de la empresa suministradora hacia la falla sea muy importante.

Para el análisis se considera a la empresa suministradora como una fuente de voltaje constante en serie con una reactancia. Luego en el siguiente diagrama unifilar representamos los componentes del sistema.

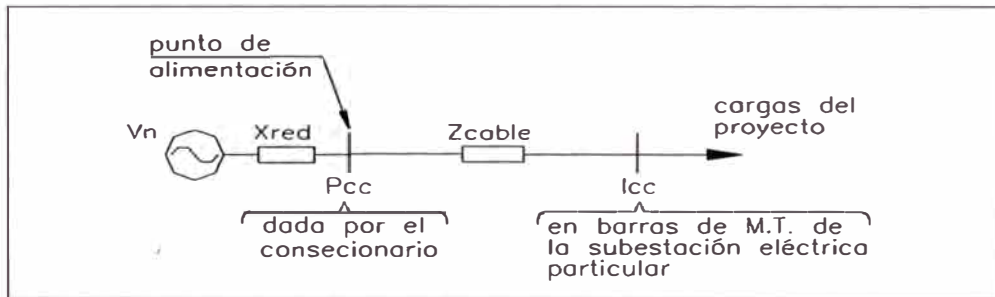


Fig. 3.1 Diagrama unifilar

Cálculo de la I_{cc} en la S.E. particular (barras 10 kV)

$$I_{cc}(\text{barras}) = \frac{V_n}{\sqrt{3} \times Z_{total}} \text{ (kA)} \dots\dots\dots(3.8)$$

Cálculo de la Impedancia Z_{total}

$$Z_{total} = j X_{red} + \overline{Z_{cable}} \dots\dots\dots(3.9)$$

$$\overline{Z_{total}} = j X_{red} + (R_{cable} + j X_{cable})$$

$$Z_{total} = R_{cable} + j (X_{red} + X_{cable})$$

$$Z_{total} = R_{total} + j (X_{total})$$

$$Z_{total} = \sqrt{(R_{total}^2 + X_{total}^2)} \quad \dots\dots\dots(3.10)$$

Hallando la reactancia de la red

$$X_{red} = \frac{V_n^2}{P_{cc}(\text{sistema})} (\Omega) \quad \dots\dots\dots(3.11)$$

$$X_{red} = 0,50 (\Omega)$$

Hallando la R_{total} y la X_{total}

De los datos del fabricante se tiene la R_{cable} y X_{cable} en Ohmios/Km

Siendo la L_{cable} en Km. Entonces:

$$R_{total} = R_{cable} \times L_{cable} (\Omega) \quad \dots\dots\dots(3.12)$$

$$R_{total} = 0,07904 (\Omega)$$

$$X_{total} = X_{red} + X_{cable} \times L_{cable} (\Omega) \quad \dots\dots\dots(3.13)$$

$$X_{total} = 0,527376 (\Omega)$$

Reemplazando R_{total} y X_{total} en (3.10)

$$Z_{total} = 0,5333 (\Omega)$$

Luego reemplazando este valor en (3.8):

$$I_{cc}(\text{barras}) = \frac{10}{\sqrt{3} \times 0,5333} (\text{kA})$$

$$I_{cc}(\text{barras}) = 10,827 (\text{kA})$$

Finalmente con este valor podemos elegir el poder de corte para los equipos de protección. Según catálogos del fabricante para este nivel de corriente tenemos los siguientes valores: 16 kA y 20 kA.

Para nuestro proyecto elegimos el poder de ruptura de 20 kA.

3.3.- Cálculos eléctricos para 22,9 kV

Tabla N° 3.3 Parametros eléctricos para 22,9 kV

Datos Generales	
Tensión nominal en kV	22,9
Fases	3
Frecuencia en Hz	60
Factor de potencia	0,8
Potencia de Cortocircuito en MVA	290
Tiempo de acción de la protección en seg	0,2
Longitud de Línea en km	0,16

La potencia de diseño a considerar para el cálculo del cable alimentador en 10-22,9 kV será el de la potencia instalada. (Potencia Instalada = 1630 kVA)

3.3.1.- Selección del cable

La selección de la sección adecuada de un cable queda determinada según la capacidad de conducción de corriente, caída de tensión y cortocircuito.

a) Cálculo de la corriente nominal del sistema eléctrico

La corriente está determinada por la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P_{inst.}}{\sqrt{3} \times V} \quad (A) \quad \dots\dots\dots(3.14)$$

Donde:

P_{inst.} = Potencia Instalada en kVA: 1630

V = Tensión de la red en kV: 22,9

I = Corriente nominal del sistema en A.

I_{nom} = 41,10 A.

b) Por capacidad de conducción de corriente

La determinación de la capacidad de conducción de corriente en cables de energía, es un problema de transferencia de calor donde ésta es afectada por los siguientes factores de corrección:

- Factor de corrección por resistividad térmica del terreno, de resistividad térmica 100°C-cm/wat: 1
- Factor de corrección de profundidad de tendido a 1,2 m: 0,95
- Factor de corrección de temperatura del suelo a 30 °C: 0,91
- Factor de corrección debido a la instalación de cables en ductos: 0,81

Por lo tanto el factor de corrección total resulta:

$$k_t = 1 \times 0,95 \times 0,91 \times 0,81 = 0,7 \dots\dots\dots(3.15)$$

Considerando un 25% de reserva futura, la corriente de diseño será:

$$I_{dis} = 1,25 \times I_{nom} = 51,37 \dots\dots\dots(3.16)$$

Y la corriente corregida, según el factor de corrección total, resulta:

$$\frac{I_{dis}}{k_t} = 73,40 \dots\dots\dots(3.17)$$

Por lo tanto, definimos preliminarmente el cable de energía 3 - 1 x 50 mm² N2XSY, 18/30 kV, cuya capacidad de conducción de corriente es 230 A

c) Cálculo de la caída de tensión

Para el cálculo de la caída de tensión se utilizará la siguiente fórmula:

$$\Delta V = \sqrt{3} \times I \times L (R \cos \phi + X \text{sen} \phi) \dots\dots\dots(3.18)$$

Donde:

I	= Corriente Nominal en A.	:	41,10
L	= Longitud total del cable en km	:	0,160
R	= Resistencia del cable en ohmios/km	:	0,494
X	= Reactancia del cable en ohmios/km	:	0,1711
Cos ϕ	= Factor de potencia	:	0,800
Sen ϕ	=	:	0,600

El resultado de la caída de tensión se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla N° 3.4 Caída de tensión de media tensión en 22,9 kV

Potencia kVA	Longitud km	Sección mm ²	Corriente A	Sum. Cte. A	Caída ΔV	Caída (%)
1630	0,16	50	41,10	41,10	5,67	0,025

Luego la caída de tensión para la acometida de media tensión resulta ser menor que el 1%, encontrándose dentro de los límites permitidos por el CNE.

d) **Corriente de cortocircuito para el cable**

Bajo condiciones de cortocircuito, se incrementa con rapidez la temperatura de los elementos metálicos de los cables de energía (conductor y pantalla o cubierta metálica). Para determinar la corriente de cortocircuito térmicamente admisible del cable se aplica la siguiente relación con parámetros perfectamente definidos:

$$I_{cc}(\text{cable}) = \frac{0,143 \times S}{\sqrt{t}} \quad \dots\dots\dots(3.19)$$

Donde:

$I_{cc}(\text{cable})$ = Corriente de Cortocircuito térmicamente admisible en (A): ?

S = Sección transversal del cobre en (mm²): 50

t = Tiempo apertura sistema de protección en (seg): 0,2

El procedimiento de cálculo de la corriente de cortocircuito en las barras de media tensión de la subestación particular se detalla mas adelante (ver cálculos de I_{cc}).

Reemplazando valores tenemos:

$$I_{cc}(\text{cable}) = 15,99 \text{ kA}$$

Comparando con la I_{cc} del sistema

$$I_{cc}(\text{sistema}) = \frac{P_{cc}(\text{sistema})}{\sqrt{3} \times V_n} \quad \dots\dots\dots(3.20)$$

$$I_{cc}(\text{sistema}) = 7,31 \text{ kA}$$

En consecuencia el valor de la I_{cc} (cable) admisible que puede soportar el cable en el tiempo considerado resulta ser mayor que la I_{cc} (sistema)

$$15,99 \text{ kA} > 7,31 \text{ kA}$$

Por lo tanto la corriente de cortocircuito que puede presentarse I_{cc} (sistema) puede ser soportada por el cable durante el tiempo de apertura del sistema de protección.

3.3.2.- Cálculo de la I_{cc} en la S.E. proyectada (barras 22,9 kV)

Nuestro sistema eléctrico puede estar expuesto a fallas o cortocircuitos, la principal fuente de alimentación del cortocircuito sería el sistema de la empresa suministradora, siendo esta un sistema relativamente grande, de aquí que la inyección del flujo de corriente proveniente de la empresa suministradora hacia la falla sea muy importante.

Para el análisis se considera a la empresa suministradora como una fuente de voltaje constante en serie con una reactancia. Luego en el siguiente diagrama unifilar representamos los componentes del sistema.

