

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**



**“DISEÑO DEL SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN MEDIA TENSIÓN 22.9
kV (OPERACIÓN INICIAL 10 kV) PARA SUMINISTRAR ENERGÍA
(MÁXIMA DEMANDA DE 580 Kw) A INMOBILIARIA MARCELITA S.A.
EN MIRAFLORES -LIMA”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR EL BACHILLER

FLORES NÚÑEZ, FRANK ANTHONY

**Villa El Salvador
2017**

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres que son el motor por el cual lucho día a día, a mis familiares y a mi esposa que siempre está ahí apoyándome en todo.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a mi Jefe de Área - Tecsur por el apoyo con el tema a exponer, a mis colegas que entendieron la importancia del trabajo y sobre todo a mis profesores de carrera que son el modelo a seguir para llegar a ser un futuro buen profesional.

ÍNDICE

| | |
|--|------|
| INTRODUCCIÓN..... | viii |
| CAPÍTULO I | 1 |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 1 |
| 1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA..... | 1 |
| 1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA | 2 |
| 1.3 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN | 2 |
| 1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | 3 |
| 1.5 OBJETIVOS | 4 |
| CAPÍTULO II | 5 |
| MARCO TEÓRICO..... | 5 |
| 2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN | 5 |
| 2.2 BASES TEÓRICAS..... | 6 |
| 2.3 MARCO CONCEPTUAL..... | 9 |
| CAPÍTULO III..... | 12 |
| DISEÑO DEL SISTEMA DE UTILIZACIÓN DE MEDIA TENSIÓN | 12 |
| 3.1 ANÁLISIS DEL SISTEMA..... | 12 |
| 3.2 DIVISIÓN DE DISEÑO PROYECTO | 15 |
| 3.3 PARÁMETROS DE DISEÑO | 16 |
| 3.4 IDENTIFICACIÓN DE REDES SUBTERRÁNEAS – GAS | 16 |
| 3.5 PLANOS DEL PROYECTO | 17 |
| 3.6 DISEÑO DEL SISTEMA | 17 |
| 3.7 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS | 31 |
| 3.8 CÁLCULO DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA..... | 37 |
| 3.9 VENTILACIÓN EN LA SUBESTACIÓN PRINCIPAL A NIVEL PROYECTADA | 38 |
| 3.10 FUSIBLES PARA LA CELDA DE MEDIA TENSIÓN | 39 |
| CONCLUSIONES | 46 |
| RECOMENDACIONES | 47 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 48 |
| ANEXOS | 49 |
| Anexo 1: Recorrido de diseño..... | 50 |
| Anexo 2: Carta LDS del punto de diseño | 52 |
| Anexo 3 Plano Recorrido de Red Subterránea..... | 56 |
| Anexo 4: Plano Montaje Electromecánico..... | 58 |
| Anexo 5: Celda modular de entrada..... | 60 |
| Anexo 6: Celda modular de salida | 63 |
| Anexo 7: Verificación de red subterránea GIS | 66 |

| | |
|--|----|
| Anexo 8: Norma LDS CD-9-320 | 69 |
| Anexo 9: Especificación Transformador Trifásico 800 kVA..... | 76 |
| Anexo 10: AUTORIZACIÓN TECSUR | 78 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1: Parámetros eléctricos del cable NA2XSY | 18 |
| Tabla 2. Especificaciones de Tubería PVC 6" | 20 |
| Tabla 3: Capacidad de Cable enterrado | 32 |
| Tabla 4: Resistencia Eléctrica de Terreno | 37 |
| Tabla 5: Selección de Fusible | 41 |
| Tabla 6: Cronograma | 42 |
| Tabla7: RELACIÓN DE MATERIALES EN MT | 43 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|---|
| Figura 1: Sistema de Utilización..... | 7 |
| Figura 2: Triángulo de potencias | 8 |
| Figura 3: Cable NA2XSJ | 8 |

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de ingeniería describe el diseño de un sistema de utilización en media tensión 22.9kv (operación inicial 10 kv) con máxima demanda de 580 kw de la Inmobiliaria Marcelitas S.A. en Miraflores - Lima, para satisfacer las necesidades de energía que la empresa requiere debido a la construcción de este nuevo Edificio Inmobiliario.

Se está presentando los cálculos electromecánicos de diseño y las normas eléctricas vigentes que se irán describiendo en el proyecto, así como pautas para la ejecución del proyecto.

CAPÍTULO I: Planteamiento del problema; aquí se identifica la necesidad existente, se establecen objetivos y la finalidad del proyecto.

CAPÍTULO II: Marco Teórico; se presentan estudios previos al desarrollo del presente proyecto, así como las bases y planteamientos teóricos relacionados con el tema objeto de estudio.

CAPÍTULO III: Diseño del Sistema; se desarrolla el diseño eléctrico y Mecánico de las Líneas y Redes Primarias, y se presentan los resultados obtenidos. Finalmente conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

Hoy en día debido al crecimiento inmobiliario en sectores muy concurridos de Lima, se está solicitando a las concesionarias eléctricas, demandas de energía que satisfagan las necesidades de los clientes. Una de las empresas es la Inmobiliaria Marcelita S.A. dedicada a alquiler de oficinas, que requiere el diseño eléctrico de un sistema de utilización desde un punto de Diseño (indicado por la concesionaria) hasta un punto de entrega ubicado en el local Inmobiliario Marcelita. Por ello se requiere el diseño de la red de media tensión y de la subestación particular interna de la Inmobiliaria. Además el proyecto tiene que ir de la mano con el tema de seguridad, calidad, medio ambiente, y que sean económicamente confiables para el beneficio de la empresa.

1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

En el presente proyecto se presentan los criterios para el buen diseño eléctrico de un sistema de utilización, que pueda ser base de futuros proyectos, para el transporte de energía de un punto de diseño a un punto de entrega y así satisfacer la necesidad primordial de los clientes en temas de energía.

En esta ocasión se está desarrollando el diseño de Sistema de Utilización para Inmobiliaria Marcelita, que a partir de la energía otorgada por la concesionaria, se pueda abastecer las oficinas que la conforman y sean útiles para su posterior alquiler.

Este diseño está basado en normas de Distribución, Ley de Concesiones Eléctricas, Código Nacional de Electricidad y Norma de Procedimientos para la elaboración de Proyectos de Sistemas de Utilización del Ministerio de Energía y Minas. Recomendándose el uso de materiales técnicamente aceptadas por la empresa concesionaria.

1.3 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

- **TEÓRICO:** El presente estudio Diseño del Sistema de Utilización en Media Tensión 22.9KV (Red subterránea) y su respectiva subestación Particular, es fundamental para suministrar energía eléctrica a las instalaciones Inmobiliaria Marcelita S.A, y su posterior alquiler de oficinas.

- **ESPACIAL:** Estará ubicado en la Av. La Paz 971 esquina con Av. 28 de julio 711, distrito de Miraflores, provincia y departamento de Lima.
- **TEMPORAL:** El proyecto total abarca 30 días.

1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

PROBLEMA GENERAL

¿Cómo diseñar el sistema de utilización en media tensión 22.9kv (operación inicial 10 kv) para suministrar la máxima demanda de 580 kw de la Inmobiliaria Marcelitas S.A. en Miraflores - Lima?

PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿Cómo realizar los cálculos eléctrico y mecánicos del sistema de utilización en media tensión 22.9kv (operación inicial 10 kv) para suministrar la máxima demanda de 580 kw de la Inmobiliaria Marcelitas S.A. en Miraflores - Lima?

¿Cómo especificar las características técnicas del sistema de utilización en media tensión 22.9kv (operación inicial 10 kv) para suministrar la máxima demanda de 580 kw de la Inmobiliaria Marcelitas S.A. en Miraflores - Lima?

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar el sistema de utilización en media tensión 22.9kv (operación inicial 10 kv) para suministrar la máxima demanda de 580 kw de la Inmobiliaria Marcelitas S.A. en Miraflores – Lima

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar los cálculos eléctrico y mecánicos del sistema de utilización en media tensión 22.9kv (operación inicial 10 kv) para suministrar la máxima demanda de 580 kw de la Inmobiliaria Marcelitas S.A. en Miraflores - Lima

Especificar las características técnicas del sistema de utilización en media tensión 22.9kv (operación inicial 10 kv) para suministrar la máxima demanda de 580 kw de la Inmobiliaria Marcelitas S.A. en Miraflores - Lima

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Al realizar una revisión de proyectos anteriores relacionados con el diseño de sistemas de utilización, se encontraron las siguientes fuentes que sirvieron como base para la realización del presente proyecto.

Espinoza (2007) afirma que:

El diseño de los cables de alimentación de energía eléctrica considera las cargas para futura ampliación.

El dimensionamiento de los cables se ha calculado teniendo en cuenta la caída de tensión y la capacidad de corriente.

La caída de tensión ($\pm 5\%$ U_n) para los alimentadores está diseñado de acuerdo al Código Nacional de Electricidad Suministro.

El diseño del cable de alimentación principal está calculado de acuerdo a la potencia de cortocircuito y el tiempo de apertura entregada por la concesionaria.

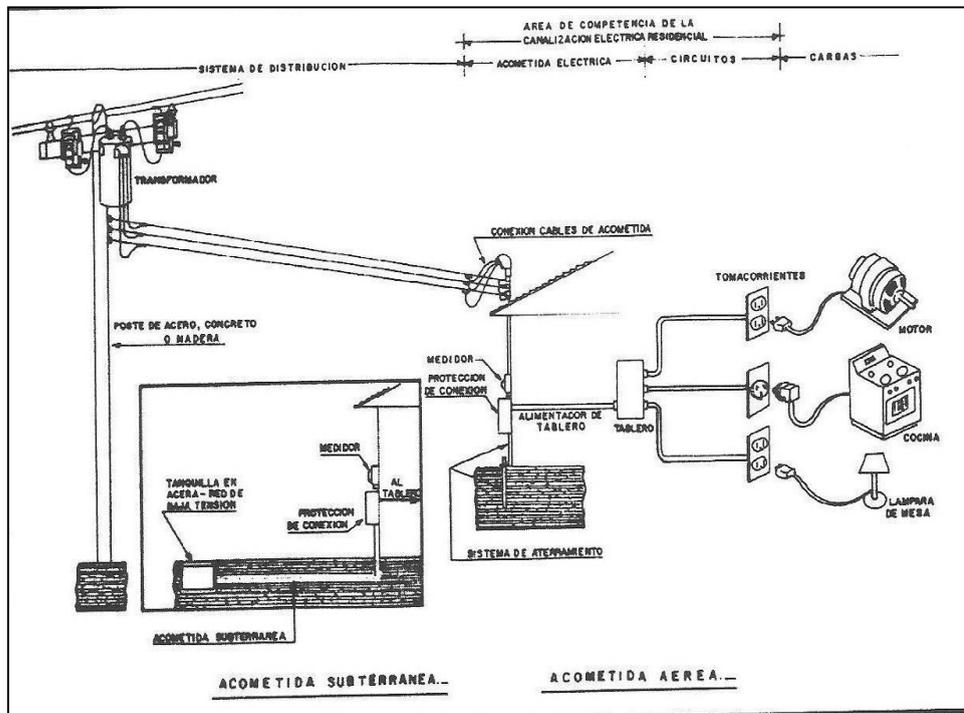
Cerpa (2013) considera:

No se ha centrado en el análisis de las capacidades de corriente de cada calibre ya que por lo general en los conductores utilizados en los sistemas de media tensión circula una corriente pequeña debido al alto voltaje, y que la mayoría de los calibres son capaces de resistir; sin embargo, si se ha tomado un cuidado especial en la selección de los conductores de acuerdo con su resistencia a los cortos circuitos, ya que en estos sistemas, a magnitud de estas corrientes suelen ser muy grandes provocando daños que podrían alcanzar la fusión de la línea si no son corregidos en un tiempo razonable.

2.2 BASES TEÓRICAS

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

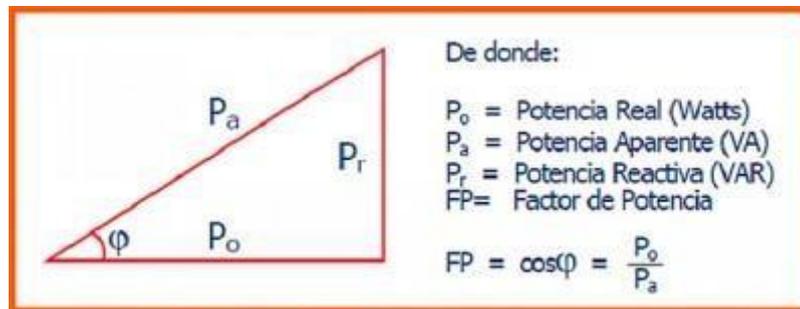
Figura 1: Sistema de Utilización



Subestación Convencional: Es la subestación de distribución cuyo equipamiento es del tipo interior y está instalado en una caseta apropiada en la que se ha previsto pasadizos y espacios de trabajo. Por su ubicación la subestación convencional puede ser de 2 tipos: de superficie (en caseta a nivel del piso) y subterránea (en el sótano de edificios).

Factor de Potencia: Denominamos factor de potencia al cociente entre la potencia activa y la potencia aparente, que es coincidente con el coseno del ángulo entre la tensión y la corriente cuando la forma de onda es sinusoidal pura, etc.

Figura 2: Triángulo de potencias



CONDUCTOR NA2XSY:

Es aquel conductor adecuado para instalaciones tanto horizontales como verticales, sujetas o no a vibraciones, en ambientes secos o húmedos, para tendidos subterráneos.

Figura 3: Cable NA2XY



Fuente: Ceper Cables

2.3 MARCO CONCEPTUAL

Sistema de utilización: Es un conjunto de instalaciones destinado a llevar energía eléctrica suministrada a cada usuario, desde el punto de entrega hasta los diversos artefactos eléctricos en los que se produzca su transformación en otras formas de energía

Máxima Demanda: La Máxima Demanda de una casa o establecimiento equivale a la máxima potencia que va utilizar durante un tiempo de vida útil proyectada para la vivienda. Por lo tanto, su unidad de medida es el vatio y generalmente se expresa en kW (kilo vatios o mil vatios).