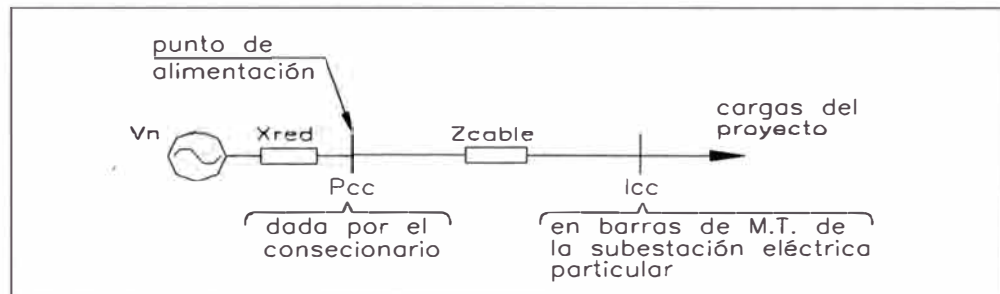


Fig. 3.2 Diagrama unifilar

Cálculo de la I_{cc} en la S.E. particular (barras 22,9 kV)

$$I_{cc}(\text{barras}) = \frac{V_n}{\sqrt{3} \times Z_{\text{total}}} \text{ (kA)} \dots\dots\dots(3.21)$$

Cálculo de la Impedancia Z_{total}

$$Z_{\text{total}} = j X_{\text{red}} + Z_{\text{cable}} \dots\dots\dots(3.22)$$

$$Z_{\text{total}} = j X_{\text{red}} + (R_{\text{cable}} + j X_{\text{cable}})$$

$$Z_{\text{total}} = R_{\text{cable}} + j (X_{\text{red}} + X_{\text{cable}})$$

$$\overline{Z_{total}} = R_{total} + j(X_{total})$$

$$Z_{total} = \sqrt{(R_{total}^2 + X_{total}^2)} \quad \dots\dots\dots(3.23)$$

Hallando la reactancia de la red

$$X_{red} = \frac{V_n^2}{P_{cc}(\text{sistema})} (\Omega) \quad \dots\dots\dots(3.24)$$

$$X_{red} = 1,808 (\Omega)$$

Hallando la R_{total} y la X_{total}

De los datos del fabricante se tiene la R_{cable} y X_{cable} en Ohmios/km

Siendo la L_{cable} en km. Entonces:

$$R_{total} = R_{cable} \times L_{cable} (\Omega) \quad \dots\dots\dots(3.25)$$

$$R_{total} = 0,07904 (\Omega)$$

$$X_{total} = X_{red} + X_{cable} \times L_{cable} (\Omega) \quad \dots\dots\dots(3.26)$$

$$X_{total} = 1,83569 (\Omega)$$

Reemplazando R_{total} y X_{total} en (3.23)

$$Z_{total} = 1,8374 (\Omega)$$

Luego reemplazando este valor en (3.21):

$$I_{cc}(\text{barras}) = \frac{22,9}{\sqrt{3} \times 1,8374} (\text{kA})$$

$$I_{cc}(\text{barras}) = 7,196 (\text{kA})$$

Finalmente con este valor podemos elegir el poder de corte para los equipos de protección. Según catálogos del fabricante para este nivel de corriente tenemos los siguientes valores: 16 kA y 20 kA.

Para nuestro proyecto elegimos el poder de ruptura de 20 kA.

3.4.- Cálculo de la ventilación

Para evitar dañar el transformador de un modo irreversible a causa de una incorrecta refrigeración, es necesaria que la energía térmica producida, tanto por efecto de las pérdidas en vacío del circuito magnético como por las pérdidas en carga generadas por los devanados en su funcionamiento, sea completamente disipada. Lo anteriormente señalado adquiere especial relevancia cuando el transformador va a ser instalado en un lugar de reducidas dimensiones y/o cuando el flujo de entrada del aire en el local es inferior al necesario. En los casos mencionados será necesario aumentar la renovación del aire, recurriendo a un sistema de ventilación forzada

En el caso general de refrigeración natural (AN), la ventilación del local o de la envolvente tiene por objeto disipar por convección natural las calorías producidas por las pérdidas totales del transformador en funcionamiento. Una correcta ventilación se consigue con un orificio de entrada de aire fresco y limpio de sección S en la parte inferior del local y de un orificio de salida de aire S' situado en la parte superior, en la pared opuesta del local y a una altura H del orificio de entrada.

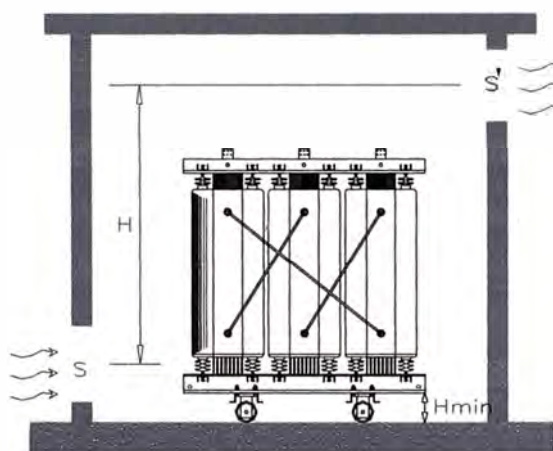


Fig. 3.3 Ventilación natural

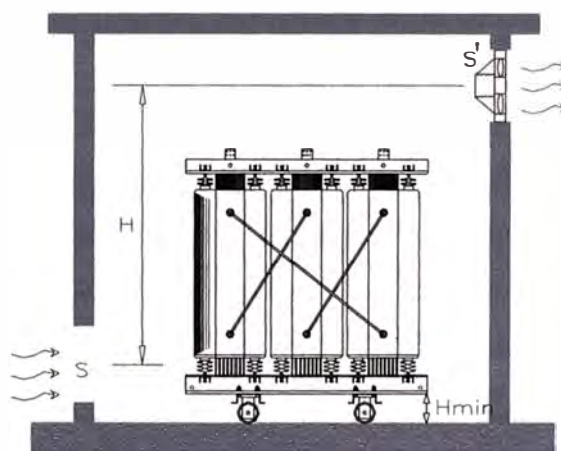


Fig. 3.4 Ventilación forzada

(Figuras 3.3 y 3.4). Para garantizar una ventilación eficaz del transformador mediante una circulación de aire suficiente, es obligatorio mantener una altura mínima de 150 mm bajo la parte inferior en tensión, colocando las ruedas del transformador o en su defecto una altura equivalente.

3.4.1.- Formula para el cálculo de la ventilación natural (Figura 3.3)

$$S = \frac{0,18 \times P}{\sqrt{H}} \dots\dots\dots(3.27) \quad \text{y} \quad S' = 1,1 \times S \dots\dots\dots(3.28)$$

Siendo:

P = suma de las pérdidas en vacío y las pérdidas debidas a la carga del transformador expresada en kW a 120 °C.

S = superficie del orificio de llegada de aire limpio (deduciendo las rejillas) expresada en m².

S' = superficie del orificio de salida de aire (deduciendo las rejillas) expresada en m².

H = altura entre los dos orificios expresada en metros.

Esta fórmula es válida para una temperatura ambiente media de 20 °C y una altitud de 1000 m.

La apertura superior normalmente tiene que tener una sección mayor del 10-15% para tener en cuenta la menor densidad del aire caliente saliente y evitar que se acumule.

3.4.2.- Ventilación forzada del local (figura 3.4)

Se necesita una ventilación forzada del local en caso de temperatura ambiente superior a 20 °C, de local de dimensiones reducidas o mal ventilado o de sobrecargas frecuentes. El ventilador se puede controlar con termostato y funcionará como extractor, en la parte superior del local.

Caudal de aire recomendado a 20 °C es

$$Q \text{ (m}^3\text{/s)} = 0,1 \times P \text{ (kW)} \dots\dots\dots(3.29)$$

Donde:

Q (m³ /s) = caudal de aire en m³/s

P (kW) = suma de las pérdidas en vacío y en carga del transformador expresada en kW a 120 °C.

3.4.3.- Cálculo de la ventilación para el proyecto

Para el proyecto se tiene lo siguiente:

Tabla N° 3.5 Datos generales

Transformador 1:	kVA	1000
Transformador 2:	kVA	630
Temperatura ambiente :	°C	30,0

Como se tiene una subestación en el sótano, necesariamente se contará con una ventilación forzada a través de extractores de aire.

Las pérdidas para los transformadores de 630 kVA y 1000 kVA son:

Tabla N° 3.6 Pérdidas totales

	630	1000
Pérdidas en vacío (kW)	1,65	2,30
Pérdidas de carga a 120°C (kW)	7,80	11,00
Suma de pérdidas (kW)	9,45	13,30
Pérdidas totales (kW)	22,75	

Luego reemplazando en (3.29) tenemos:

$$Q \text{ (m}^3/\text{s)} = 0,1 \times 22,75$$

$$Q \text{ (m}^3/\text{s)} = 2,275$$

$$Q \text{ (m}^3/\text{h)} = 8190$$

3.4.4.- Cálculo del ventilador

Considerando 6 mm ch20 de pérdidas debido a la obstrucción de la rejilla de ingreso de aire por el polvo y suciedad.

Considerando también 0,6 mm ch20 de pérdidas debido al paso del aire por los transformadores, frotamiento del aire en las paredes de la subestación y cambio de dirección del aire a la salida de la subestación.

Las pérdidas totales son:

$$H = 6 + 0,6$$

$$H = 6,6 \text{ mmch}_2\text{O}$$

Por lo tanto la presión que deberá generar el ventilador a su salida será:

$$P_{\text{vent.}} = 7,00 \text{ mmch}_2\text{O}$$

Con este valor y el caudal calculado definimos las características del ventilador. Elegimos el modelo HXB-500/H según el programa S&P (se adjunta en anexos curvas de selección) de las siguientes características.

Tabla N° 3.7 Características del ventilador

Caudal	8200 m ³ /h
Presión estática	9,00 mm ch ₂ O
Velocidad	1725 RPM
Diámetro de aletas	500 mm
Tipo	Helicoidal
Cantidad	2
Potencia	1/2HP (por Catálogo)

Por lo tanto se debe considerar 1 ventilador de 1/2 HP de potencia, según lo mostrado en el cuadro de características. Este ventilador tiene la capacidad necesaria para la renovación total del aire, pero este ventilador puede fallar por ello se considera un ventilador de respaldo de las mismas características

La ventilación forzada funciona con intermitencias, puesto que no es preciso el trabajo continuo del ventilador. Este se pone en marcha cuando la temperatura de la cabina alcanza el valor previsto. La puesta en servicio y la parada del motor del ventilador tiene lugar por medio de interruptor provisto de termostato.

CAPÍTULO IV

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

4.1.- Alcances Previos

El objeto de las especificaciones técnicas es de dotar de todas las características y requerimientos necesarios que deben tener los equipos y materiales a ser suministrados para el correcto funcionamiento del proyecto.

Todos los datos solicitados se han hecho tomando como base las publicaciones oficiales:

- Código Nacional de Electricidad Utilización.
- Código Nacional de Electricidad Suministro.
- Reglamento Nacional de Construcciones.
- Otras normas internacionales.

En actual vigencia y en sus últimas ediciones, por consiguiente la materialización del proyecto mismo o ejecución de la obra, se deberán hacer ciñéndose estrictamente a las indicaciones del proyecto y de las publicaciones oficiales mencionadas.

Los materiales a usarse deben ser nuevos, de reconocida calidad de primer uso y de utilización actual en el mercado nacional o internacional.

Cualquier material que llegue malogrado a la obra o que se malogre durante la ejecución de los trabajos será reemplazado por otro igual en buen estado, sin costo adicional para el propietario.

El contratista comprará e instalará los materiales y el equipamiento tal como se especifica en planos y documentos del proyecto, cuando sea necesario o deseable sustituir por materiales similares, la aprobación expresa del propietario debe obtenerse antes de efectuar la compra.

4.2.- Especificaciones técnicas de materiales de la línea subterránea 10 – 22,9 kV

4.2.1.- Cable de energía 10 – 22,9 kV tipo N2XSY

Los cables del Sistema de Utilización serán unipolares con conductor de cobre, electrolítico recocido, cableado concéntrico, redondo de 99.9% de conductividad. Cinta semiconductor o compuesto semiconductor extruído sobre el conductor. Cinta semiconductor y cinta de cobre electrolítico sobre el conductor aislado. Chaqueta exterior (PVC) de color rojo.

El aislamiento será de polietileno reticulado (XLPE) y sobre éste se aplicará una pantalla conformada por barniz y cintas semiconductoras.

Sobre la pantalla eléctrica y/o sobre el aislamiento, se aplicara un blindaje metálico formado por cintas de cobre recocido.

- Tensión Nominal de Servicio : 10 – 22,9 kV
- Tensión máxima de diseño : Eo/E = 18/30 kV
- Sección mínima : 50 mm²
- Capacidad nominal de transporte : 230 A.
- Temperatura de operación : 90°C
- Normas de fabricación : ITINTEC 370.050 IEC 502

4.2.2.- Zanja para instalación del cable

El cable N2XSY irá instalado directamente enterrado en zanjas de 0,60m. x 1,10m. de profundidad el cual se instalará a 1,00m. de profundidad con respecto al nivel de piso terminado. El cable será colocado sobre una capa de tierra cernida compactada de 10 cm. de espesor; a 15 cm. encima del cable irá protegido por una hilera de ladrillo y señalizada en todo su recorrido por cinta plástica especial, de color rojo a 20 cm. encima del ladrillo.

Los primeros 25 cm. de la zanja se rellenará con tierra cernida y compactada en capas de 10 Y 15 cm, con compactadora y el resto con tierra original sin pedrones convenientemente apisonada (compactada) tal como se muestra en planos.

4.2.3.- Cinta señalizadora

La cinta señalizadora es de polietileno de alta calidad de color rojo y resistencia a los ácidos y álcalis.

- Ancho de 125mm.
- Espesor de 1/10mm.

Color: Rojo brillante, con inscripción en letras negras, que no pierdan su color con el tiempo y recubiertas con plástico.

Elongación es del 250%.

4.3.- Subestación de transformación proyectada

4.3.1.- Obra civil

La subestación será del tipo caseta convencional ubicada en el primer sótano construida de material noble, cuyas dimensiones son (base 4 x 8m y altura 3,2m), puerta de plancha de Fº de 3 mm de espesor como mínimo con chapa de seguridad.

Las puertas y ventanas de ventilación por ser metálicas deberán ser pintadas con dos capas de base anticorrosiva y dos de acabado con esmalte.

La subestación contempla para el ingreso de aire de tres rejillas de 0,5x1,5m cada una según se indica en planos del proyecto.

El piso deberá soportar una sobrecarga de 2000 Kg/m² teniendo un acabado de cemento pulido.

La ventilación será del tipo forzada con 2 extractores de aire del tipo helicoidal.

4.3.2.- Subestación de transformación

Esta especificación cubre el diseño, fabricación y pruebas de la subestación de (10 – 22,9)/0,23 kV y (10 -22,9)/0,46 kV que servirán para la distribución de la energía.

El proveedor suministrará los siguientes equipos completamente ensamblados, probados y listos para ser instalados de acuerdo a la presente especificación.

Los equipos de la subestación serán como sigue:

a) Celda de llegada con interruptor de potencia

Normas de fabricación

La Celda de Llegada con interruptor automático deberá ser diseñada y construida de acuerdo a las Recomendaciones y directivas que emanan de la Norma Internacional IEC 60298 edición 1996, y para Complementar las normas específicas IEC 60529, IEC 60265, IEC 60129, IEC 62271-105, IEC 60694, IEC 61271-100, IEC 60056, IEC, 61958, RU 6407-B y IEC 60255.

Equipamiento

Estará constituido por 01 interruptor automático, 630 A, 20 kA; con cámaras de corte en vacío y un seccionador de tres posiciones (conectado, seccionado y

puesto a tierra) en serie con él. La celda además deberá contar con un relé de protección con las funciones 50, 51, 50N, 51N. En el caso de operar a 10 kV, deberán además poseer un toroide homopolar ultrasensible.

Todos los elementos de corte y conexión así como el embarrado, deberán encontrarse dentro de una cuba de acero inoxidable, llena de gas, totalmente estanca y sellada de por vida, constituyendo así un equipo de aislamiento integral (IP 67 – IEC 60529).

Envolvente

La cuba de gas estará construida en acero inoxidable de un espesor mínimo de 2 mm y presentará una rigidez mecánica tal que garantizará la indeformabilidad en las condiciones previstas de servicio y en caso de arco interno. El resto de componentes (base y envolvente del mecanismo de maniobra), se construirán con plancha de acero galvanizado, pintada en su caso y previamente doble decapados, desengrasados y arenados.

La celda deberá tener certificación a prueba de arco interno conforme a los seis criterios de la Norma IEC 60298, anexo AA, teniendo entre otros un sistema que permita la expulsión de los gases producidos por la explosión de las cámaras de interrupción.

Dimensiones: 1740 x 480 x 840mm (Alto x Ancho x Profundidad)

Enclavamientos

Se proveerá bloqueo mecánico en cada celda de manera que

Se pueda conectar y seccionar el seccionador sólo cuando el interruptor haya sido desconectado

No se pueda conectar el interruptor cuando el seccionador de puesta a tierra esté cerrado o seccionado.

No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra cuando el interruptor está en servicio.

Características generales

La celda deberá tener una capacidad de 630 A, deberá poseer indicadores capacitivos redundantes por fase de presencia de tensión.

La unión eléctrica y mecánica entre las diferentes celdas se realizará a través de adaptadores enchufables que serán instalados entre las tulipas existentes en los laterales de las celdas por unir, dando una continuidad al embarrado, sellando la unión y controlando el campo eléctrico.

El sistema de celdas será del tipo compactas teniendo como características generales: extensibilidad, modularidad, operación y explotación sencilla sin mantenimiento, reducido tamaño, elevado nivel de protección de bienes y personas, temporalmente sumergido, resistente a la corrosión, estanqueidad, resistencia a la polución, etc.

Barra de Tierra

En la parte inferior de la celda y en el compartimiento de cables, deberá estar dispuesta una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión de la misma al sistema de tierras y la conexión de las pantallas de los cables secos de MT. Dicha pletina está situada en la celda de tal forma que para introducir o extraer un cable y su terminal no es necesario desmontarla.

b) Celda de salida con interruptor- seccionador y fusibles

Normas de fabricación

Las Celda de Salida con Interruptor-Seccionador y fusibles deberá ser diseñada y construida de acuerdo a las Recomendaciones y directivas que emanan Norma Internacional IEC 60298 edición 1996, y para Complementar las normas específicas IEC 60420, IEC 60265, IEC 60129, IEC 60056, IEC 60694, RU 6407-B y IEC 61958.

Equipamiento

Estará equipada con 01 interruptor-seccionador, el cual estará en un ambiente en SF6, dicho equipo tendrá tres posiciones (conectado, seccionado y puesto a tierra, antes y después de los fusibles). La celda además deberá contar protección con fusibles limitadores de alta capacidad de ruptura de acuerdo con la Norma IEC 282. Dichos fusibles deberán encontrarse dentro de unos tubos portafusibles estancos, de resina aislante, dispuestos desde el frente y en posición horizontal según la Norma IEC 60420.7 – IEC 60529).

Todos los elementos de corte, los tubos portafusibles y elementos de conexión así como el embarrado, deberán encontrarse dentro de una cuba de acero inoxidable,

llena de gas, totalmente estanca y sellada de por vida, constituyendo así un equipo de aislamiento integral (IP 67 – IEC 60529).

Envolvente

La cuba de gas estará construida en acero inoxidable de un espesor mínimo de 2 mm y presentará una rigidez mecánica tal que garantizará la indeformabilidad en las condiciones previstas de servicio y en caso de arco interno. El resto de componentes (base y envolvente del mecanismo de maniobra), se construirán con plancha de acero galvanizado, pintada en su caso y previamente doble decapados, desengrasados y arenados.

La celda deberá tener certificación a prueba de arco interno conforme a los seis criterios de la Norma IEC 60298, anexo AA, teniendo un sistema que permita la expulsión de los gases producidos por la explosión de las cámaras de interrupción.

Dimensiones: 1740 x 480 x 840 mm (Alto x Ancho x Profundidad)

Enclavamientos

Se proveerá bloqueo mecánico en cada celda de manera que:

- Se pueda acceder a los tubos portafusibles sólo cuando el interruptor-seccionador haya sido desconectado y puesto a tierra.
- No se pueda conectar el interruptor-seccionador cuando el seccionador de puesta a tierra esté conectado.
- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra cuando el interruptor-seccionador está en servicio.

El seccionador-seccionador podrá ser abierto o cerrado con la puerta cerrada. El sistema de accionamiento deberá tener un indicador de la posición en que se encuentra el seccionador y previsión para la colocación de candado en cualquiera de las dos posiciones.

Características generales

La celda deberá tener una barra principal de capacidad de 630 A, deberá poseer indicadores capacitivos redundantes por fase de presencia de tensión.