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.

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. En el texto de esta norma se le denomina Concesionario

Zona de Concesión: Zona geográfica delimitada por un polígono, cuyos vértices están expresados en coordenadas UTM pertenecientes a un datum horizontal WGS84 o PSAD56, dentro del cual el Concesionario está obligado a prestar servicio público de electricidad y a todos aquellos que con sus propias líneas lleguen a esta zona

Subestación: Es aquella instalación encargada de transformar tensión, frecuencia, del número de fases o conexión de dos o más circuitos. Se pueden ubicar desde las centrales generadoras, en el exterior de edificios.

Puesta a tierra: Es la conexión eléctrica directa de todas las partes metálicas de una instalación, sin fusibles ni otros sistemas de protección, de sección adecuada y uno o varios electrodos enterrados en el suelo, con objeto de conseguir que no existan diferencias de potencial peligrosas

Celdas Compactas Modulares: Son celdas de cubierta metálica; usadas para realizar maniobras, aisladas en aire con seccionadores bajo carga aislados en SF6 y/o interruptores de operación en SF6 o vacío que se pueden complementar con equipos de medición, protección y control a distancia

Ventilación Forzada: La ventilación forzada, conocida también como ventilación mecánica, es el proceso mediante el cual se extrae o suministra aire de un determinado espacio, mediante la utilización de dispositivos mecánicos.

Caída de tensión: Llamamos caída de tensión a la diferencia de potencial que existe entre los extremos de cualquier conductor, semiconductor o aislante. Este valor se mide en voltios y representa el gasto de fuerza que implica el paso de la corriente por el mismo.

GIS: Sistema de Información Geográfica (también conocido con los acrónimos SIG en español o GIS en inglés) es un conjunto de herramientas que integra y relaciona diversos componentes (usuarios, hardware, software, procesos) que permiten la organización, almacenamiento, manipulación, análisis y modelización de grandes cantidades de datos procedentes del mundo real.

PMS: Punto de Medición a Superficie

LIMAT: Listado de Materiales Normalizados por la concesionaria.

CAPÍTULO III

DISEÑO DEL SISTEMA DE UTILIZACIÓN DE MEDIA TENSIÓN

3.1 ANÁLISIS DEL SISTEMA

3.1.1 DESCRIPCIÓN SOLICITANTE

El cliente Marcelita solicita S.A. solicita la concesionaria una carga contratada de 580kw para un nivel de tensión de 22.9kv (Operación inicial 10kv).

DATOS DE UBICACIÓN CLIENTE PARA EL DISEÑO.

Ubicación : Av. La Paz 971 esquina con Av. 28 de Julio 711

Distrito : Miraflores

Provincia : Lima

Departamento : Lima

Ver: Planos GIS de recorrido (Anexo 1)

3.1.2 NORMAS PARA INICIO DE DISEÑO

El presente estudio tiene por objeto efectuar el proyecto del Sistema de Utilización en Media Tensión 22.9KV (Red subterránea) y su respectiva subestación Particular para suministrar energía eléctrica a las instalaciones Inmobiliaria Marcelita S.A. dedicada a alquiler de oficinas, ubicado en la Av. La Paz 971 esquina con Av. 28 de Julio 711, distrito de Miraflores, provincia y departamento de Lima.

La elaboración del proyecto se basa en las siguientes normas:

- Norma de procedimientos para la elaboración y ejecución de obras en sistemas de distribución y sistemas de utilización en media tensión en zonas de concesión de distribución (RD-018-2002).
- Código nacional de electricidad vigente.
- Ley de concesiones eléctricas DL 25844 y su reglamento.
- Norma de distribución de Luz del Sur.
- Lista de materiales normalizados (LIMAT).

3.1.3 PUNTO DE DISEÑO

El punto de diseño en media tensión es fijado por Luz del Sur S.A.A. a través de la carta DPMT.1397310 (Anexo 2), con fecha de 03 de Mayo del 2015, considerando los siguientes parámetros de diseño:

| | | |
|----------------------------|---|---------------------------------------|
| Punto de Diseño Asignado | : | PMS 5 metros de poste AP N° 181003414 |
| Tensión de operación | : | 22.9 kV (Operación Inicial 10 kV) |
| Potencia de corto circuito | : | 100 MVA – 10 kV 220 MVA – 22.9 kV |

Tiempo de apertura de la protección: 0.1 segundos (para ambos casos)

3.1.4 DISEÑO A REALIZAR

El proyecto contempla el diseño de:

- La red de media tensión en 22.9 kV (operación inicial 10 kV), desde el PMS proyectado a 5 metros del poste AP N° 181003414 (plano Recorrido de Red Subterránea (Anexo 3)), recorriendo 480 m aproximadamente, con cable seco de Aluminio tipo NA2XSJ de 50 mm² 18/30 kV hasta llegar a la Subestación convencional proyectada tipo caseta subterránea particular de 800 KVA proyectada a ubicarse dentro del predio tal como se muestra en el plano adjunto.
- Construcción y montaje electromecánico de una Subestación convencional proyectada tipo caseta subterránea particular con transformador de 800 KVA, 22.9-10 / 0.4 KV. (Plano Montaje Electromecánico (Anexo4))

Este proyecto cumple con los requisitos exigidos en la Norma R.D. N° 018- 2002- EM/ DGE: Norma de Procedimientos para la elaboración de Proyectos de Sistemas de Utilización del Ministerio de Energía y Minas. Se ha tomado en cuenta las normas de Luz

del Sur. Recomendándose el uso de materiales técnicamente aceptadas por la empresa concesionaria

3.2 DIVISIÓN DE DISEÑO PROYECTO

3.2.1 Red de media tensión particular

Proyectado para un sistema trifásico a la tensión nominal de 22.9 kV (operación inicial 10 kV), 60 Hz, desde el punto de diseño en un PMS proyectado a 5 metros del poste AP N° 181003414, asignado por LUZ DEL SUR (Anexo 2), recorriendo 480 m aproximadamente, con cable seco de Aluminio tipo NA2XSY de 50 mm² 18/30 kV, hasta llegar a la Subestación convencional proyectada tipo caseta subterránea particular, tal como se muestra en el plano (Anexo 3).

3.2.2 Sub Estación de Transformación

Según los componentes homologados por la empresa. La Subestación convencional proyectada es de tipo caseta subterránea particular y estará constituida por celdas Celda Modular de la serie SYStem-6 marca Sarel llevando los siguientes equipos y accesorios.

- Una (01) celda modular de llegada remonte, tipo AS Incoming Cable de 24kV, 630A de la serie SYStem-6 marca Sarel. (Anexo 5).
- Un (01) celda modular de salida protección tipo TM-KP de 24kV 630A de la serie SYStem-6 marca Sarel previsto con fusible de 63A (22.9kV) y 40A (10kV) la cual protegerá al transformador de 800kVA 22.9/0.23kV. (Anexo 6).

3.3 PARÁMETROS DE DISEÑO

Los parámetros considerados para el dimensionamiento de la red de media tensión y del sistema de protección son los siguientes:

| | |
|--|--|
| Caída máxima permisible de tensión | : 5.0% |
| Tensión nominal de servicio | : 22.9 kV (operación inicial 10 kV) |
| Sección del cable NA2XSY | : 50 mm ² . |
| Tipo de cable | : NA2XSY – 18/30 kV. |
| Factor de potencia | : 0.85 |
| Frecuencia | : 60 Hz. |
| Potencia contratada | : 580 kW. |
| Potencia nominal | : 800 kVA |
| Potencia de cortocircuito | : 100 MVA – para 10 kV 220 MVA – para 22,9 kV |
| Tiempo de actuación de la protección en el punto de alimentación | : 0.1 seg (para ambos casos) |
| Capacidad del cable | : 175 A (norma LDS CD-9-320) |

3.4 IDENTIFICACIÓN DE REDES SUBTERRÁNEAS – GAS

Se realizarán las coordinaciones correspondientes con la empresa CALIDDA acerca de la existencia de las instalaciones de gas natural en el recorrido del cable particular. En caso que existan redes de gas en el tramo del recorrido del cable particular, se deberá tener especial cuidado al momento de la ejecución de los trabajos, tomando las respectivas medidas de seguridad.

3.4.1 IDENTIFICACIÓN DE REDES SUBTERÁNEAS CON GIS

Se procederá a verificar las redes eléctricas y presencia de ductos de gas con el sistema usado por la empresa. (Anexo 7)

3.5 PLANOS DEL PROYECTO

El proyecto está constituido por los siguientes planos:

- Exp-178016-01: Detalle del recorrido de la red de media tensión y Plano de Ubicación. (Anexo 3).
- Exp-178016-02: Plano de Montaje Electromecánico Subestación convencional proyectada tipo caseta subterránea particular cortes y detalles (Anexo 4).

3.6 DISEÑO DEL SISTEMA

3.6.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Las siguientes especificaciones técnicas indican las características mínimas que deben cumplir los materiales y accesorios comprendidos en la ejecución de la obra referida al sistema de utilización en media tensión 22,9 kV (operación inicial 10 kV).

Por su carácter general, no cubren detalles propios de marca o fabricante; por lo tanto el suministro ha incluido los accesorios y piezas, etc. que hagan posible la buena instalación y puedan ser operadas sin restricción alguna.

3.6.1.1 CABLE DE ENERGÍA DE ALUMINIO TIPO NA2XSY 18/30 KV

El cable será unipolar con conductor de aluminio, aislado con polietileno reticulado y con cubierta externa de cloruro de polivinilo (PVC).

La conformación del conductor será de sección circular, cableado no compacto.

El cable llevará sobre el conductor, pantalla semiconductora del tipo extruido. Sobre la pantalla semiconductora se tendrá el aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), con grado de aislamiento $E_0/E = 18/30\text{kV}$ y sobre este se aplicará otra capa de semiconductor extruido.

Seguidamente se tendrá una pantalla metálica de cobre recocido con una resistencia eléctrica mínima de 1.2 Ohm/Km y sobre este se aplicará una cubierta externa de cloruro de polivinilo (PVC), color rojo. Tendrá las siguientes características:

- Tensión máximo de servicio : 30 kV
- Sección : 50mm²
- Capacidad nominal de transporte : 175 A
- Tipo : NA2XSY
- Temperatura máxima de operación : 90 °C
- Temperatura de cortocircuito : 250 °C
- Norma de fabricación : NPT-IEC 370.255-2, IEC 60502-2
- Normas de distribución LDS : CD-9-320 (Anexo 8)
- Parámetros Eléctricos:

Tabla 1: Parámetros eléctricos del cable NA2XSY

| Sección | Capacidad enterrado (I cat) | R 20 °C | Re | X1 |
|--------------------|--------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 50 mm ² | 175 | 0.641 Ω/Km | 0.822 Ω/Km | 0.247 Ω/Km |

R2: Resistencia a la corriente continua a 20°C

Re: Resistencia efectiva a la temperatura máxima de operación (90°C)

X1: Reactancia inductiva

Cinta Señalizadora (ver Anexo 3)

| | | |
|-------------|---|--|
| Material | : | Polietileno de alta calidad resistente a los álcalis y ácidos. |
| Ancho | : | 152 mm. |
| Espesor | : | 1/10 mm. |
| Inscripción | : | Letras negras que no pierdan su color con el tiempo, con la Inscripción PELIGRO DE MUERTE 22,900 VOLTIOS. |
| Elongación | : | 250 % |
| Color | : | Rojo. |

Cinta de identificación (Para cables particulares) (Anexo 3)

La cinta de identificación es una película de vinil con adhesivo de caucho, resistente a la abrasión y a la mayoría de solventes comunes, que se emplea para señalar que los cables tendidos en la vía pública no son propiedad del concesionario.

Construcción:

| | | |
|---------------------|---|------------------------------|
| -Respaldo | : | Película de vinil pigmentada |
| -Adhesivo | : | Caucho |
| -Color del respaldo | : | Celeste |
| -Longitud del rollo | : | 33 metros |
| -Ancho del rollo | : | 5cm/2” |

Propiedades Físicas Típicas:

Prueba ASTM

- Adhesión al acero : 23oz/in.(25N/100mm)
- Resistencia a la tensión : 16Lb/in (280N/100mm)
- Porcentaje de elongación : 130%
- Espesor del respaldo : 0.10mm
- Espesor total : 0.13mm

Tubería de PVC 6"

De cloruro de polivinilo tipo pesado (PVC-P) cumplen con las normas ITINTEC NTN 399-006, propiedades físicas a 24° C

- Peso específico : 1,44 kg/dm³
- Resistencia a la tracción : 500 kg/cm²
- Resistencia a la flexión : 700/900 kg/cm²
- Resistencia a la compresión: 600/700 kg/cm²

Tabla2. Especificaciones de Tubería PVC 6"

| Diam. Nominal | | Diam. Ext. | Espesor | Diam. Inte. | Peso |
|---------------|-----|------------|---------|-------------|---------|
| Pulg. | Mm | Mm | Mm | Mm | Kg/tubo |
| 6 | 150 | 168 | 5.2 | 162.8 | 7.350 |

3.6.1.2 ZANJAS DE MEDIA TENSIÓN

El cable será instalado en tubos de PVC SAP de 6"; irán en zanja de 0.60 x 1.15 m y 0.05m de base de concreto, instalado a una profundidad de 1.0 metro, según se muestra el plano Exp-177376-01, sobre una capa de tierra cernida compactada de 0.10 m. de espesor, señalizada en todo su recorrido por una hilera continua de ladrillos a 0.15 m por encima del cable y cinta plástica de color rojo especial colocada a 0.20 m. por encima de la hilera de los ladrillos. Esta disposición se indica en el plano Exp-177376-01. La tierra de relleno será compactada por capas cada 0.20m. El cable NA2XSY 3-1x 50 mm² irá envuelto con cinta celeste.

3.6.1.3. CRUZADAS

Material: Serán de concreto vibrado, de 1.00 m de longitud y de cuatro vías de 90 mm de diámetro cada vía.

Zanja: De 0.60 m de ancho y 1.05 m de profundidad perfectamente alineada y nivelada.

Instalación: Los ductos irán sobre un solado de concreto, mezcla 1:12 de 0.05 m de espesor; luego se rellenará la zanja con tierra cernida compactada hasta 0.10 m sobre los ductos, el resto de la zanja se rellena con tierra original compactada compactándose en capas de 0.30 m, colocándose además una cinta señalizadora color roja a 0.30 m por debajo de la pista y finalmente se rellena la zanja con base de material afirmado (compactado) a 0.15 m por debajo de la pista.

Las uniones entre ductos serán sellados con un anillo de concreto y en los extremos de las cruzadas se colocaran un pirca de piedras y las vías serán taponeadas con yute y brea. (Ver anexo 3)

3.6.1.4 TERMINAL PARA CABLE SECO 18-30KV (TIPO CORTO)

Son utilizados en instalaciones de red 22.9 kV, en subestaciones, para cable 3-1x50 mm² NA2XSY 18/30kV. El terminal de 24 kV, de una sola pieza, con terminaciones de silicona, calificado con el Standard 48-1996 Clase I de IEEE para aplicaciones en ambientes agresivos (interior). Compuesto de aislador de tubo altamente dieléctrico y sello del tope de silicona.

El aislante es fabricado de goma de silicona, con alta resistencia a la tracción y propiedades hidrófugas. El terminal es para cable de media tensión 3–1x50 mm² NA2XSY de las siguientes características:

Tipo : Premoldeado, termo restringente.

Dimensión máxima : 311 mm

Distancia recorrido humedad : 470 mm

Distancia de arco : 311 mm

Para el tubo de control de alto esfuerzo:

Resistencia a la tracción

(ASTM D412) : 1500 PSI

Constante Dieléctrica (ASTM D150)

60 Hz @ 1000 V; 73 °F, 50% HR : 22

Factor de disipación 60 Hz @ 1000 V; 73 °F, 50% HR : 0.10

3.6.2 SUBESTACIÓN ELÉCTRICA PRINCIPAL

3.6.2.1 OBRA CIVIL

El ambiente con las instalaciones electromecánicas se ubicará en el interior del predio del cliente. Será de material noble con las paredes de 0.25m, y un canal de ventilación para el ambiente. El acabado de los pisos será de cemento pulido y para los techos y paredes de cemento tarrajado y pintado.

Tendrá las siguientes dimensiones externas aproximadas:

| | |
|----------|-----------|
| Longitud | : 4.85 m. |
| Ancho | : 4.00 m. |
| Altura | : 3.20 m. |

Las vigas y columnas serán de concreto armado de resistencia $f_c=175$ kg/cm² de medidas 0.25x0.40 y 0.25x0.25 respectivamente.

El techo será aligerado de espesor $h=0.20$ m con ladrillo de hueco arcilla de 15x30x30 y viguetas de concreto armado.

Se ha previsto la ventilación Natural, El sistema estará constituido por un ingreso de aire por medio de una rejilla de 1.00mx1.00m con marco angular de 2"x 2"x 3/16", con rejilla de pletina de F° de 3/16 x 1", separados cada 3 cm, y una rejilla de salida de 4.90mx0.50m de salida, de las mismas características mencionadas.

3.6.2.2 EQUIPAMIENTO ELECTRO MECÁNICO DE LAS CELDAS

CELDA DE LLEGADA AS

Especificaciones Técnicas

Tipo: Modular

Modelo: AS Incoming Cable y AS Bus Riser de la serie SYStem-6 de Sarel

Dimensiones:

Ancho : 500mm

Alto : 1640mm

Profundidad : 1000mm

Recomendaciones:

IEC 60298, 60129, 60694, 60420, 60056, 61958

UTE Normas:

NFC 13.100, 13.200, 64.130, 64.160,

EDF especificaciones

HN 64-S-41, 64-S-43

(Ver Anexo 5)

CELDA DE SALIDA TM-KP

“Unidad con seccionador – fusible”

Especificaciones Técnicas

Tipo: Modular

Modelo: TM-KP de la serie SYStem-6 de Sarel

Dimensiones:

Ancho : 500mm

Alto : 1640mm

Profundidad : 1000mm

Peso : 130kg

Equipado con seccionador tripolar bajo carga y puesta a tierra en una envolvente llena de SF₆ (hexafluoruro de azufre) como elemento aislante y agente de corte.

Tensión Nominal : 24 kV

I nominal : 630A

I_k : 16kA

Nivel de Aislamiento:

50Hz/imn Aislamiento : 50kV

(kV Eficaz) Seccionamiento : 60kV

1.2/50ms Aislamiento : 125kV

(kV Cresta) Seccionamiento : 145kV

Resistencia Mecánica : 1000 Operaciones

Resistencia Eléctrica : 100 Aperturas a In.

Norma de fabricación

Recomendaciones:

IEC 60298, 60129, 60694, 60420, 60056, 61958

UTE Normas:

NFC 13.100, 13.200, 64.130, 64.160,

EDF especificaciones

HN 64-S-41,

(Ver Anexo 6)

3.6.2.3 TRANSFORMADOR DE POTENCIA TIPO SECO DE 800 KVA

Será del Tipo seco, encapsulado en resina, fabricado con arrollamientos de aluminio y núcleo de chapa de acero al silicio de grano orientado, laminado en frío, enfriamiento natural clase térmica F (140°C), con los bobinados de MT encapsulados al vacío en resina y los bobinados de baja impregnados en resina. Serán para uso interior.

Los transformadores vendrán provistos de una envolvente (Gabinete) para la protección contra los contactos directos con las partes bajo tensión, grado de protección IP 21

Clasificación Climática y Ambiental:

Será de clase: climática C2 (Funcionamiento, transporte y almacenamiento hasta una temperatura mínima de -25°C) y medioambiental E2 (Condensación consistente y contaminación pesada), como se definen en el nuevo documento IEC 60076-11 del 2004. Las clases C2 y E2 deberán figurar en la placa de características.

Clasificación del Comportamiento al Fuego:

Será de clase: F1 como se define en el CENELEC EN 60726 (2003). La clase F1 deberá figurar en la placa de características.

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.

En la subestación se tiene proyectada la instalación 01 transformadores de potencia se adjunta las especificaciones técnicas (Ver Anexo 9)

3.6.2.4 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DE LA SUBESTACIÓN PROYECTADA

Pozo de Tierra

Comprende tres sistemas de puesta a tierra, uno en el lado de Media tensión, para la puesta a tierra del neutro del transformador y otro en Baja tensión, para lo cual se instalaran pozos a tierra en primer nivel +0.00NPT de la subestación. 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 el pozo de Tierra, el contratista deberá efectuar la medición de ésta, cuyo resultado deberá cumplir con lo siguiente:

Resistencia de Puesta Tierra para un pozo a tierra con un solo electrodo $\leq 15 \Omega$

-Resistencia de puesta a tierra de pozo de Media tensión y neutro: $\leq 25 \Omega$

-Resistencia de puesta a tierra de pozo de Baja tensión: $\leq 15 \Omega$

Según los términos de referencia

Conductor

El conductor de puesta a tierra en el sistema de Media Tensión y baja tensión será de cobre electrolítico desnudo, temple blando, 7 hilos, 70 mm² de sección.

Electrodo

Varilla de cobre de 3/4" de diámetro y 2.4 m de Longitud, para el sistema de Media y baja tensión; vendrán provistos de dos conectores de Bronce tipo AB.

Estos conectores servirán para conectar el electrodo con el conductor de "Bajada".

Para ver detalle de instalación ver Anexo 4

3.6.2.5 EQUIPO DE PROTECCIÓN Y MANIOBRA

La subestación deberá contar para la puesta en servicio de la subestación y futuras maniobras los siguientes equipos:

BANCO DE MANIOBRAS

Consiste 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 ½ “.

Aproximadamente de modo que pueda resistir un peso de 130 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

REVELADOR DE TENSIÓN: AUDIBLE – LUMINOSO

Tensión Nominal : 24 kV

Nivel básico de aislamiento (BIL) : 150 KV

Voltaje de ensayo (por pie y 5min) : 100 KV

PÉRTIGA TELESCÓPICA AISLANTE

Tensión Nominal : 24 kV

Nivel básico de aislamiento (BIL) : 150 KV

Voltaje de ensayo (por pie y 5min) : 100 KV

Longitud : 1.80 m

(Norma de Distribución PE-9-381).

ZAPATOS

Botines de seguridad dieléctricos de cuero satinado color negro con planta y firme de caucho natural dieléctrico antideslizante; de acuerdo a lo indicado en las normas de distribución SE-3-112, de Luz del Sur S.A.

GUANTES

Un par de caucho de goma natural de clase 3 hasta 26.5 KV de la marca Salisbury o similar. (Norma de Distribución PE-7-680)

PISO DE JEBE

De ancho y largo de acuerdo a dimensiones del ambiente interior de la subestación, mínimo de ½" de espesor aproximado, de una sola pieza, superficie lisa, según indicaciones del código Nacional de Electricidad.

CASCO

Fabricado de acrílico butilo (ABS) de 24 000 V. de resistencia dieléctrica, resistencia al impacto de 5.7 Kg. x 5 m y a la penetración de 0.68 Kg. a 3 m. con sistema de suspensión fabricada en polietileno, marca North o similar, con sujetador o barbiquejo.

LENTES DE SEGURIDAD

Con marco fabricado en PVC flexible, fácilmente adaptable, con cuatro válvulas de ventilación. Lente de policarbonato antiempañable, de una sola pieza. Banda de ajuste graduable, elástico e intercambiable. Alta resistencia a proyectil agudo o bola de acero.

PLACA DE PRIMEROS AUXILIOS

En idioma castellano en caso de accidentes por contacto eléctrico de dimensiones no mayor 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.

CARTILLA DE MANIOBRAS

El cual se ubicara en la puerta de la celda de llegada de la subestación.

3.7 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO DEL CABLE SUBTERRÁNEO EN MEDIA TENSIÓN

Condiciones:

| | |
|-----------------------------|--|
| Potencia Nominal (kVA) | : 800 kVA |
| Máxima demanda | : 580 kW |
| Factor de Potencia (CosØ) | : 0.85 |
| Tensión Nominal (kV) | : 22.9 kV (operación inicial 10 kV) |
| Tipo de Conductor | : 3-1x50 mm ² NA2XSY- 18/30 kV |
| Temperatura del Terreno | : 25°C |
| Potencia de corto circuito | : 100 MVA (para 10 kV) 220 MVA (para 22,9 kV) |
| Duración del corto circuito | : 0. 1 segundos (para ambos casos) |
| Capacidad del cable | : 175 A (norma LDS CD-9-320) |

3.7.1 CÁLCULO POR CAPACIDAD DE CORRIENTE

$$I_N = \frac{S}{\sqrt{3}xU_N}$$

Donde:

In = Corriente nominal en A

S = Potencia nominal de diseño en kVA = 800 kVA

Un = Tensión nominal del sistema en kV = 22.9 kV (operación inicial 10 kV)

Entonces:

$$I_n (10 \text{ kV}) = 46.19 \text{ A} \quad I_n (22,9 \text{ kV}) = 20.17 \text{ A}$$

La corriente de disparo se calcula:

$$I_{DIS} = 1.25 \times I_n$$

$$I_{dis} (10 \text{ kV}) = 57.74 \text{ A}$$

$$I_{dis} (22.9 \text{ kV}) = 25.21 \text{ A}$$

Tabla 3: Capacidad de Cable enterrado

| Sección | Capacidad enterrado (I cat) | R 20 °C | Re | X1 |
|--------------------|-----------------------------|------------|------------|------------|
| 50 mm ² | 175 A | 0.641 Ω/Km | 0.822 Ω/Km | 0.247 Ω/Km |

Fuente: Norma LDS

Aplicamos los factores de corrección considerados por el CNE y evaluamos la Id.

Factores de corrección por condiciones de instalación:

Temperatura del terreno (25° C): 1.00

Resistividad térmica del terreno (150° C- cm/W): 1.00

Profundidad de la instalación (1.00 m): 1.00

Temperatura de instalación: 0.96

Factor de agrupamiento: 1.00

$F_{eq} = 1.00 \times 1.00 \times 1.00 \times 0.96 \times 1.00 = 1.00$

$$I_d = I_n / F_{eq}$$

$$I_d (10 \text{ kV}) = 48.11 \text{ A} \quad I_d (22,9 \text{ kV}) = 21.01 \text{ A}$$

Como puede observarse la I_{cat} es mucho mayor que la I_d .

⇒ El cable 3-1x50 mm² NA2XSY transportará la corriente de carga proyectada

3.7.2 CÁLCULO POR CAÍDA DE TENSIÓN

$$\Delta V = \sqrt{3} I_x L (R \cos \phi + X \sin \phi)$$

Donde:

$$I = I_d \text{ de carga} = 48.11 \text{ A (para 10 kV), } 21.01 \text{ (para 22,9 kV)}$$

$$L = \text{Longitud del cable} = 0.480 \text{ m}$$

$$R = \text{Resistencia del cable} = 0.822 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$X = \text{Reactancia del cable} = 0.247 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$\cos \phi = 0.85$$

$$\sin \phi = 0.527$$

Entonces:

$$\Delta V = \sqrt{3} \times 48.11 \times 0.480 (0.822 \times 0.85 + 0.247 \times 0.527) = 33.155 \text{ V (para 10 kV)}$$

$$\Delta V\% = \frac{33.155 \times 100\%}{10000 \text{ V}} = 0.33155\% \ll 5.0\% \Rightarrow \text{CORRECTO}$$

$$\Delta V = \sqrt{3} \times 21.01 \times 0.480 (0.822 \times 0.85 + 0.247 \times 0.527) = 14.478 \text{ V (para 22.9 kV)}$$

$$\Delta V\% = \frac{14.478 \times 100\%}{22900 \text{ V}} = 0.63223\% \ll 5.0\% \Rightarrow \text{CORRECTO}$$

La máxima caída de tensión entre el punto de alimentación designado por Luz del Sur y el extremo más alejado de la red no debe exceder el 5% de la tensión nominal.