Esta celda deberá tener una bobina de disparo, la cual se accionará por el mando de la central PT100 del transformador de distribución.

La unión eléctrica y mecánica entre las diferentes celdas se realizará a través de adaptadores enchufables que serán instalados entre las tulipas existentes en los laterales de las celdas por unir, dando una continuidad al embarrado, sellando la unión y controlando el campo eléctrico.

El sistema de celdas será del tipo compactas teniendo como características generales:

Extensibilidad, modularidad mediante el uso de 03 adaptadores elastoméricos enchufables que permiten la conexión eléctrica y mecánica entre celdas, operación y explotación sencilla sin mantenimiento, reducido tamaño, elevado nivel de protección de bienes y personas, temporalmente sumergido, resistente a la corrosión, estanqueidad, resistencia a la polución, etc.

Barra de Tierra

En la parte inferior de la celda y en el compartimiento de cables, deberá estar dispuesta una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión de la misma al sistema de tierras y la conexión de las pantallas de los cables secos de MT. Dicha pletina está situada en la celda de tal forma que para introducir o extraer un cable y su terminal no es necesario desmontarla.

c) **Celda de transformación (2 unidades)**

La celda para el transformador de 1000 kVA será de 2,30m.de frente, 1,25m de fondo y 2,30m de altura.

La celda para el transformador de 630 kVA será de 2,050m de frente, 1,15m de fondo y 1,80m de altura.

Deberá tener una puerta frontal a lo largo de toda su altura deberá tener bisagras, seguros giratorios, empaquetaduras, manija con llave con previsión para la colocación de candado.

Estará compuesta de una estructura angular desarmable entre cada celda. La puerta y los paneles laterales y del fondo serán de plancha de acero al carbono de 2,0 mm.

El acabado de la estructura, será chorro de arena, dos capas de anticorrosivo y dos capas de epóxico.

La celda será puesta a tierra con una platina de cobre.

d) Transformador de potencia

Tipo seco, con arrollamientos de cobre y núcleo de chapa de acero al silicio de grano orientado, laminado en frío, montaje interior, enfriamiento natural clase térmica F, con bobinados encapsulados y moldeados en resina; para instalación interior. El transformador vendrá provisto de una envolvente para la protección contra los contactos directos con las partes bajo tensión, grado de protección IP215.

El transformador tendrá una alta resistencia al fuego, autoextinguibilidad inmediata y una buena protección contra las agresiones de la atmósfera, estará previsto para las siguientes condiciones de servicio:

Transformador 1

- Potencia Nominal Continua : 1000 kVA
- Tensión Primaria : 10 kV y 22,9 kV
- Tensión Secundaria : 0,23 kV
- Frecuencia : 60 Hz
- Fases mas Neutro : 3 mas neutro
- Aisladores en MT a 10 kV : 3
- Aisladores en MT a 22,9 kV : 4
- Aisladores en BT : 4
- Tomas de regulación sin Carga primaria : $\pm 2.5\%$, $\pm 5\%$ de la tensión
- Sobretemperatura a plena carga : 100 °C
- Conexión : Delta/Estrella (con neutro conectado a tierra) para 10 kV y Estrella/Estrella para 22,9 kV.
- Grupo (reconectable en MT) : Dyn5 en 10 kV y YNyn6 en 22,9 kV
- Normas de Fabricación y Ensayo : IEC 76-1 a 76-5, IEC 60726 (2003) y IEC 60076-11(2004)
- Tensión de Cortocircuito : 6% Vn

- Tensión de ensayo a frecuencia industrial
 - AT : 125 kV.
 - BT : 1 – 3 kV.
- Tensión de Impulso : 125 kV.
- Enfriamiento : Por aire
- Servicio : Continuo
- Nivel de ruido : No Mayor 60 db

Transformador 2

- Potencia Nominal Continua : 630 kVA
- Tensión Primaria : 10 kV y 22,9 kV
- Tensión Secundaria : 0,46 kV.
- Frecuencia : 60 Hz
- Fases mas Neutro : 3 mas neutro
- Aisladores en MT a 10 KV : 3
- Aisladores en MT a 22.9 KV : 4
- Aisladores en BT : 4
- Tomas de regulación sin Carga primaria : $\pm 2.5\%$, $\pm 5\%$ de la tensión
- Sobretemperatura a plena carga : 100 °C
- Conexión : Delta/Estrella (con neutro conectado a tierra) para 10 kV y Estrella/Estrella para 22,9 kV.
- Grupo (reconectable en MT) : Dyn5 en 10 kV y YNyn6 en 22,9 kV
- Normas de Fabricación y Ensayo : IEC 76-1 a 76-5, IEC 60726 (2003) y IEC 60076-11(2004)
- Tensión de Cortocircuito : 5% Vn
- Tensión de ensayo a frecuencia industrial
 - AT : 125 kV.
 - BT : 1 – 3 kV.
- Tensión de Impulso : 125 kV.
- Enfriamiento : Por aire
- Servicio : Continuo
- Nivel de ruido : No Mayor 60 db

Accesorios

- Para la protección térmica deberá tener un conjunto de tres (3) sondas PT100 para el control y medición de la temperatura con su correspondiente Central de protección con salidas para falla, ventilación, alarma y desconexión.
- Placa de características según CEI.
- Conmutador en vacío.
- Cáncamos de izaje.
- Conectores para puesta a tierra (usar cable mín. 50mm²).
- 4 ruedas bidireccionales orientables a 90°.
- Enganches para los desplazamientos horizontales.
- Caja conexionado para las alarmas y el disparo del interruptor-seccionador y contactos secos para la señalización.
- Señal remota de alarma y de disparo.
- 2 tomas de puesta a tierra
- Agujeros de arrastre sobre el chasis
- Protocolo de pruebas individuales y documentos sobre instalación y mantenimiento.

El transformador deberá estar preparado para la conexión del cable de media tensión por la parte inferior, debiendo fijarse los cables al panel lateral en el interior de la envolvente, mediante elementos de fijación a ser suministrados por los equipadores. La conexión con el transformador se efectuará mediante bornes enchufables o terminales termocontraíbles Raychen o similar.

El conductor de conexión a tierra del lado de media tensión de la subestación será de cobre electrolítico desnudo, 19 hilos, 50 mm² de sección y temple blando.

e) **Aisladores portabarras**

Se utilizarán aisladores de porcelana de las siguientes características:

- Tensión de Servicio : 24 kV
- Esfuerzo de rotura : 750 Kg

f) **Puesta a tierra**

Normas Aplicables

Cumplirá con las prescripciones de las siguientes normas:

- INDECOPI 370.227 : Cables de cobre desnudos para usos eléctricos.
- ASTM A 153 : Zinc Coating (Hot dip) on iron and Steel Hardware.

Conductor

El conductor de conexión a tierra del lado de media tensión de la subestación será de cobre electrolítico desnudo, 7 hilos, 35 mm² de sección y temple blando.

El conductor que viene desde la malla de tierra ubicada en el cuarto sótano del edificio a la caja de borneras de tierra será de 70 mm² de sección temple blando.

Electrodo y Conector

Será de cobre de 5/8" Ø x 2,40 m de longitud, y vendrán previstos de dos conectores de bronce similar al fabricado por JOSLYN con N° de catálogos J 8392 - AB y estará provisto de perno con cabeza hexagonal.

Estos conectores servirán para conectar el electrodo con el conductor de bajada.

Nota

Para el sistema de media tensión, baja tensión y sistema de cómputo se ha previsto un único sistema de puesta tierra, a fin de garantizar una sola plataforma equipotencial, con una resistencia no mayor de 5 ohmios

Se conectarán a tierra todas las partes metálicas que no se encuentran bajo tensión y el punto neutro del transformador para cuando el nivel de tensión sea de 22,9 kV

La utilización en el tratamiento químico del pozo de tierra con compuesto GEL o similar, se efectuará siguiendo las recomendaciones del fabricante.

Una vez instalado la malla de tierra, el contratista deberá efectuar la medición de esta, cuyo resultado deberá cumplir lo siguiente:

Resistencia de Malla de tierra única : ≤ 5 Ohms.

g) Equipos de protección y maniobra

Banco de Maniobras

Consistente en una plataforma de 0,80 x 0,80 m de madera dura de 1 " de espesor mínimo.

Conformada por listones debidamente encolados y soportados en listones matrices de 2.1/2". Aproximadamente de modo que pueda resistir un peso de 100 Kg. Como acabado, la madera será protegida con una capa de barniz.

La plataforma será soportada por cuatro aisladores de resistencia mecánica a la compresión, impacto y dureza con pieza de fijación a la plataforma.

De las siguientes características:

- Tensión Nominal : 24 kV
- Capacidad de aislamiento : Según VDE 011/1212

No se permitirá clavos ni uniones metálicas.

Zapatos

Un par de zapatos No. 40 con suela y tacones de jebe de alto aislamiento eléctrico, los que deberán ser clavados con clavijas de madera o cocidos, no se permitirán clavos o partes metálicas.

Guantes

Un par de guantes tamaño grande, de jebe u otro material aislante para uso eléctrico y un nivel de aislamiento de 30 kV.

Piso de Jebe

De ancho y largo de acuerdo a dimensiones del ambiente interior de la subestación, mínimo de 1/2" de espesor aproximado, de una sola pieza, superficie lisa, según indicaciones del Código Nacional de Electricidad.

Cartilla

Una cartilla (1) en idioma castellano de primeros auxilios en caso de accidentes por contacto eléctrico de dimensiones no menor de 1,00 x 0,80 m. Así mismo, se incluirá una cartilla con las reglas para las maniobras en M.T. y señalización de

“Peligro de Muerte, Alta Tensión”, en la puerta de ingreso de la subestación y dentro de la misma.

Extintores

Extintores de Polvo Químico tipo ABC de 20 Lbs.

Diagrama Unifilar

En marco de aluminio protegido con acrílico indicado en las celdas de media tensión, así como en los tableros generales de baja tensión.

Placas de Identificación

Se deberán prever las siguientes placas de identificación en idioma español:

- Para la identificación de cada celda, una en frente y otra en la espalda.
- Para identificar la función de cada instrumento medidor, relé, fusible, interruptor, etc.