3.7.3 CÁLCULO POR CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO

Corriente de corto circuito:

$$I_{CC} = \frac{P_{CC}}{\sqrt{3} \times U_N}$$

Donde:

I_{CC} = Corriente de corto circuito en kA

P_{CC} = Potencia cortocircuito en MVA = 100 MVA (para 10 kV)

220 MVA (para 22,9 kV)

U_N = Tensión nominal del sistema en kV = 22.9 (operación inicial 10 kV)

Entonces: $I_{CC} = 5.77$ kA (para 10 kV)

$I_{CC} = 5.55$ kA (para 22,9 kV)

3.7.4 CÁLCULO POR CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO TÉRMICA ADMISIBLE (IKM)

$$I_{km} = 0.0945 \frac{S}{\sqrt{t}}$$

Donde:

I_{km} = Corriente media eficaz de cortocircuito en kA

S = Sección nominal del conductor en mm² = 50

T = Tiempo en seg. = 0.1

Entonces: $I_{km}(10kV) = 14.94$ KA >> 5.77KA ⇒ *CORRECTO*

$$I_{km}(22.9kV) = 14.94 KA \gg 5.55KA \Rightarrow CORRECTO$$

3.7.5 DETERMINACIÓN DE POTENCIA DE CORTO CIRCUITO EN SUBESTACIÓN PROYECTADA (PARA 22.9KV)

$$Z_I = \frac{V^2}{P_{CCI}} = \frac{(22.9)^2}{220}$$

$$Z_I = j 2.3837 \text{ Ohm.}$$

Características del cable seleccionado:

$$r = 0.822 \Omega/\text{km}$$

$$x = 0.247 \Omega/\text{km}$$

$$L = 0.480 \text{ km}$$

Luego:

$$Z_c = (r + jx) * L = (0.822 + j 0.247) * 0.480$$

$$Z_c = (0.3946 + j 0.1186) \text{ Ohm.}$$

La impedancia total hasta las barras de MT, es:

$$Z_{II} = Z_I + Z_c$$

$$Z_{II} = j 2.3837 + (0.3946 + j 0.1186)$$

$$Z_{II} = 0.3946 + j 2.5022$$

$$Z_{II} = 2.5022 \Omega$$

Luego la potencia de cortocircuito en la subestación particular es:

$$P_{CCII} = \frac{V^2}{Z_{II}} = \frac{(22.9)^2}{2.5022}$$

$$P_{ccII} = 209.58 \text{ MVA} < 220 \text{ MVA (para 22,9 kV)}$$

3.7.6 DETERMINACIÓN DE POTENCIA DE CORTO CIRCUITO EN SUBESTACIÓN PROYECTADA (PARA 10KV)

$$Z_I = \frac{V^2}{P_{CCI}} = \frac{(10)^2}{100}$$

$$Z_I = j 1.000 \text{ Ohm.}$$

Características del cable seleccionado:

$$r = 0.822 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$x = 0.247 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$L = 0.495 \text{ km}$$

Luego:

$$Z_c = (r + jx) * L = (0.822 + j 0.247) * 0.480$$

$$Z_c = (0.3946 + j 0.1186) \text{ Ohm.}$$

La impedancia total hasta las barras de MT, es:

$$Z_{II} = Z_I + Z_c$$

$$Z_{II} = j 1.000 + (0.3946 + j 0.1186)$$

$$Z_{II} = 0.3946 + j1.1186$$

$$Z_{II} = 1.1186 \text{ } \Omega$$

Luego la potencia de cortocircuito en la subestación particular es:

$$P_{CCII} = \frac{V^2}{Z_{II}} = \frac{(10)^2}{1.1186}$$

$$P_{CCII} = 89.40 \text{ MVA} < 100 \text{ MVA (para 10 kV)}$$

3.8 CÁLCULO DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

Se ha considerado una resistencia máxima de puesta a tierra menor a 25 ohm para los pozos media tensión y el neutro del transformador, para baja tensión no excederá de 15 ohm.

Medición de la Resistividad del terreno

Se efectuó mediante el método de Wenner, que consiste en disponer de cuatro electrodos en línea recta e igualmente espaciados, simétricamente respecto al punto en que se desea medir la resistividad eléctrica del terreno, de los electrodos, los dos extremos son los de inyección de corriente y los dos electrodos centrales son de medida de potencial (V)

Las mediciones y resultados:

Tabla 4: Resistencia Eléctrica de Terreno

| ESPACIAMIENTO (m) | RESISTENCIA (Ohm) | RESISTIVIDAD ELECTRICA (Ohm-m) |
|----------------------|----------------------|-----------------------------------|
| 2.00 | 3.719 | 46.73 |
| 4.00 | 1.989 | 49.98 |

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

Donde

a: espaciamento (m), 2 y 4

R: resistencia del terrero (Ohm)

ρ : resistividad del terreno (Ohm-m)

Para efecto de cálculo de tomo como resistividad eléctrica del terreno el valor de 50 (Ohm-m) por tanto la resistencia del pozo se obtiene por la siguiente expresión:

$$R_t = \frac{R_e}{2 \times \pi \times L_1} \times \ln\left(\frac{4 \times L_1}{r}\right) - 1$$

Donde:

- R_t : Resistencia de la puesta a tierra, en ohm
R_e : Resistividad del terreno en ohm/m = 50 Ohm-m
L : Longitud del electrodo, en metros = 2.40 m

$$R_t = \frac{50}{2 \times \pi \times 2.40} \times \ln\left(\frac{4 \times 2.40}{0.079}\right) = 15.91$$

R_t = 15.91 Ohmios < 25.00 Ohmios

Nota: En campo la supervisión verificara los valores de resistencia del pozo y se adicionara las dosis necesarias para obtener los valores de acuerdo a norma.

3.9 VENTILACIÓN EN LA SUBESTACIÓN PRINCIPAL A NIVEL PROYECTADA

El diseño de la ventilación deberá asegurar la adecuada ventilación de la subestación.

De acuerdo al fabricante de transformadores, para una adecuada ventilación deberá cumplirse:

$$S = 0.18P/\sqrt{H} \quad \text{y} \quad S' = 1.10 \times S$$

Donde:

S: Superficie del orificio de entrada en m²

P: Perdidas del transformador en kW

S` : Superficie del orificio de salida en m²

H: Distancia vertical entre la salida y el ingreso de aire

De acuerdo al diseño de la subestación se tiene:

Se asume las pérdidas totales en el transformador a instalarse:

Transformador de 800 kVA (01) = 4.43

En total de 800kVA: 13.88 kW

H= 1.3m

Reemplazando valores:

$$S = 0.18 \times 13.88 / \sqrt{2.7}$$

$$S = 0.70 \text{ m}^2 \qquad S` = 0.77 \text{ m}^2$$

Se cumple que el área de salida es mayor que el área de entrada, no necesita ventilación forzada, por lo tanto será ventilación natural

3.10 FUSIBLES PARA LA CELDA DE MEDIA TENSIÓN

Los fusibles serán de:

Dimensionamiento del fusible para 22.9 kV

Para Transformador de 800kVA:

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3} \times V} = \frac{800}{\sqrt{3} \times 22.9} = 20.17 \text{ A}$$

I diseño (22.9kV) : 21.01 A,

F(22.9kV) = 1.5 x I diseño

F(22.9kV) = 1.5 x 21.01 = 31.51A → 40A

Según catálogo de fusibles tipo E y Norma de Luz del Sur PD-09-101

Dimensionamiento del fusible para 10 kV

Para Transformador de 800kVA:

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3}xV} = \frac{800}{\sqrt{3}x10} = 46.19A$$

Idiseño (22.9kV) : 48.11 A,

F(22.9kV) = 1.5 x I diseño

F(22.9kV) = 1.5 x 48.11 = 72.17A → 63A

Según catálogo de fusibles tipo E y Norma de Luz del Sur PD-09-101

Valores establecidos de acuerdo a tabla de elección de fusibles y al criterio N° 8 (pag.

6) del catálogo de ABB.

Tabla 5: Selección de Fusible

| Tensión de Línea (kV) | POTENCIA DEL TRANSFORMADOR (kVA) | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|
| | 50 | 75 | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 |
| | FUSIBLES DE ALTA TENSION I _n (A) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 25 | 25 | 40 | 40 | 63 | 63 | 63 | 80 | 100 | 100 | 160 | 200 | 200 | 250* | 315* | | |
| 5 | 16 | 25 | 25 | 25 | 40 | 40 | 63 | 63 | 63 | 80 | 100 | 100 | 160 | 200 | 200 | 250* | 315* |
| 6 | 16 | 16 | 25 | 25 | 25 | 40 | 40 | 63 | 63 | 63 | 80 | 100 | 100 | 160 | 200 | 200 | 250* |
| 10 | 10 | 16 | 16 | 16 | 25 | 25 | 25 | 40 | 40 | 63 | 63 | 63 | 80 | 100 | 100 | 160 | 200 |
| 12 | 10 | 16 | 16 | 16 | 16 | 25 | 25 | 25 | 40 | 40 | 63 | 63 | 63 | 80 | 100 | 160 | 160 |
| 15 | 10 | 10 | 16 | 16 | 16 | 16 | 25 | 25 | 25 | 40 | 40 | 63 | 63 | 63 | 100 | 100 | 125 |
| 20 | 10 | 10 | 10 | 16 | 16 | 16 | 16 | 25 | 25 | 25 | 40 | 40 | 63 | 63 | 63 | 80 | 100 |
| 24 | 10 | 10 | 10 | 10 | 16 | 16 | 16 | 16 | 25 | 25 | 25 | 40 | 40 | 63 | 63 | 63 | 80 |
| 30 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 16 | 16 | 16 | 16 | 25 | 25 | 25 | 40 | 40 | 40 | 2x40 | 2x40 |
| 36 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 16 | 16 | 16 | 16 | 25 | 25 | 25 | 40 | 40 | 2x40 | 2x40 |

Fuente: Catalogo ABB

CRONOGRAMA

Tabla 6: Cronograma

| TECSUR S .A. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|-----|-------|-------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|-----------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| DESCRIPCION DE LA OBRA: SISTEMA DE UTILIZACION 22.9 KV (OPERACIÓN INICIAL 10 KV) PARA INMOBILIARIA MARCELITA S.A. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ORDEN DE TRABAJO N° : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CLIENTE : INMOBILIARIA MARCELITA S.A. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DIRECCION : AV LA PAZ 971 ESQUINA CON AV. 28 DE JULIO711 | | | | | | | | | | | | | | | | FECHA INICIO PROG. : | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DISTRITO : MIRAFLORES | | | | | | | | | | | | | | | | FECHA FIN PROG. : | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| REFERENCIA : | | | | | | | | | | | | | | | | FECHA DE MANIOBRA : | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | DIAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ITEMS | DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD | UN. | CANT. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| 1 | TRAMITES DE PERMISOS MUNICIPALES | GB | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | ENTREGA DE TERRENO TRAZO Y REPLANTEO | GB | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | CORTE Y ROTURA DE VEREDA Y PISTA | M | 45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | EXCAVACION DE ZANJA DE MT | M | 480 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | TENDIDO DE CABLE DE MEDIA TENSION | M/T | 480 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | CIERRE DE ZANJA, COMPACTACION, AFIRMADO Y MATERIAL DE PRESTAMO | M | 480 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | ELABORACION DE POZO A TIERRA | UN. | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | CONSTRUCCION DE CASETA CONVENCIONAL | UN. | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | INSTALACION DE CABINA INTEGRADA Y TRANSFORMADORES | UN. | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | INST. DE CELDAS MODULARES TIPO AS, TM-KP | UN. | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | INSTALACION DE TERMINALES | JGO | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | ACABADOS Y LIMPIEZA | UN. | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | PUESTA EN SERVICIO | UN. | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

MATERIALES PARA EL DISEÑO

Tabla7: RELACIÓN DE MATERIALES EN MT

| ITEM | DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS | CANTIDAD | UND |
|-------|---|----------|---------|
| 1.00 | CABLE TIPO NA2XSY 50mm ² 18/30KV | 580.00 | M/TERNA |
| 2.00 | TERMINAL INTERIOR ELASTOMERICO 18/30KV para cable 240mm ² | 7.00 | JGO |
| 3.00 | ELECTRODO DE COBRE ELECTROLITICO DE 5/8mm ϕ x 2,40 m, PROVISTO CON CONECTOR DE BRONCE | 6.00 | UND |
| 4.00 | TUBO PVC SAP 1"(6M) | 2.00 | UND |
| 5.00 | FUSIBLES TIPO CEF DE 40A - 10 kV y 63A -22.9kV | 9.00 | UND |
| 6.00 | CELDA MODULAR TIPO AS - SAREL | 1.00 | UND |
| 7.00 | CELDA MODULAR TIPO TM-KP - SAREL | 1.00 | UND |
| 8.00 | TRANSFORMADOR ALUMINIO DE 800 KVA TIPO SECO | 1.00 | UND |
| 9.00 | TUBO PVC SAP 6"(6M) | 2.00 | UND |
| 10.00 | TUBO PVC SAP 3"(3M) | 450.00 | UND |
| 11.00 | CONDUCTOR CABL.TW 750V.UNIP. 1X70MM ² .AMARILLO | 30.00 | ML |
| 12.00 | CONECTOR PERNO PARTIDO S/DEP. 70mm ² | 5.00 | UND |
| 13.00 | SAL HIGROSCOPICA P.POZO PUESTA TIERRA (BOLSA 7KG.) | 6.00 | UND |
| 14.00 | CONDUCTOR CABL.DESN.CU.SEMIDURO 19HIL. 70MM ² . | 36.00 | UND |
| 15.00 | BOVEDA C.A. C/TAPA P.ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA | 2.00 | UND |
| 16.00 | CONECTOR BRC.FORJADO P.ELECTRODO PUESTA A TIERRA | 6.00 | UND |

METRADO

| | | |
|---|---|------------|
|  | PRESUPUESTO COMERCIAL DE SERVICIOS TERCEROS CUADRO DE CANTIDADES | FORMATO: 1 |
| FECHA: | 20 de Setiembre de 2015 | |
| OBJETO: | SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION 22.9 KV (OPERACIÓN INICIAL 10 KV) PARA UNA MAXIMA DEMANDA DE 580 KW, PARA EL PREDIO DE INMOBILIARIA MARCELITA S.A. UBICADO EN LA AV. LA PAZ 971 ESQUINA CON AV. 28 DE JULIO 711, DISTRITO DE MIRAFLORES , PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA. | |
| NOMBRE DEL POSTOR: | TECSUR S. A. | |

| ITEM | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANT | SUBTOTAL | TOTAL |
|-------------|---|----------------|----------|-----------|------------------|
| I | SISTEMA DE UTILIZACION | | | | |
| A | MONTAJE DE RED SUBTERRANEA DE 22.9 KV | | | | 65.502,37 |
| 1,00 | EJECUCION DE ZANJAS DE MEDIA TENSION | | | 5.851,32 | |
| 1,01 | Apertura y Cierre de zanja 0.60 x 1.20 metros | m-l | 412,00 | | |
| 1,02 | Colocación de tierra cernida en zanja para cable | m-l | 412,00 | | |
| 1,03 | Reconocimiento del Terreno (Sondeos) | un | 8,00 | | |
| 2,00 | EJECUCION DE PISTAS Y VEREDAS | | | 36.447,15 | |
| 2,01 | Corte y rotura de asfalto | m-l | 48,00 | | |
| 2,02 | Corte y rotura de pista de concreto con maquina cortadora | m-l | 48,00 | | |
| 2,03 | Corte y Rotura de vereda con maquina cortadora | m-l | 464,00 | | |
| 2,04 | Aplicación de afirmado y compactado | m-l | 533,00 | | |
| 2,05 | Reparación de asfalto 5 cm espesor | m-l | 48,00 | | |
| 2,06 | Reparación de vereda o pavimento con concreto 10 cm espesor | m-l | 421,00 | | |
| 2,07 | Reparación de vereda o pavimento con concreto 15 cm. de espesor | m-l | 64,00 | | |
| 2,08 | Reparación de pista o pavimento con concreto | m-l | 48,00 | | |
| 2,09 | Preparacion y aplicación de mezcla de junta de dilatacion | m-l | 81,00 | | |
| 2,10 | Reposicion de grass | m ² | 3,00 | | |
| 2,11 | Retiro y recolocación de locetas o pisos especiales | m ² | 18,00 | | |
| 2,12 | Retiro y eliminación de escombros, cascotes, y sobrante de zanja | m ³ | 298,00 | | |
| 3,00 | EJECUCION DE CRUZADAS Y CANALIZACIÓN CON DUCTOS DE PVC | | | 7.791,19 | |
| 3,01 | Ejecución de cruzada tipo 3 con suministro e instalación de ductos de concreto | m | 66,00 | | |
| 3,02 | Instalación de plancha metálica en cruzadas | m | 66,00 | | |
| 3,03 | Suministro e Instalación de ducto PVC de 6" en zanja | m | 385,00 | | |
| 4,00 | TENDIDO DE CABLE SUBTERRANEO | | | 14.432,07 | |
| 4,01 | Suministro y tendido de cable de Aluminio tipo NA2XSY 18/30KV 1 x 50 mm ² | m | 1.567,00 | | |
| 5,00 | TERMINACIONES DE CABLE NA2XSY | | | 980,64 | |
| 5,01 | Suministro e instalación de terminal de 22.9 kv interior o exterior tipo premoldeado o termorestringente hasta 400 mm ² c/accesorios | jgo | 3,00 | | |
| B | SUB ESTACION DE 800 KVA | | | | 26.712,24 |
| 6,00 | MONTAJE DE SUB ESTACIONES | | | 26.712,24 | |
| 6,01 | Suministro y Montaje de Celda de Llegadamodelo AS Incoming Cable type SYStem-6 marca Sarel | un | 1,00 | | |
| 6,02 | Suministro y Montaje de Celda de Salida Celda de proteccion con seccionamiento/fusible, modelo TM-KP 24kv - 630A - 16kA, equipada con seccionador bajo carga en SF6 con cuchillas de PAT incorporadas, bases porta fusibles capacidad de contactos 200A, cuchillas de PAT inferiores en aire y divisores capacitivos e indicadores de presencia de tensión, con bobina de apertura en 220Vac, sin bobina de cierre, sin motorización. modelo TM-KP type SYStem-6 marca Sarel | un | 1,00 | | |
| 6,03 | Suministro y Montaje de transformador de 800 kVA 22,9-10 KV /0,4 kv marca SEA CARACTERISTICAS : Potencia :800 kVA Relación de Transformación en vacío :22,9-10/ 0,40-0.23kv Relación de Transformación en carga :22,9-10/0,38- 0.22kv Regulación en el lado de 10 kv : ± 2 x 5% Frecuencia : 60 Hz Grupo de Conexión :YNyn6/Dyn5 Grupo de Conexión para 22,9 kv :Estrella con neutro accesible Grupo de Conexión para :0,40-0.23 kv: Estrella con neutro accesible Nro. de fases : 3 Nro. de Aisladores en el lado Primario/ Secundario : 4 / 4 Clase de Aislamiento : F Enfriamiento : ANAN Nivel de Aislamiento Interno en ellado Primario :24 / 50 / 125 KV Bil Exterior :170 KV Nivel de Aislamiento Interno en ellado Secundario :1.1 / 3 KV Altitud de operación :1000 msnm Montaje Exterior Posición / tipo de Aisladores Sobre la Tapa / Porcelana Servicio Continuo Normas de Fabricación IEC 60076 | un | 1,00 | | |
| 6,05 | Grua para traslado de Equipos y Materiales | glb | 1,00 | | |
| 6,06 | Ferretería en General | glb | 1,00 | | |
| C | SISTEMAS DE BAJA TENSION | | | | 782,40 |
| 7,00 | CABLE ALIMENTADOR ELECTRICO DE BAJA TENSION | | | 782,40 | |
| 7,01 | Suministro y Montaje de Cable de Aluminio tipo NA2XY 3(3-1x240mm ²) desde el Transformador de 800 KVA hasta tablero de distribución | m | 10,00 | | |

| | | | | | |
|-----------------------------|--|-----|-------|----------|-------------------|
| D | PUESTA EN SERVICIO | | | | |
| 8,00 | PRUEBAS DE CABLES Y PUESTA EN SERVICIO | | | 2.232,15 | 2.232,15 |
| 8,01 | Elaboracion de Expediente, Prueba de Cables de Media Tensión (HI POT) y Puesta en Servicio | glb | 1,00 | | |
| E | EQUIPOS DE SEGURIDAD | | | | |
| 9,00 | EQUIPOS DE PROTECCION Y MANIOBRA | | | | |
| 9,01 | Casco seguridad blanco, sin logo clase e tipo 1 | un | 1,00 | | |
| 9,02 | Guante de caucho de media tensión clase 2, T 9-14",maximo 17 KV | par | 1,00 | | |
| 9,03 | Guante protector de guante dieléctrico para baja tensión talla 10 - 10 1/2 | par | 1,00 | | |
| 9,04 | Botín cuero caucho, uso electromecánico, T-42 | par | 1,00 | 1.123,00 | 1.123,00 |
| 9,05 | Pértiga de maniobra telescópica aislada fibra vidrio 2.43m 5 cuerpos | un | 1,00 | | |
| 9,06 | Pantalla facial (careta), policarbonato transparente para soporte universal. | un | 1,00 | | |
| 9,07 | Soporte universal para pantalla facial adaptable a casco color negro | un | 1,00 | | |
| 9,08 | Revelador de tensión audible luminoso. | un | 1,00 | | |
| 9,09 | Banco aislante tipo interior 50x50cm con nivel de aislamiento 24kV | un | 1,00 | | |
| F | GASTOS VARIOS | | | | |
| 10,00 | GASTOS ADICIONALES | | | | |
| 10,01 | Seguridad y Almacenes para Obra | glb | 18,00 | 2.574,54 | 2.574,54 |
| 10,02 | Agua y Servicios para Obra | glb | 1,00 | | |
| 10,03 | Permisos Municipales para trabajos en la Vía Publica (pagos correspondientes y tramites) | glb | 1,00 | | |
| TOTAL SIN IGV (US\$) | | | | | 98.926,70 |
| IGV 18% (US\$) | | | | | 17.806,81 |
| TOTAL (US\$) | | | | | 116.733,51 |

NOTA:

- A. El cliente deberá brindar todas las facilidades para ejecutar nuestra labor.
- B. El siguiente presupuesto esta elaborada en base a la inspección realizada, sujeto de cambios y/o observaciones por la supervisión en el momento de su ejecución.
- C. Los metrados están basados con referencia a partir de la nueva conexión eléctrica asignada por Luz del Sur según información entregada.
- D. Nuestro presupuesto si contempla los trámites de los permisos municipales correspondientes para la ejecución de Obra.
- E. La ejecución de la obra está supeditada a la obtención de los permisos emitidos por las autoridades correspondientes que tengan jurisdicción en las calles y/o avenidas a trabajar. Si en caso, no se pudiese obtener dichos permisos por circunstancias ajenas a Tecsur, se planteará otras alternativas, pudiendo estas variar el importe del presupuesto y los tiempos de ejecución de obra.
- F. No incluye pagos a la Concesionaria por incremento de carga y por corte temporal de energía en suministro para la conexión del cable de Media Tensión.
- G. Para realizar la maniobra de ubicación de los equipos de media tensión ofertado el cliente deberá despejar el área de trabajo, libre de objetos y/o obstáculos.
- H. Dentro de los compromisos mas resaltantes Tecsur realizara:
- Las coordinaciones con Luz del Sur respecto al inicio de obra y puesta en servicio.
 - Suministrará sólo materiales homologados por Luz del Sur, esto será garantizado por el Departamento de Control de Calidad de Tecsur que realizará las inspecciones y pruebas a todos los materiales adquiridos para Luz del Sur y proyectos dentro de la zona de concesión.
- I. De presentarse cambios solicitados por el cliente, será evaluados con la finalidad de realizar los ajustes económicos correspondientes del ser el caso.
- J. Nuestra cotización NO contempla:
- Licencia de Construcción de Sub Estaciones
 - Suministro e instalación de alimentadores de Baja Tensión.
- K. Si como consecuencia de las actividades indicadas, fuera necesario realizar trabajos adicionales no comprendidos en la descripción del presupuesto, los costos por realizar estos servicios estará a cargo exclusivo del Cliente como una cotización adicional, siendo estas actividades programadas en fecha posterior.
- L. Para la ejecución de los trabajos se esta considerando resguardo policial dentro de los parámetros normales que es seguridad de obra (transito, personas ajenas a obra, etc.) no siendo considerado para una manifestación de entorno delincuencia.
- M. Los Trabajos no incluyen otro servicio no especificado en la presente cotización.

Condiciones comerciales:

Precios: Expresado en Dolares Americanos e incluyen el IGV.

Forma de pago: Adelanto del 30%, resto valorizaciones quincenales según avance.

Plazo de entrega: 16 a 18 semanas

Inicio de trabajos: A coordinar, según requerimiento del cliente

Validez de la oferta: 30 días

Plazo de Garantía: Doce meses a partir de la culminación de obra.

Cualquier consulta o información adicional agradeceremos solicitarla en nuestra Área de Servicios Industriales de la Gerencia Comercial, ubicado en Pasaje Calango N° 158, Distrito de San Juan de Miraflores o a los teléfonos 700-2611 / 700-2534 / 700-2608.

Atentamente,



GIOVANNI VASSALLO ELESCANO
JEFE DE VENTAS DE SERVICIO

CONCLUSIONES

Se realizaron y comprobaron los cálculos eléctricos y mecánicos en base a 4 cálculos priorizando los estándares del Código Nacional de Electricidad, para el diseño del Sistema de Utilización.

Se especificó las características técnicas, en base a materiales homologados por la empresa y a los parámetros hallados en los cálculos electromecánicos, y que se implementarán para la ejecución del proyecto en su totalidad.

Una vez cumplido los objetivos específicos podemos indicar que se cumplió el objetivo general que es: “DISEÑO DEL SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN MEDIA TENSIÓN 22.9 kV (OPERACIÓN INICIAL 10 kV) PARA SUMINISTRAR ENERGIA (MÁXIMA DEMANDA DE 580 Kw) A INMOBILIARIA MARCELITA S.A. EN MIRAFLORES -LIMA”. Quedando dispuesto para su ejecución.

RECOMENDACIONES

Para la ejecución del trabajo el personal Contratista deberá implementar todos los estándares de Seguridad dados por la Empresa, Siendo Supervisados permanentemente y verificando su cumplimiento, además priorizar enfáticamente el tema de calidad en la entrega de los trabajos, sin perjudicar la integridad y reputación de la Empresa responsable.

Para la ejecución de la zanja, el cual implica un trabajo crítico, independientemente de los datos municipales de presencia de redes subterráneas; se harán sondeos con geo-rradar previniendo algún evento que pueda afectar primordialmente la salud del personal.

Una vez tendido el cable subterráneo se le realizaran las respectivas pruebas inicial y final para corroborar que no tenga ninguna anomalía o fuga a tierra. El equipo recomendado es el HidPod, el cual deberá ser maniobrado por personal calificado y entrenado.