La altura de los caracteres para los rótulos de los circuitos principales no será menor de 8 mm y para los demás rótulos no menores de 2,5 mm.

Las placas serán de aluminio o plástico laminado, de fondo blanco y letras negras fijadas con tornillos o remaches y deberán ser sometidas a la aprobación del supervisor.

En la cara frontal de las celdas se instalará una barra mímica que represente las conexiones y el equipo principal que se comanda desde cada celda.

La barra mímica será sólida, de metal u otro material duradero, firmemente asegurada en su lugar.

Los equipos se representarán mediante símbolos convencionales usados en nuestro medio.

Panel Anunciador de Alarmas

Se deberá considerar un panel anunciador de alarmas a ubicarse en la zona de ingreso a la subestación. Dicho panel anunciador permitirá recibir las señales de prealarma, alarma y disparo del seccionador de potencia, así como las señales de los diferentes elementos a ser monitoreado.

Pértiga aislada de fibra de vidrio

Tipo tropicalizada y para trabajo pesado, de material aislante de alta resistencia mecánica a la tracción y la flexión, tendrá un aislamiento no menor de 24 kV.

Manubrios

Se proveerán de los manubrios para la operación de seccionadores e interruptores.

Revelador de tensión

Revelador Luminoso y Sonoro de Alta Tensión para detección de una tensión de hasta 24 kV.

CONCLUSIONES

- 1.- Para empezar a desarrollar un sistema de utilización en media tensión se debe contar primero con el punto de diseño otorgado por el concesionario de electricidad.
Luego para realizar el dimensionamiento y detalles civil y electromecánico de la subestación se debe definir: la potencia y tipo de transformadores según las cargas a alimentar, las celdas de media tensión que contienen a los equipos de maniobra y protección.
Con estos datos se elabora un diagrama unifilar para tener una idea general del proyecto. Con ello se realiza la distribución de los equipos según sus dimensiones y el cableado, teniendo en cuenta que se deben tener espacios suficientes para instalación, operación y mantenimiento de los equipos; además se debe prever los ductos de ventilación necesarios para el buen desempeño de los equipos y una adecuada puesta a tierra para protección y seguridad de las personas y equipos.
Para el dimensionamiento y detalles de instalación del alimentador de media tensión se debe contar con las recomendaciones del código nacional de electricidad y del concesionario.
- 2.- Se debe tener especial cuidado de que durante los cálculos eléctricos los elementos que forman parte del proyecto estén bien dimensionados y con la flexibilidad requerida según los criterios descritos.
- 3.- Las especificaciones técnicas que se dan son de vital importancia ya que estas especificaciones cubren las condiciones requeridas para el dimensionamiento, definición de propiedades, fabricación, tratamiento, inspección, y pruebas.
- 4.- El proyecto según los estudios realizados traerá consigo los beneficios técnicos y económicos dado que han seguido las recomendaciones de las normas nacionales e internacionales y se han elegido los equipos que ofrecen las mejores ventajas en la actualidad.

ANEXOS

ANEXO A:

CALCULO DE RESISTENCIA DE PUESTA DE TIERRA

CALCULO DE MALLA CON VARILLAS

Formula Schwarz

Datos:

ρ = Resistividad equivalente del terreno (Ω -m)

L = longitud del conductor de la malla (m)

A = Area de la Malla (m²)

a = radio del conductor (mm)

L1 = longitud de la malla ancho

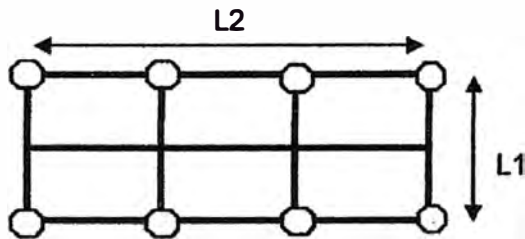
L2 = longitud de la malla largo

h = Profundidad de enterramiento (cm)

l = longitud de la barra (m)

r = radio de la varilla (mm)

n = # de varillas



Resistividad del Terreno $\rho = 400 \Omega.m$

Lados de la malla de Tierra

L1 = 8 m

L2 = 15 m

Lados de la cuadrícula interna

L11 = 5 m

L22 = 4 m

Long. Del conductor Horizontal

L = 77 m

Radio del conductor (mm)

a = 5,67 mm

Area de la Malla

A = 120 m²

Profundidad de enterramiento de malla

h = 60 h(cm)

Longitud de varillas

l = 2,4 (m)

Nº de Varillas de tierra

n = 4 und

Radio de la varilla (mm)

r = 8 (mm)

Constantes de Geometría

$$K1 := -0.05 \cdot \frac{L2}{L1} + 1.2$$

$$K2 := 0.1 \cdot \frac{L2}{L1} + 4.68$$

$$K1 = 1,17333$$

$$K2 = 4,8675$$

Resistencia de los Conductores de la malla

$$R1 := \frac{\rho}{\pi \cdot B} \left(\ln \left(\frac{2 \cdot B}{\sqrt{2 \cdot a \cdot S}} \right) + \frac{K1 \cdot B}{\sqrt{A}} - K2 \right)$$

$$R1 = 18,0437 \Omega$$

Resistencia de todas las varillas electrodos

$$R2 := \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot n \cdot L} \left[\ln \left(\frac{4 \cdot L}{r} \right) - 1 + \frac{2 \cdot K1 \cdot L}{\sqrt{A}} \cdot (\sqrt{n} - 1)^2 \right]$$

$$R2 = 43,7955 \Omega$$

Resistencia Mutua entre conductores y varillas electrodo

$$Rm := \frac{\rho}{\pi \cdot B} \left(\ln \left(\frac{2 \cdot B}{L} \right) + \frac{K1 \cdot B}{\sqrt{A}} - K2 + 1 \right)$$

$$Rm = 14,1238 \Omega$$

Resistencia Total del Sistema

$$\frac{R1 \cdot R2 - Rm^2}{R1 + R2 - 2 \cdot Rm}$$

Resistencia de Puesta a Tierra	= 17,59 Ω
---------------------------------------	------------------------------------

Resistencia de Puesta a Tierra con Tratamiento Quimico 1 dosis/m3 Thorgel	= 9,26 Ω
--	-----------------------------------

Resistencia de Puesta a Tierra con Tratamiento Quimico 2 dosis/m3 Thorgel	= 6,95 Ω
--	-----------------------------------

Resistencia de Puesta a Tierra con Tratamiento Quimico 3 dosis/m3 Thorgel	= 4,63 Ω
--	-----------------------------------

Resistencia de Puesta a Tierra con Tratamiento Quimico Favigel	= 4,40 Ω
---	-----------------------------------

ANEXO B:

TABLA 2-XXX

CAPACIDAD DE CORRIENTE PARA UN SISTEMA DE CABLES UNIPOLARES CON AISLAMIENTO TERMOPLASTICO DISPUESTO EN TRIANGULO Y DIRECTAMENTE ENTERRADOS

Por ejemplo : NYSY, NY Y



Sección nominal	3.6/6 kV	6/10 kV	12/20 kV	18/30 kV
mm ²	A	A	A	A
16	110	108	--	--
25	140	138	110	100
35	167	164	135	115
50	198	193	160	140
70	242	236	195	170
95	289	281	235	200
120	328	318	270	225
150	366	354	300	250
185	413	399	335	280
240	478	460	385	320
300	536	515	430	355
400	605	579	485	400
500	--	--	540	440

TABLA 2-XXXI
FACTORES DE CORRECCIÓN RELATIVOS A LA TEMPERATURA DEL SUELO

Máxima temperatura admisible de los conductores del cable °C	Temperatura del suelo °C									
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
80	1.12	1.08	1.04	1.00	0.96	0.91	0.87	0.82	0.76	0.71
75	1.13	1.09	1.05	1.00	0.95	0.90	0.85	0.79	0.73	0.67
70	1.14	1.09	1.05	1.00	0.95	0.89	0.84	0.77	0.71	0.63
65	1.15	1.10	1.05	1.00	0.94	0.88	0.82	0.75	0.67	0.58
60	1.16	1.11	1.06	1.00	0.93	0.87	0.79	0.71	0.61	0.50

TABLA 2-XXXII




**FACTORES DE CORRECCION DE LA CAPACIDAD DE CORRIENTE
RELATIVOS A LA RESISTIVIDAD TERMICA DEL SUELO**

Sección del conductor mm ²	Resistividad térmica del suelo °C cm/W								
	50	70	80	100	120	150	200	250	300
Cables multipolares con aislamiento termoplástico									
Hasta 25	1.18	1.10	1.07	1.00	0.95	0.89	0.80	0.74	0.69
35 - 95	1.24	1.12	1.08	1.00	0.94	0.87	0.77	0.70	0.65
120 - 300	1.25	1.13	1.08	1.00	0.93	0.86	0.76	0.69	0.64
Sistemas de cables unipolares con aislamiento termoplástico									
6 - 500	1.39	1.17	1.11	1.00	0.92	0.83	0.73	0.65	0.60
Cables multipolares con aislamiento de papel									
Hasta 25	1.19	1.09	1.06	1.00	0.96	1.91	0.83	0.77	0.73
35 - 95	1.20	1.10	1.07	1.00	0.96	0.90	0.81	0.75	0.71
120 - 300	1.23	1.12	1.08	1.00	0.95	0.88	0.79	0.73	0.68
Sistemas de cables unipolares con aislamiento de papel									
Hasta 25	1.25	1.13	1.07	1.00	0.97	0.91	0.84	0.78	0.74
35 - 95	1.26	1.14	1.08	1.00	0.97	0.90	0.83	0.76	0.72
120 - 300	1.28	1.16	1.09	1.00	0.96	0.89	0.81	0.74	0.70

TABLA 2-XXXV
FACTORES DE CORRECCION DE LA
CAPACIDAD DE CORRIENTE RELATIVOS
A LA PROFUNDIDAD DE TENDIDO

Profundidad de Tendido (m)	(Sección mm ²)	
	Hasta 300	Mayor 300
0.50	1.02	1.03
0.60	1.01	1.02
0.70	1.00	1.00
0.80	0.98	0.97
1.00	0.96	0.95
1.20	0.95	0.94
150	0.94	0.92