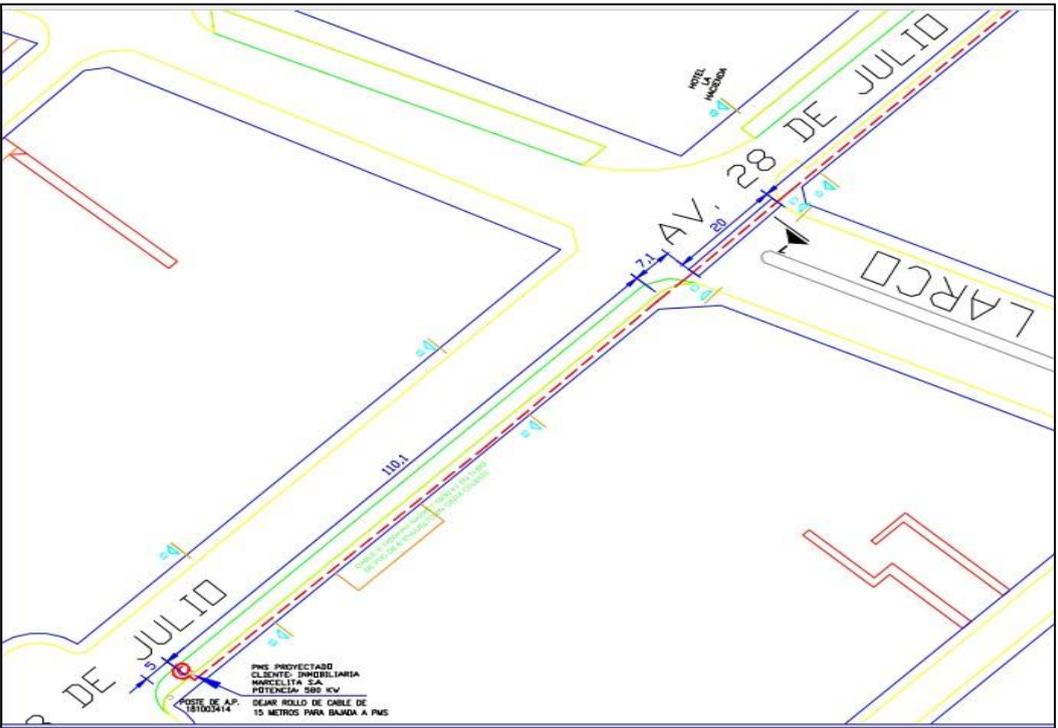
Se suministrará sólo materiales homologados por la Concesionaria, esto será garantizado por el Departamento de Control de Calidad de Tecsur que realizará las inspecciones y pruebas a todos los materiales adquiridos para y proyectos dentro de la zona de concesión. De presentarse cambios solicitados por el cliente, será evaluado con la finalidad de realizar los ajustes económicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Código Nacional de Electricidad - Suministro 2011
2. Código Nacional de Electricidad Utilización (2006)
3. Norma de procedimientos para la elaboración y ejecución de obras en sistemas de distribución y sistemas de utilización en media tensión en zonas de concesión de distribución - RD-018-2002
4. Normas de Distribución del Concesionario LUZ DEL SUR.
5. Ley de Concesiones Eléctricas N° 25844.
6. Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas N° 25844.
7. R.M. N°161-2007-MEM/DM, Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo de las actividades eléctricas
8. LOPEZ, Espinoza (2007): “Proyecto de Instalaciones Eléctricas del Centro de Distribución Central SAGA S.A 800 kVA”, 2010. Universidad Nacional de Ingeniería
9. CERPA, Kerry (2013): “Evaluación de la eficiencia energética y diseño óptimo de una línea de distribución en media tensión-10kV”
10. Lista de materiales Normalizados - LIMAT TECSUR
11. Lennart Rojas B. lrojasb@tecsup.edu.pe

ANEXOS

Anexo 1: Recorrido de diseño



Anexo 2: Carta LDS del punto de diseño



LUZ DEL SUR

Llevamos más que luz

DPMT.1397310

Exp. 178016-MT

Chacarilla, 03 de mayo de 2015

Señores
INMOBILIARIA MARCELITA S.A.
Av. Canaval y Moreira 752
Lima 27

Referencia : Punto de diseño en 22,9 kV (operación inicial 10 kV), con una máxima demanda de 580 kW, para el predio de INMOBILIARIA MARCELITA S.A., ubicado en la Av. La Paz 971 esquina con Av. 28 de Julio 711, distrito de Miraflores, provincia y departamento de Lima.

De nuestra consideración:

En atención a su solicitud, nos es grato manifestarle que hemos fijado el punto de diseño en 22,9 kV (operación inicial 10 kV), para el predio de la referencia en el puesto de medición subterráneo (PMS), de acuerdo al croquis adjunto. Asimismo le comunicamos que este nuevo requerimiento deja sin efecto el punto de diseño emitido en la carta DPMT. 1386431, del 19 de marzo de 2015.

Para el desarrollo del proyecto de sistema de utilización deberán considerar una potencia de cortocircuito en 22,9 kV de 220 MVA y un tiempo de apertura para la protección de 0,1 segundos, adecuándose a lo señalado por las normas técnicas legales vigentes:

1. '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. Código Nacional de Electricidad.
3. Ley de Concesiones Eléctricas D.L. 25844.
4. Reglamento de la Ley de Concesiones D.S. 9-93-EM.

Cabe resaltar que Luz del Sur ha definido como zona de desarrollo en 22,9 kV la zona en la que ustedes prevén ejecutar este proyecto, por lo que deberán elaborar su proyecto de sistema de utilización para este nivel de tensión (22,9 kV), el cual operará inicialmente en 10 kV, para lo cual deberán considerar una potencia de cortocircuito en 10 kV de 100 MVA y un tiempo de apertura para la protección de 0,1 segundos.

Nuestra empresa, y bajo la exigencia de nuestras necesidades, le informará las nuevas condiciones en el momento que estas sean aplicables, mencionando además, que en el horizonte de 5 años, tenemos programado efectuar cambios en el nivel de tensión en la zona, siempre y cuando no varíen sus requerimientos de demanda.

Es oportuno mencionarle que la vigencia del punto de diseño es de dos (02) años y, asimismo, que las condiciones técnico económicas de atención le serán informadas cuando solicite el correspondiente presupuesto.



DPMT.1397310

Exp. 178016-MT

Cabe resaltar que deberán solicitar la autorización municipal para la instalación del puesto de medición subterráneo en el lugar señalado en el croquis adjunto.

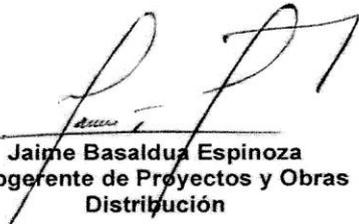
Los requisitos técnicos a cumplir para la elaboración de su proyecto son:

- La red de energía a instalar en la vía pública deberá estar señalizada en todo su recorrido y contar con la autorización municipal.
- La red a diseñar solo tendrá protección por cortocircuito en el punto de entrega, de ser necesarias protecciones adicionales por la naturaleza de su diseño deberán incluirlas en el proyecto.
- En su proyecto de sistema de utilización se sugiere considerar la implementación de equipos de protección contra fallas a tierra (fallas homopolares).
- Programa de capacitación en operación y mantenimiento de la subestación a instalar.
- Equipos de protección personal para maniobras en media tensión que estén preparados para una tensión mayor a 22,9 kV en su subestación.
- La subestación deberá estar ubicada dentro de su predio, con fácil y libre acceso para el montaje de los equipos desde la vía pública, y para definir el grado de protección (hermeticidad) de las celdas deberá tomarse en cuenta las instalaciones de combustible existentes y/o proyectadas.
- Se ha identificado que sus redes y subestación particular vienen incumpliendo las distancias mínimas de seguridad, por lo que deberán considerar la regularización de las mismas.

Es oportuno indicarle que se ha asignado el número 178016, para los trámites correspondientes a su expediente; así mismo deberán numerar los planos del proyecto con los códigos 178016-01,02, etc.

Cualquier consulta que tuviese al respecto, nuestro equipo de especialistas estará gustoso de absolverla, llamando a fonoluz: 617-5000.