TABLA 2-XXXVI
FACTORES DE CORRECCION DE LA CAPACIDAD DE
CORRIENTE RELATIVOS AL TENDIDO EN DUCTOS

Tendido en ductos	Sección mm ²	Cable multipolar	Sistema De cables unipolares
Un solo ducto 	Hasta 50	0.81	0.81
	70 - 150	0.80	0.79
	185 - 400	0.79	0.76
	500 o más	-	0.69
Tres ductos (no ferroso)			
En línea horizontal 	Hasta 50	-	0.82
	70 - 150	-	0.80
	185 - 400	-	0.77
	500 o más	-	0.70
En triángulo 	Hasta 50	-	0.83
	70 - 150	-	0.81
	185 - 400	-	0.78
	500 o más	-	0.71

Fecha de Actualizacion: 2008-04-21

PARAMATROS ELECTRICOS

SECCION NOMINAL	RESISTENCIA	RESISTENCIA		REACTANCIA INDUCTIVA		AMPACIDAD		AMPACIDAD	
	DC a	AC		(A)	(B)	ENTERRADO		AIRE	
	20°C	(A)	(B)			20°C		30°C	
mm ²	mmOhm/Km	Ohm/Km	Ohm/Km	Ohm/Km	Ohm/Km	(A)	(B)	(A)	(B)
35	0.524	0.668	0.668	0.2865	0.1689	215	190	235	200
50	0.387	0.494	0.494	0.272	0.1572	250	225	270	240
70	0.268	0.342	0.342	0.2598	0.1492	305	275	350	300
95	0.193	0.247	0.247	0.2489	0.1416	365	325	420	360
120	0.153	0.196	0.196	0.240	0.1353	410	370	485	415
150	0.124	0.159	0.16	0.2336	0.1319	445	410	540	470
185	0.0991	0.127	0.128	0.2264	0.1274	500	465	615	535
240	0.0754	0.098	0.099	0.2174	0.1217	570	535	720	630
300	0.0601	0.078	0.08	0.2108	0.1185	635	605	815	715
400	0.047	0.062	0.064	0.2034	0.1143	690	675	905	820
500	0.0366	0.050	0.052	0.1970	0.1113	760	750	1015	930

(A) = 3 cables unipolares en formación tripolar, tendidos paralelos con una separación mayor o igual a 7 cm

(B) = 3 cables unipolares en formación tripolar, tendidos, agrupados en triángulo, en contacto

BAJO LAS SIGUIENTES CONDICIONES:

- TEMPERATURA DEL SUELO = 20°C
- TEMPERATURA DEL AIRE = 30°C
- RESISTIVIDADELSUELO = 1k.m/W
- PROFUNDIDAD DE INSTALAC. = 700 mm.

Fecha de Actualizacion: 2008-04-21

ESPECIFICACIONES CONDUCTORES TIPO N2XSJ 18/30kv**PARAMATROS FISICOS**

SECCION NOMINAL	NUMERO HILOS	DIAMETRO CONDUCTOR	ESPESOR		DIAMETRO EXTERIOR	PESO
			AISLAMIENTO	CUBIERTA		
mm ²		mm	mm	mm	mm	Kg/Km

Indeco

50	19	8.7	8.0	2	31.9	1351
70	19	10.5	8.0	2.2	34.1	1650
95	19	12.3	8.0	2.2	35.9	1973
120	37	13.9	8.0	2.2	37.5	2266
150	37	15.4	8.0	2.4	39.4	2618
185	37	17.2	8.0	2.4	41.3	3042
240	37	19.8	8.0	2.4	43.8	3680
300	61	22.2	8.0	2.6	46.6	4392
400	61	25.1	8.0	2.6	49.5	5299
500	61	28.2	8.0	2.8	53.0	6414

Fecha de Actualizacion: 2008-04-21

PARAMATROS ELECTRICOS

SECCION NOMINAL	RESISTENCIA		RESISTENCIA		REACTANCIA INDUCTIVA		AMPACIDAD		AMPACIDAD	
	DC a		AC		(A)	(B)	ENTERRADO		AIRE	
	20°C		(A)	(B)			20°C		30°C	
mm ²	mmOhm/Km	Ohm/Km	Ohm/Km	Ohm/Km	Ohm/Km	(A)	(B)	(A)	(B)	
50	0.387	0.494	0.494	0.2761	0.1711	250	230	280	245	
70	0.268	0.342	0.342	0.2638	0.1622	305	280	350	300	
95	0.193	0.247	0.247	0.2528	0.1539	365	330	425	365	
120	0.153	0.196	0.196	0.2439	0.1471	410	375	485	420	
150	0.124	0.159	0.159	0.2374	0.1430	450	415	540	470	
185	0.0991	0.127	0.128	0.2302	0.1379	505	470	615	540	
240	0.0754	0.098	0.098	0.2211	0.1317	580	545	720	630	
300	0.0601	0.078	0.08	0.2143	0.1278	645	610	815	720	
400	0.047	0.062	0.064	0.2069	0.123	700	685	905	825	
500	0.0366	0.05	0.052	0.2004	0.1194	770	765	1015	930	

(A) = 3 cables unipolares en formación tripolar, tendidos paralelos con una separación mayor o igual a 7 cm

(B) = 3 cables unipolares en formación tripolar, tendidos, agrupados en triángulo, en contacto

BAJO LAS SIGUIENTES CONDICIONES:

- TEMPERATURA DEL SUELO = 20°C
- TEMPERATURA DEL AIRE = 30°C
- RESISTIVIDADELSUELO = 1k.m/W
- PROFUNDIDAD DE INSTALAC. = 700 mm.

ANEXO C:

24 kv

DATI ELETTRICI • ELECTRICAL DATA • DONNÉES ELECTRIQUES • ELEKTRISCHE DATEN • DATOS ELECTRICOS

Pot.	kVA	160	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
Wo	W	660	980	980	1200	1350	1650	1850	2300	2650	3100	3600	4800	5500
Wec (75 °C)	W	2600	3300	3750	4900	5960	6900	8200	9400	10900	12950	16550	19150	21750
Wca (120 °C)	W	3000	3800	4300	5500	6800	7800	8400	11000	12500	16000	19000	22000	26000
Vca (120 °C)	%	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Io	%	1,9	1,8	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1	1	0,9	0,9	0,8	0,7
Lwa	dB(A)	62	65	67	68	69	70	72	73	74	75	80	81	82
Lpa 1 m	dB(A)	51	54	55	56	56	57	58	59	60	62	64	65	67
RENDIMENTO A 75 °C (η %) - EFFICIENCY TO 75 °C (η %) - RENDEMENTS A 75 °C (η %) - WIRKUNGSGRAD BEI 75 °C (η %) - RENDIMIENTOS A 75 °C (η %)														
cos φ = 1	4/4	97,97	98,23	98,50	98,50	98,54	98,65	98,75	98,81	98,92	98,94	98,99	99,04	99,14
	3/4	98,24	98,50	98,70	98,71	98,75	98,84	98,83	98,89	99,07	99,09	99,14	99,17	99,26
	2/4	98,38	98,65	98,79	98,81	98,87	98,94	99,03	99,06	99,14	99,18	99,23	99,24	99,31
cos φ = 0,9	4/4	97,70	98,11	98,30	98,30	98,34	98,45	98,57	98,65	98,77	98,79	98,86	98,91	99,02
	3/4	98,01	98,36	98,53	98,54	98,59	98,69	98,79	98,84	98,94	98,97	99,03	99,06	99,16
	2/4	98,18	98,48	98,64	98,66	98,73	98,81	98,91	98,95	99,04	99,08	99,13	99,14	99,22
cos φ = 0,8	4/4	97,40	97,86	98,07	98,07	98,13	98,23	98,36	98,47	98,60	98,63	98,70	98,77	98,88
	3/4	97,76	98,15	98,34	98,35	98,41	98,52	98,63	98,69	98,80	98,84	98,90	98,94	99,04
	2/4	97,95	98,29	98,47	98,49	98,57	98,68	98,77	98,81	98,91	98,96	99,02	99,08	99,12
le/h		11	10,05	10,05	10	10	9	9	9	8,5	8,5	8	8	8
T	sec.	0,1	0,16	0,2	0,2	0,25	0,25	0,3	0,3	0,35	0,4	0,5	0,6	0,6
Icc	KA	3,8	6	7,8	9,9	12	15,1	19,2	24	30	38,5	48,1	60,1	76,8
CADUTA DI TENSIONE (ΔV %) - VOLTAGE DROP (ΔV %) - CHUTE DE TENSION (ΔV %) - SPANNUNGSABFALL (ΔV %) - CAIDA DE TENSION (ΔV %)														
cos φ = 1	4/4	1,78	1,49	1,36	1,37	1,36	1,25	1,2	1,14	1,05	1,05	1	0,94	0,87
cos φ = 0,9	4/4	4,08	3,85	3,75	3,75	3,75	3,66	3,62	3,57	3,5	3,5	3,48	3,41	3,35
cos φ = 0,8	4/4	4,83	4,34	4,58	4,57	4,58	4,49	4,45	4,41	4,35	4,35	4,32	4,23	4,22
TRASFORMATORE IP 00 • TRANSFORMER IP 00 • TRANSFORMATEUR IP 00 • TRANSFORMATOR IP 00 • TRANSFORMADOR IP 00 *														
L	mm	1280	1300	1300	1370	1370	1450	1450	1550	1650	1700	1850	2050	2200
W	mm	600	600	780	780	750	850	850	1000	1000	1000	1310	1310	1310
H	mm	1130	1850	1400	1450	1500	1600	1750	1500	1950	2050	2150	2300	2440
I	mm	520	520	670	670	670	670	670	820	820	820	1070	1070	1070
D	mm	125	125	125	125	125	125	125	125	150	150	200	200	200
T	mm	40	40	40	40	40	50	50	50	60	60	70	70	70
Pt	kg	780	850	1100	1200	1470	1700	2000	2400	2900	3450	4100	5500	7000
ARMADIO IP 20-21-23-30-31 • ENCLOSURE IP 20-21-23-30-31 • ENVELOPPE IP 20-21-23-30-31 • SCHUTZGEHÄUSE IP 20-21-23-30-31 • ENVOLVENTE IP 20-21-23-30-31 **														
A	mm	1850	1850	1850	1900	1900	2050	2050	2300	2300	2300	2500	2500	2600
B	mm	1100	1100	1100	1100	1100	1150	1150	1250	1250	1250	1310	1310	1400
C	mm	1400	1400	1400	1600	1600	1800	1800	2300	2300	2300	2400	2400	3000
Pb	kg	145	145	145	158	155	175	175	225	225	225	280	280	300
ABT	Tipo	A	B	B	B	B	C	D	E	F	G	H		L
AMT	Tipo	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a

N.B. I dati di questa tabella sono puramente indicativi e possono essere modificati in qualsiasi momento
 N.B. The technical data in this table are indicative and can be modified at any time
 N.B. Los datos de esta tabla son meramente indicativos y pueden ser modificados en cualquier momento
 N.B. Die technischen Daten dieser Tabelle sind unverbindlich und können jeder Zeit geändert werden
 N.B. Document non contractuel susceptible d'être modifié à tout moment sans préavis

TIPOS DE MÓDULOS

CGMCOSMOS-V

Celda modular, función de protección con interruptor automático, provista de un interruptor automático de corte en vacío en serie con el seccionador de tres posiciones (conectado, seccionado y preparado a tierra).