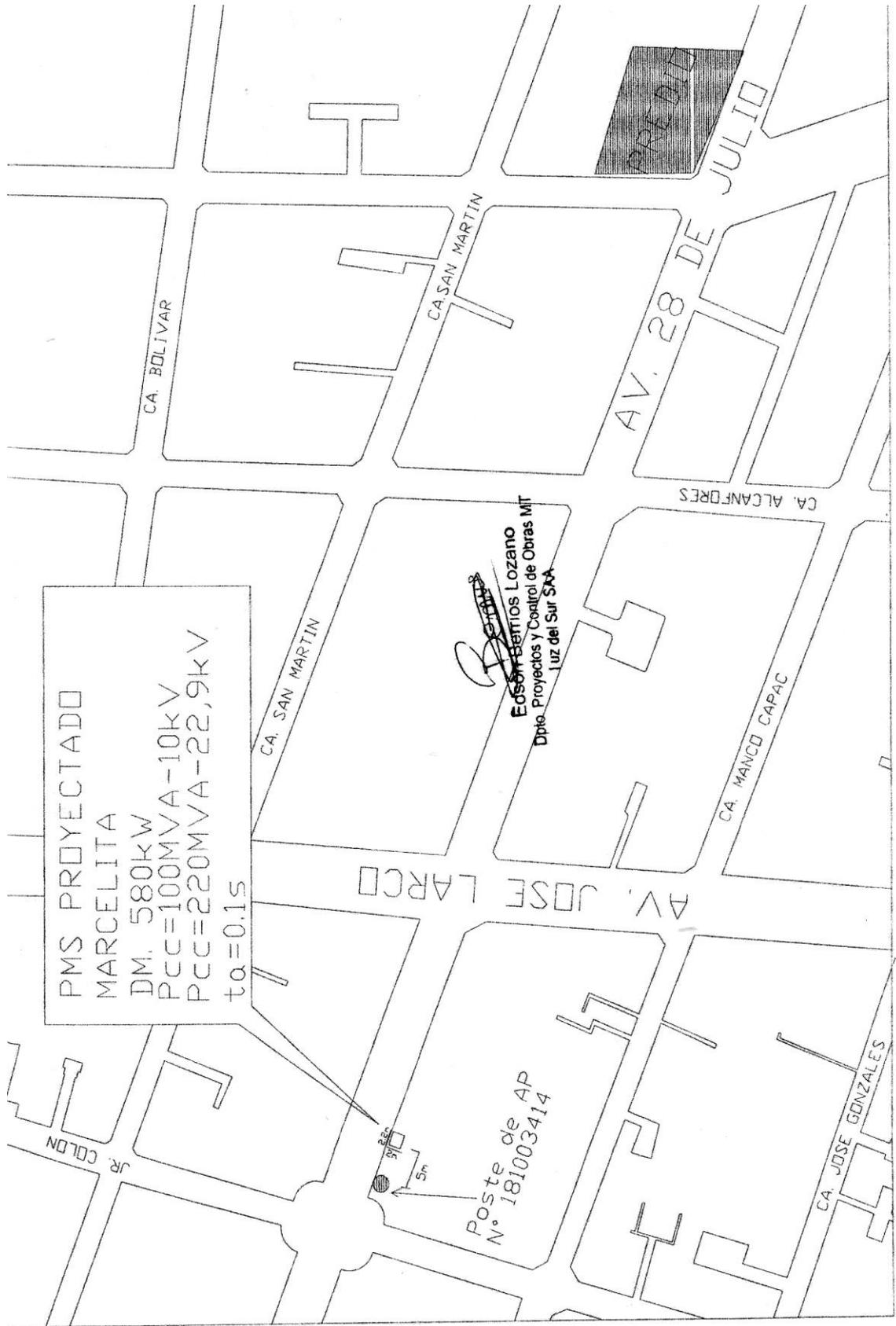
Atentamente,



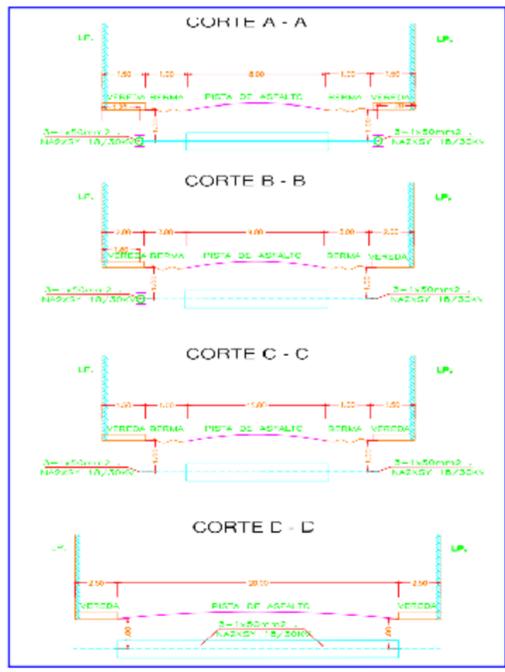
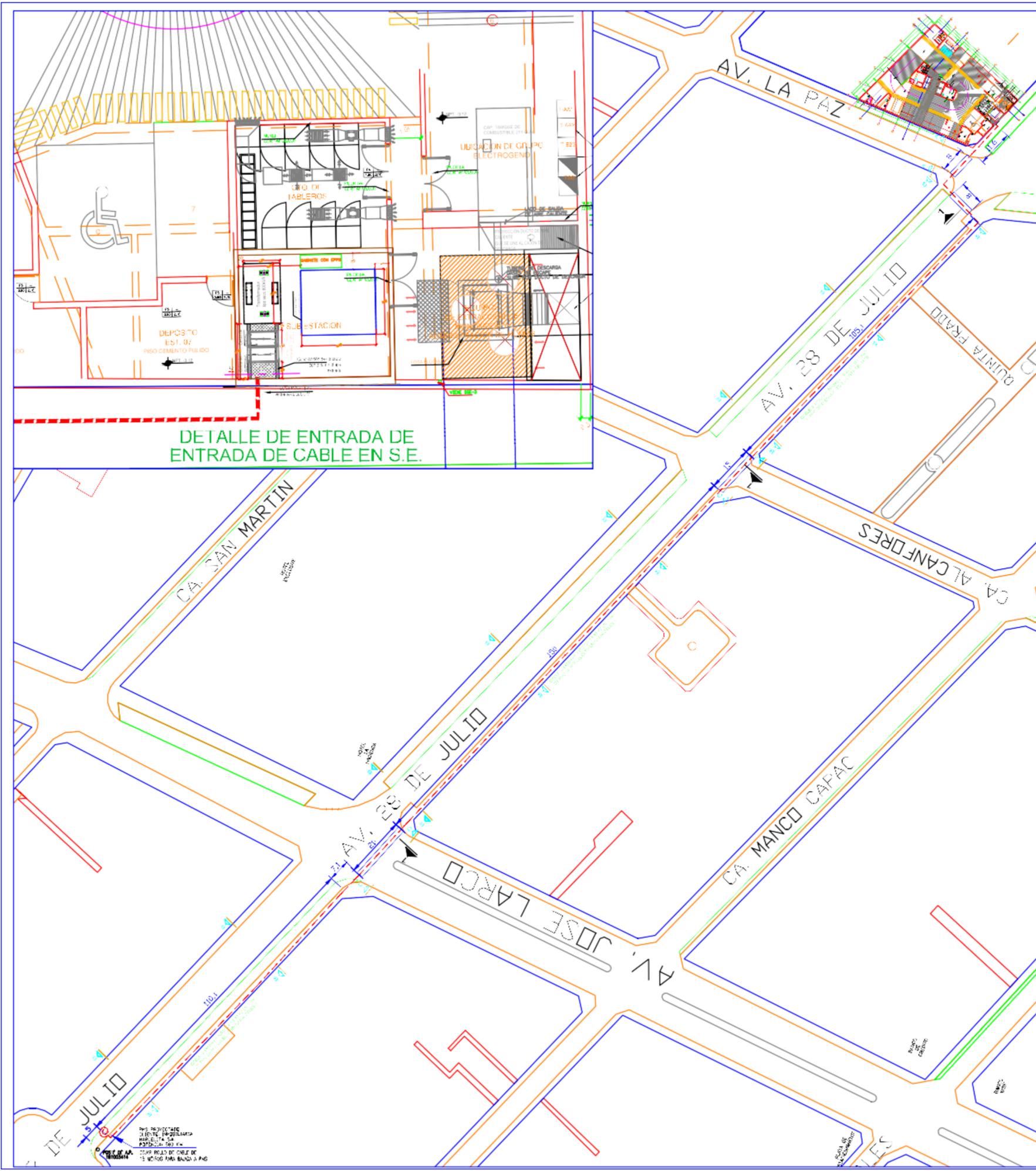
Jaime Basaldua Espinoza
Subgerente de Proyectos y Obras
Distribución



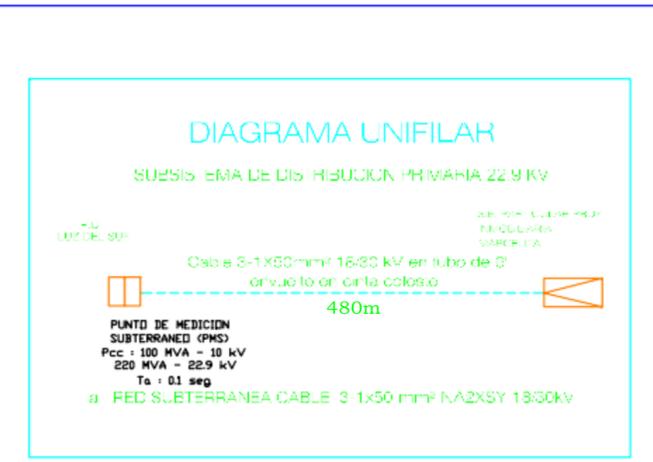
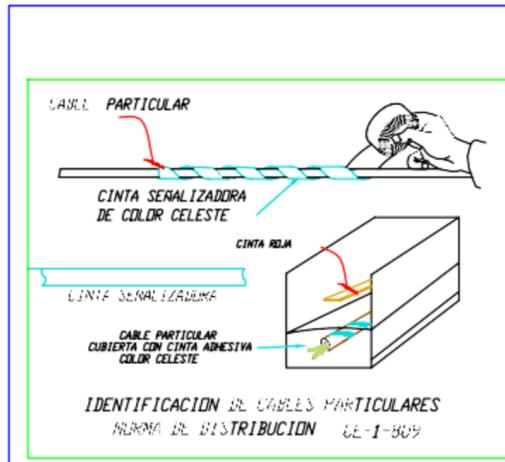
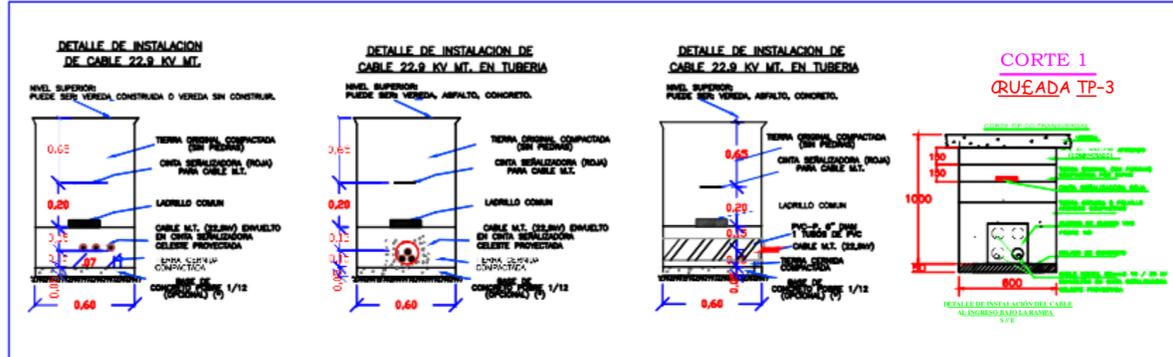
fech



Anexo 3: Plano Recorrido de Red Subterránea



PLANO DE UBICACION

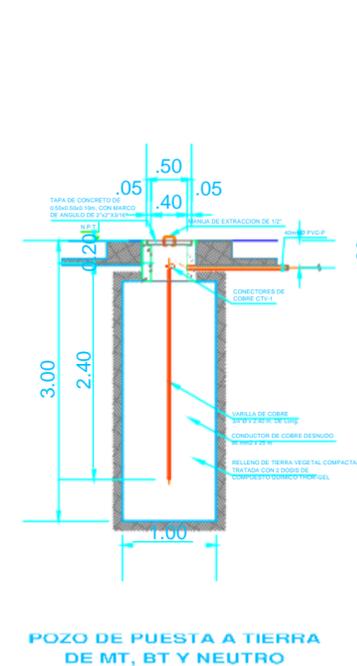
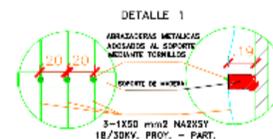
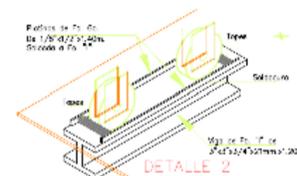
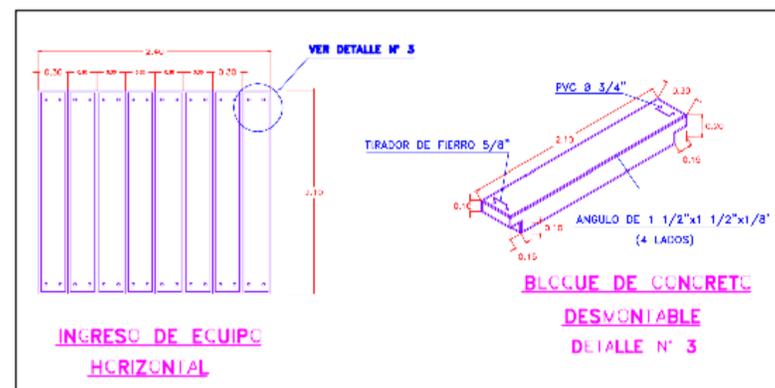
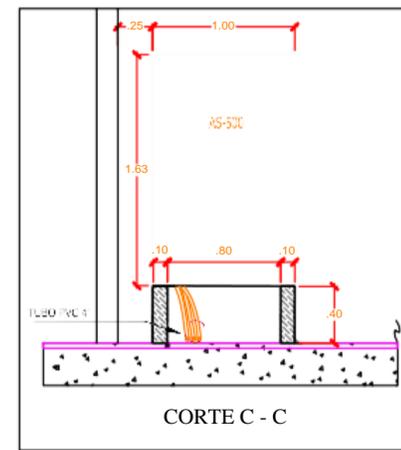
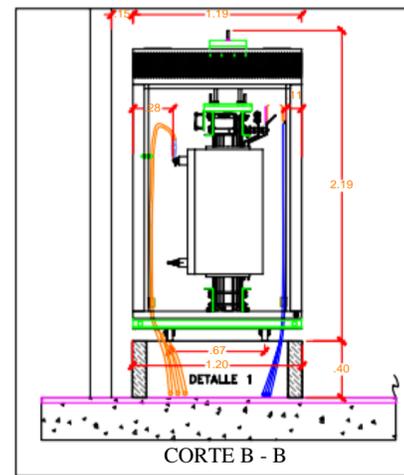
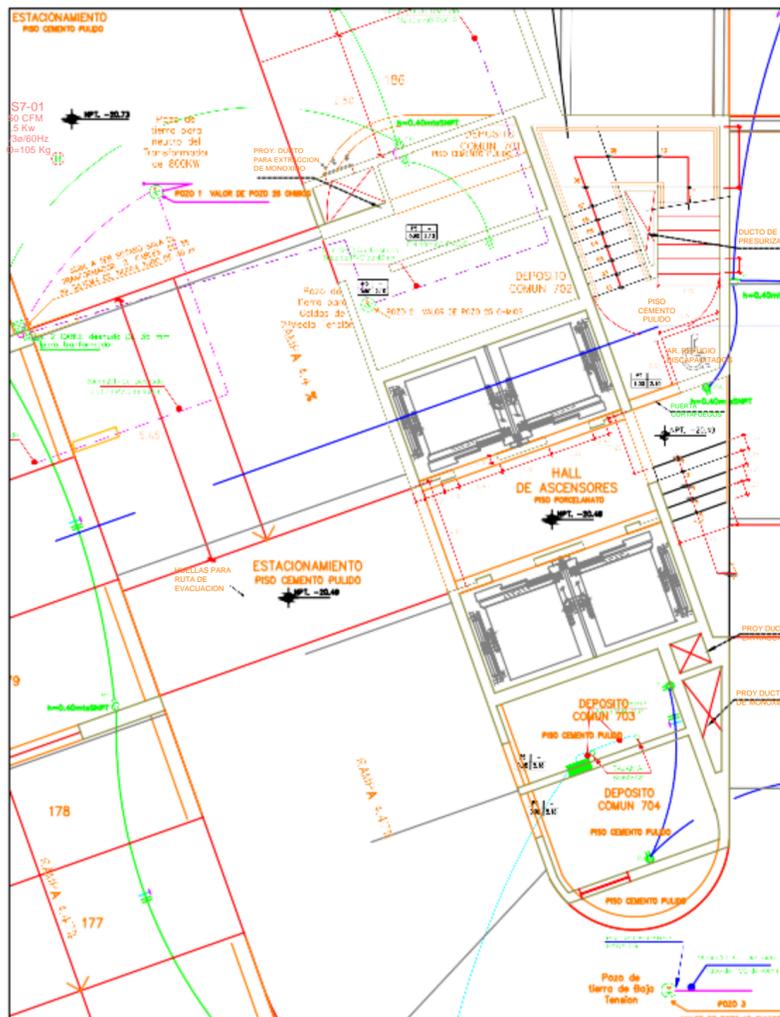
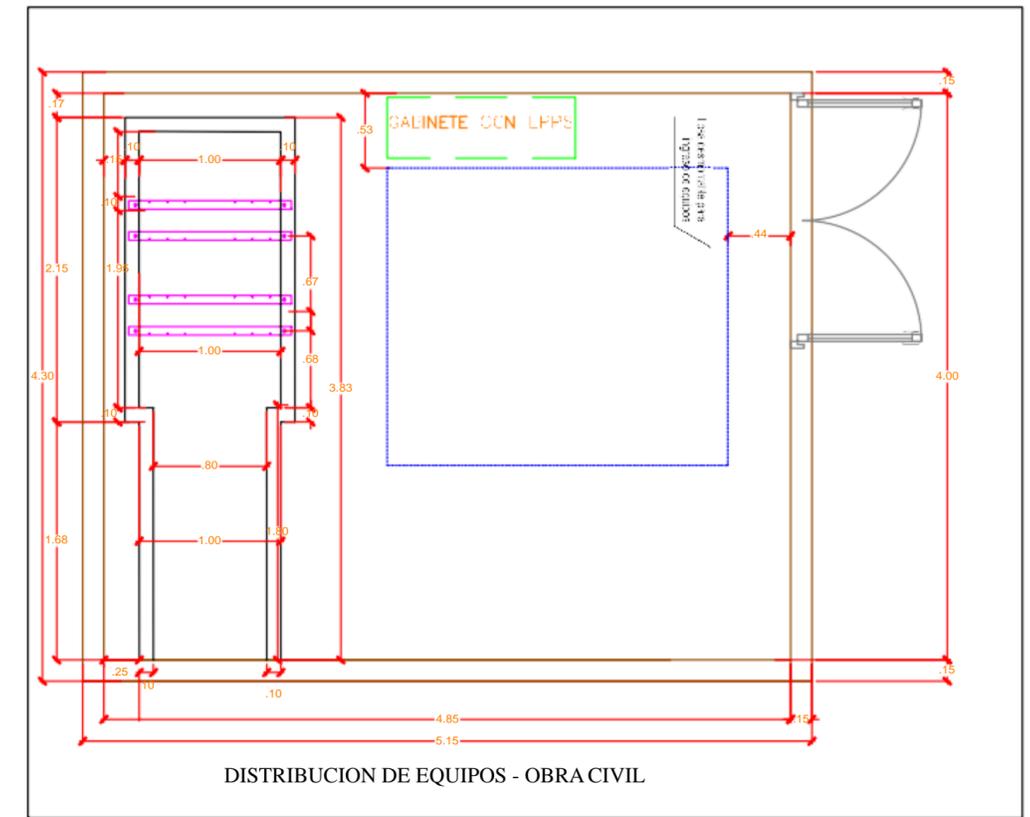
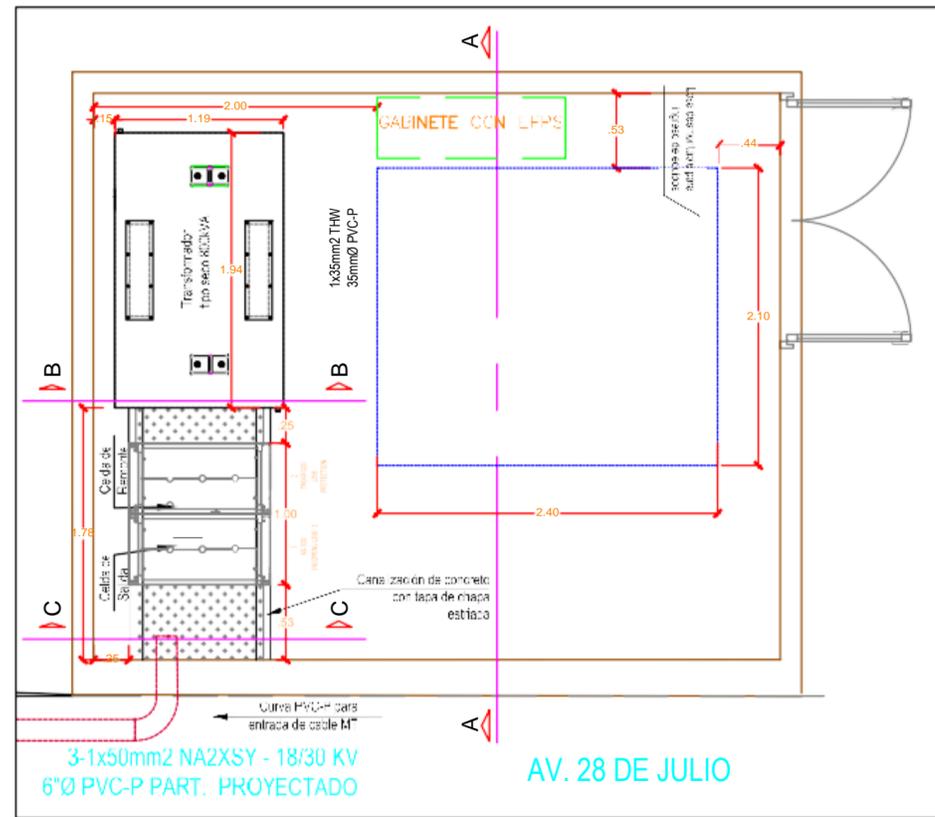
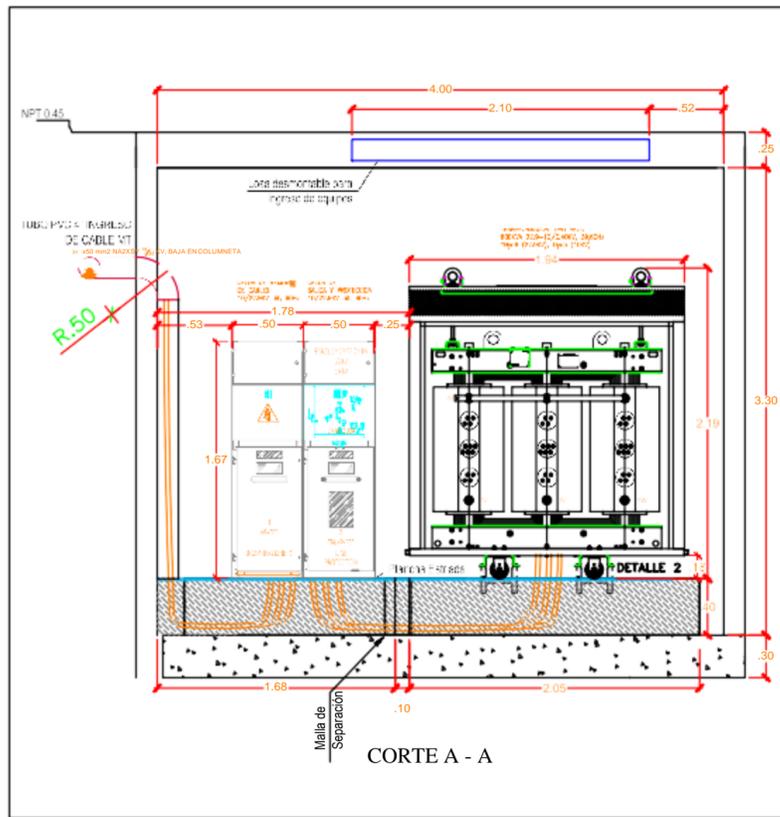