Se utiliza para las maniobras de conexión, desconexión y protección general de la instalación, permitiendo comunicar con el embarrado del conjunto general de celdas.

Extensibilidad: Derecha, izquierda y ambos lados.

FUNCIÓN DE PROTECCIÓN CON INTERRUPTOR AUTOMÁTICO

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS		
	12 kV	24 kV
Tensión nominal		
Intensidad nominal		
En barras e interconexión celdas [A]	400/830	400/830
Acometida Línea [A]	400/830	400/830
Tensión soportada nominal a frecuencia industrial durante 1 min.		
A tierra entre polos y entre bornas del seccionador abierto [kV]	28	50
A la distancia de seccionamiento [kV]	32	60
Tensión soportada a impulso de tipo rayo		
A tierra entre polos y entre bornas del seccionador abierto [kV]	75	125
A la distancia de seccionamiento [kV]	85	145
Intensidad de corta duración (circuito principal)		
Valor eficaz 1 s [kA]	16/20	16/20
Valor eficaz 3 s [kA]	16/20	16/20
Valor de pico [kA]	40/50	40/50
Categoría del Interruptor automático s/IEC 62271-100	E2	E2
Poder de corte de corriente principalmente activa [A]	400/830	400/830
Poder de cierre del Interruptor principal (valor de pico) [kA]	40/50	40/50
Poder de apertura [kA]	16/20	16/20
Intensidad de corta duración (circuito de tierras)		
Valor eficaz 1 s [kA]	16/20	16/20
Valor eficaz 3 s [kA]	16/20	16/20
Valor de pico [kA]	40/50	40/50

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Alto mm	Ancho mm	Fondo mm	Peso kg
1740	480	860	218

SECUENCIAS DE MANIOBRA

A	⊖	CA	⊕	CA
	0,3 s		15 s	
	0,3 s		3 min	
	3 min		3 min	

NOTA:

Las funcionalidades adicionales de protección, medida, control y automatización son específicas en su apartado correspondiente, así como en el de Familia eStarSYS.

Sistema CGMCOSMOS

CGMCOSMOS-P

Celda modular, función de protección con fusibles, provista de un interruptor-seccionador de tres posiciones (conectado, seccionado y puesto a tierra, antes y después de los fusibles) y protección con fusibles limitadores.

Se utiliza para las maniobras de conexión, desconexión y protección, permitiendo comunicar con el embarrado del conjunto general de celdas.

Extensibilidad: Derecha, izquierda y ambos lados.

FUNCIÓN DE PROTECCIÓN CON FUSIBLES

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS		
	12 kV	24 kV
Tensión nominal		
Intensidad nominal		
En barras e interconexión celdas [A]	400/830	400/830
Sejante Trafo [A]	200	200
Tensión soportada nominal a frecuencia industrial durante 1 min.		
A tierra entre polos y entre bornas del seccionador abierto [kV]	28	50
A la distancia de seccionamiento [kV]	32	60
Tensión soportada a impulso de tipo rayo		
A tierra entre polos y entre bornas del seccionador abierto [kV]	75	125
A la distancia de seccionamiento [kV]	85	145
Intensidad de corta duración (circuito principal)		
Valor eficaz 1 s [kA]	16/20*25	16/20*
Valor eficaz 3 s [kA]	16/20*	16/20*
Valor de pico [kA]	40/50*62,5	40/50*
Poder de corte de corriente principalmente activa [A]	400	400
Poder de cierre del interruptor principal (valor de pico) [kA]	40/50*62,5	40/50*
Categoría de interruptor s/IEC 60265-1		
"E3" [A/kA]	400/40*	400/40*
Poder de apertura de cortocircuito (fusibles) [kA]	16/20*	16/20*
Intensidad de corta duración (circuito de tierras)		
Valor eficaz 1 s [kA]	1/3	1/3
Valor eficaz 3 s [kA]	1/3	1/3
Valor de pico [kA]	2,5/7,5	2,6/7,5
Poder de cierre del Secc. de Tierra (valor de pico) [kA]	2,5/7,5	2,6/7,5
Categoría del Secc. de Tierra s/IEC 60129	E2 - M0	E2 - M0
Nº de cierres contra cortocircuito	5	5
Corriente de intersección combinado interruptor-reté ekorRPT (I máxima de corte según TD 5 IEC 60420) [A]	1250	1250
Corriente de transición combinado interruptor-fusible (I máxima de corte según TD 4 IEC 60420) [A]	1500	1300

(*) Ensayos realizados con intensidad 21 kA / 62,5 kA

(*) Ensayos realizados con tensión 24 kV

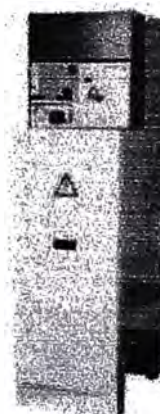
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS				
	Alto mm	Ancho mm	Fondo mm	Peso kg
	1740	470	735	140
Bajo especificación	1300	470	735	129

NOTA

Las funcionalidades adicionales de protección, medida, control y automatización son
en placas en su apartado correspondiente, así como en el de Familia ekorSYS.



ORMAZABAL



Sistema CGMCOSMOS

INDICADOR DE PRESENCIA DE TENSIÓN EKORVPIS

El **ekorVPIS**, indicador autoalimentado integrado en las celdas, muestra la presencia de tensión en las fases mediante tres señales luminosas permanentes, habiendo sido diseñado de acuerdo a la norma IEC 61858.

Para la realización de la prueba de concordancia entre fases, dispone de puntos de test fácilmente accesibles.

Opcionalmente, puede suministrarse el comparador de fases **ekorSPC**.



ALARMA SONORA EKORSAS

El **ekorSAS**, alarma sonora de prevención de puesta a tierra, es un indicador acústico, autoalimentado, que trabaja asociado al indicador de presencia de tensión **ekorVPIS**. La activación se produce al intentar accionar el eje de puesta a tierra con tensión en la línea, alertando así al operador ante el intento de realización de una maniobra inadecuada. Esto implica una mayor seguridad en la operación para bienes y personas, evitando costos de tensión en la red, mejorando la calidad del suministro.

FUNCIONES DE PROTECCIÓN

CON FUSIBLES

La protección contra cortocircuitos en la red de MT se realiza mediante los fusibles instalados en estas celdas.

Los tubos portafusibles se encuentran dentro de la cuba de gas ubicados horizontalmente, logrando así una temperatura homogénea en toda su longitud. Siendo totalmente herméticos en posición cerrada garantizan la estanqueidad ante inundaciones y polución externa.

De acuerdo a la norma IEC 62271-105, la relación Interruptor-fusible puede ser del tipo "asociado" o "combinado", Indicándose, para este último caso, la actuación de cualquier fusible en el sinóptico frontal de la celda. El conjunto interruptor-fusibles ha sido ensayado a calentamiento en las condiciones normales de servicio según IEC 60694.

CON FUSIBLES Y BOBINA DE DISPARO

Esta opción posibilita la apertura automática del Interruptor-seccionador provocada por una señal externa, como puede ser la enviada por el termostato del transformador en caso de sobrecalentamiento de éste.



Tensión Nominal [kV]		Potencia Nominal del Transformador SIN SOBRECARGAS (kVA)																	
		25	50	75	100	125	150	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	
Red	Celda	Fusible	Intensidad Nominal del Fusible [A] IEC 60282-1																
10	12	6/12	6,3	10	16	16	20	20	25	31,5	40	50	63	63	80	100	160	200*	250*
13,2	24	10/24	6,3	6,3	10	16	16	20	20	25	31,5	40	50	63	63	80	100	-	-
15	24	10/24	6,3	6,3	10	16	16	16	20	20	25	31,5	40	50	63	80	80	160*	-
20	24	10/24	6,3	6,3	6,3	10	16	16	16	20	20	25	31,5	40	50	50	63	80	125

Notas:

- *Valores correspondientes a fusibles asociados.
- Existe un carro portafusibles de 292 mm adaptado a la medida de los fusibles de 6/12 KV, excepto para las potencias de 1600 y 2000 kVA, en los que la medida es 442 mm.
- Para otras marcas y para sobrecarga en el transformador consultar a nuestro departamento Técnico-Comercial



Proyecto **EDIFICIO DE OFICINAS**
 Referencia **SISTEMA DE UTILIZACION**
 Descripción **[5HXB-500/28] - HXB-500/H**

Fecha **03/09/2008**



Punto Requerido						
Caudal (m3/h)	Pr. Est (mm c.a.)	Temperatura (°C)	Altura (m)	Densidad (kg/m3)	Frecuencia (Hz)	Tension (V)
8.200	9.0	20	20	1.2	60	127

Punto de Trabajo							
Caudal (m3/h)	Pr. Est (mm c.a.)	Pr. Din (mm c.a.)	Pr. Tot (mm c.a.)	Pot Abs (HP)	Vel imp (m/s)	Vel asp (m/s)	Velocidad (r.p.m.)
8.919	10.6	9.7	20.4	---	12.6	12.6	1725

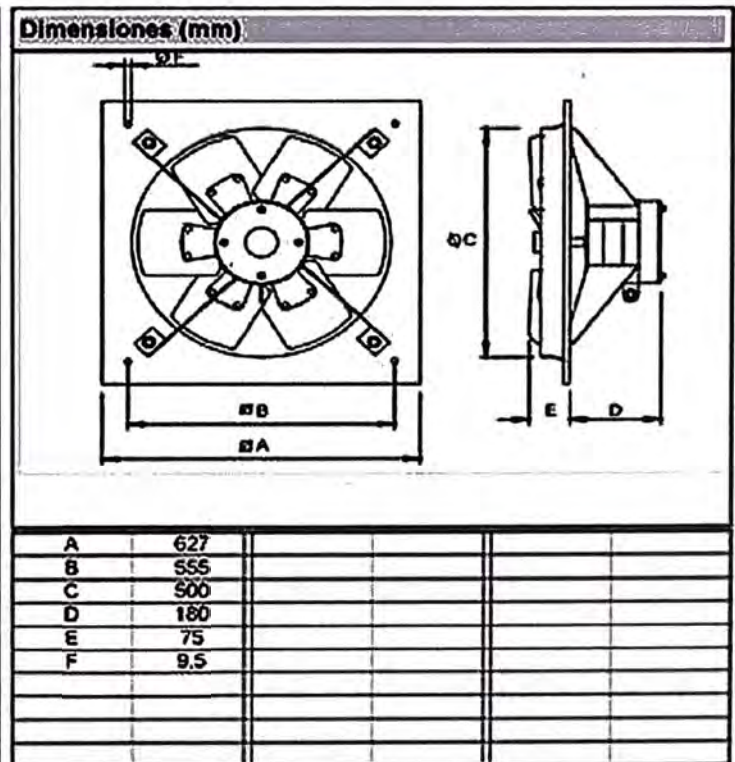
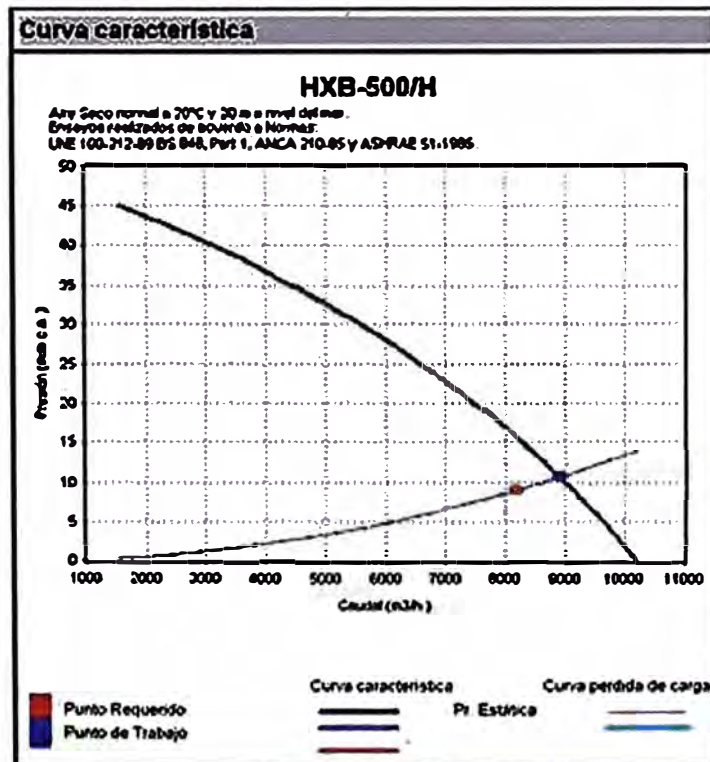
Construcción *						
Modelo	Diametro (mm)	Palas	Inclinación (°)	Peso (kg)		
HXB	500	6	28	18		

Características del Motor			
Velocidad (r.p.m.)	Pot mot (HP)	Polos	Int max abs A (127V)
1725	1/2	4	5,7

Espectro de potencia sonora (Lw dB(A))									
(r.p.m.)	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Total dB(A)
1725	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Espectro de presión sonora (Lp dB(A))									
(r.p.m.)	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Total dB(A)
1725	---	---	---	---	---	---	---	---	---

(*) Ventilador axial



ANEXO E: CUADRO DE CARGAS - EDIFICIO DE OFICINAS

OFICINAS	DESCRIPCION	C.I. (W)	F.D.D.	M.D. (W)
Oficina Tipico I TD-601,TD-701,TD-801,TD-901 TD-1001,TD-1101 236 m2 Cantidad = 6	- Alumbrado y Tomacorrientes -236 m2 x 30 W/m2	7080	1	7080
	-Tomacorrientes estabilizados -236 m2 x 30 W/m2	7080	1	7080
	- Aire Acondicionado -236 m2 x 25 W/m2	5900	0,8	4720
		20080		18880
Oficina Tipico II TD-602,TD-702,TD-802,TD-902 TD-1002,TD-1102,TD-1201 325 m2 Cantidad = 7	- Alumbrado y Tomacorrientes -325 m2 x 30 W/m2	9750	1	9750
	-Tomacorrientes estabilizados -325 m2 x 30 W/m2	9750	1	9750
	- Aire Acondicionado -325 m2 x 25 W/m2	8125	0,8	6500
		27625		28000
Oficina Tipico III TD-1301,TD-1401 327 m2 Cantidad = 2	- Alumbrado y Tomacorrientes -327 m2 x 30 W/m2	9810	1	9810
	-Tomacorrientes estabilizados -327 m2 x 30 W/m2	9810	1	9810
	- Aire Acondicionado -327 m2 x 25 W/m2	8175	0,8	6540
		27795		26160
Oficina Tipico IV TD-1501 384 m2 Cantidad = 1	- Alumbrado y Tomacorrientes -384 m2 x 30 W/m2	11520	1	11520
	-Tomacorrientes estabilizados -384 m2 x 30 W/m2	11520	1	11520
	- Aire Acondicionado -384 m2 x 25 W/m2	9600	0,8	7680
		32640		30720
Sala de Reuniones 583 m2	- Alumbrado y Tomacorrientes -583 m2 x 30 W/m2	17490	1	17490
	-Tomacorrientes estabilizados -583 m2 x 30 W/m2	17490	1	17490
	- Aire Acondicionado -583 m2 x 25 W/m2	14575	0,8	11660
		49555		46640

SERVICIOS GENERALES	DESCRIPCION	C.I. (W)	F.D.D.	M.D.(W)
a 220V	Alumbrado y Tomacorrientes			
	- Hall Ascensores-Escaleras 1800 m2 x 15 W/m2	27000	1	27000
	- Estacionamientos 6370 m2 x 5 W/m2	31850	1	31850
	Fuerza			
- Bombas Agua (3 - 5 HP)	11190	0,8	8952	
- Extractor de sótanos (2 - 20 HP)	29640	0,8	23872	
- Ascensores (4 - 15 HP y 1 - 10HP)	52220	0,8	41776	
a 440V (Aire Acondicionado)	- Chillers (2-180KW + 4-20HP + 4-14HP)	461458	0,8	369164,8
Total Serv. Generales		613.556,00		502.614,80

SISTEMA CONTRA INCENDIOS	DESCRIPCION	C.I. (W)	F.D.D.	M.D.(W)
a 220V	Fuerza			
	- Central de alarmas	12500	0,8	10000
	- Electrobombas sumidero (2- 4 HP)	5968	0,5	2984
	- B.A.C.I (90 HP+ 3HP)	69378	1	69378
Total Sist. Contra Incendio		87846		82362

RESUMEN

OFICINAS	DESCRIPCION	C.I. (W)	F.D.D.	M.D.(W)
Total oficinas a 220V = 16 Area Total (m2) = 4729	- Alumbrado y Tomacorrientes -4729 m2 x 30 W/m2	141870	1	141870
	-Tomacorrientes estabilizados -4729 m2 x 30 W/m2	141870	1	141870
	- Aire Acondicionado -4729 m2 x 25 W/m2	118225	0,8	94580
TOTAL		401965		378320
TOTAL SALA DE REUNIONES		49555		46640
TOTAL SERVICIOS GENERALES		613.556,00		502.614,80
TOTAL SIST. CONTRA INCENDIO		87.846,00		82.362,00
TOTAL PROYECTADO		1.152.922,00		1.009.936,80

CARGA INSTALADA : 1152,92 kW
SUMA MAXIMAS DEMANDAS : 1009,94 kW

CARGAS A 220V : 640 kW
CARGAS A 440V : 370 kW

BIBLIOGRAFÍA

1. Norma DGE – Terminología en Electricidad, Parte I: Generación, Transmisión, Distribución, Utilización y Tarificación de la Electricidad, Sección 2: Generalidades. MINEM – DGE 2002, Vigente.
- 2.- Código Nacional de Electricidad – Utilización. MINEM – DGE 2006, Vigente.
- 3.- Código Nacional de Electricidad – Suministro. MINEM – DGE 2001, Vigente.
- 4.- Normas de Distribución de Edelnor (Normas Internas). Edelnor – Vigentes.
- 5.- Normas de Distribución de Luz del Sur (Normas Internas). Luz del Sur – Vigentes.
- 6.- Ley de Concesiones Eléctricas y Reglamento. MINEM – DGE 2007, Vigente.
- 7.- Gaudencio Zoppetti Júdez, “Estaciones transformadoras y de Distribución” Editorial Gustavo Gili S.A – 1994.
- 8.- G. Enríquez Harper, “Elementos de Diseño de Subestaciones Eléctricas” LIMUSA – 2002.
- 9.- G. Enríquez Harper, “Protección de Instalaciones Eléctricas Industriales y Comerciales”. Última Edición.