TECSUR S.A.
 AREA DEPARTAMENTO DE SERVICIOS
 PJE. CALAHUE H° 1hae - SAN JUAN DE MIRAFLORES
 TELF. 700-0000, ANEXOS 2611 - 2534

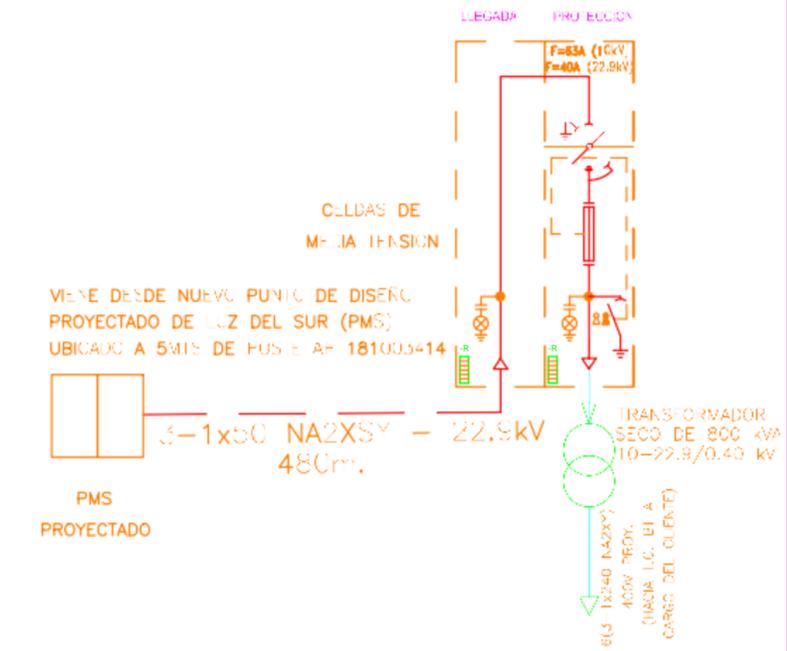
INMOBILIARIA MARCELITA
 PROYECTO: SISTEMA DE UTILIZACION EN 22.9 KV (OPERACION INICIAL 10 KV)
 PLANO: RECORRIDO DE RED SUBTERRANEA
 FECHA: FEBRERO 2016
 DISEÑO: [Signature]

178016-01
 LAMINA 1 de 2

Anexo 4: Plano Montaje Electromecánico



ESQUEMA UNIFILAR DE SUB ESTACION PROYECTADA DE 800 KVA



TECSUR S.A.
 AREA DEPARTAMENTO DE SERVICIOS
 PTE. CALAHCHO H° 1ha - SAN JUAN DE MIRAFLORES
 TELF. 700-0000, ANEXOS 2611 - 2534

PROPIETARIO:
INMOBILIARIA MARCELITA

PROYECTO:
SISTEMA DE UTILIZACION EN 22.9 KV (OPERACION INICIAL 10 KV)

PLANO:
MONTAJE ELECTROMECHANICO

UBICACION:
 AV. LA PAZ 971 ESQUINA CON AV. 28 DE JULIO 711
 DISTRITO DE MIRAFLORES,
 PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA

ESCALA:
 INDICADA
 JP

FECHA:
 FEBRERO 2018

TELEFONO:
 7000000

178016-02
LAMINA 2 de 2

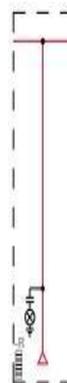
SÓTANO 7 - POZOS A TIERRA PARA MEDIA TENSIÓN

Anexo 5: Celda modular de entrada

Typical panels
 Paneles típicos
 Painéis típicos

Dimensions | Dimensiones | Dimensões

| kV | mm. | | | |
|------|-----|-----|-----|------|
| | 375 | 500 | 750 | 1100 |
| 12 | • | | | |
| 17.5 | • | | | |
| 24 | • | • | | |
| 36 | | | • | |



AS Incoming cable
RS Bus riser

Basic equipment

- Bus bars
- Low voltage auxiliary compartment
- Cables for riser

Optional accessories

- Voltage indicators

AS Entrada de cables
RS Subida de cables

Equipamientos básicos

- Sistema de barras
- Compartimiento para circuitos auxiliares
- Subida de cables

Accesorios opcionales

- Indicadores de presencia de tensión

AS Entrada de cabos
RS Subida de barras

Equipamentos básicos

- Barramentos
- Compartimiento para circuitos auxiliares
- Subida de cabos

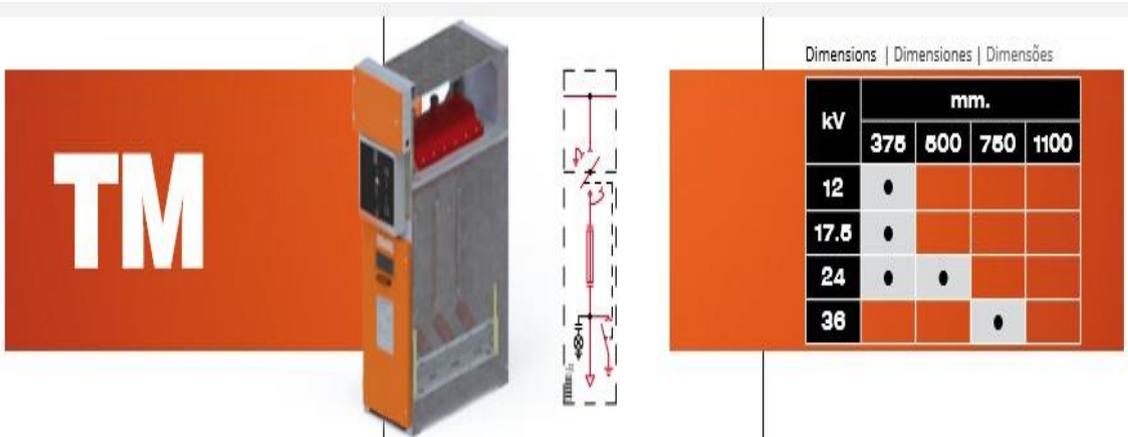
Acessórios opcionais

- Indicador de presença de tensão

SYSTEM6

| | | | | | | |
|--|--|-------------------------------|-------------------------------|-----|--------------------|-----|
| Rated voltage Tensión nominal Tensão nominal | kV | 12 | 17.5 | 24 | 38 | |
| Rated power-frequency withstand voltage 50Hz 1Min (kV r.m.s.) Tensión nominal resistida a 50Hz, 1Min (KV eff) Tensão nominal de isolamento a frequência industrial 50 Hz por 1 min (Kv eff) | To earth and between phases Entre fase-tierra y entre fases Fase-terra e Fase-fase Across the isolating distance A través de la distancia de seccionamiento Através da distância de isolamento | kV | 28 | 38 | 50 | 70 |
| | | | 32 | 45 | 60 | 80 |
| Rated lightning impulse withstand voltage (peak value) Tensión de impulso atmosférico (cr) Tensão nominal suportável de impulso atmosférico (valor de crista) | To earth and between phases Entre fase-tierra y entre fases Fase-terra e Fase-fase Across the isolating distance A través de la distancia de seccionamiento Através da distância de isolamento | kV | 75 | 95 | 125 | 170 |
| | | | 85 | 110 | 145 | 195 |
| Rated frequency Frecuencia nominal Frequência nominal | Hz | 50-60 | | | | |
| Rated current main bus bars up to Corriente nominal en barras principales hasta Corrente nominal do barramento principal até | A | 1000 | | | | |
| Rated current unit Corriente nominal funcional Corrente nominal da unidade funcional | A | 630 1000 | | | 400 630 1000 | |
| Short-time withstand current Corriente de corta duración Corrente de curta duração | kA - 8 | 16 - 1s 20 - 3s 25 - 1s | 16 - 1s 20 - 1s 20 - 2s | | | |
| Peak value Corriente de pico (cr) Valor de crista | kA | 40 50 62.5 | 40 50 | | | |
| Withstand internal arc Resistencia de arco interno Resistência ao arco interno | kA - 8 | 16 - 1s | | | | |
| Protection degree indoor / outdoor Grado de protección interna / externa Grau de proteção interno / externo | IP | 2X/3X | | | | |
| Altitude Altura Altitude | m | ≤1000 | | | | |
| Ambient temperature Temperatura ambiente Temperatura ambiente | °C | -5÷40 | | | | |

Anexo 6: Celda modular de salida



TM Feeder with on-load switch-fuse

Basic equipment

- Bus bars
- On-load switch-fuse IM6P-TF
- KP operating mechanism
- Tripping coil (KP operating mechanism)
- Automatic tripping device when fuse blow-up
- 3 striker fuses
- Earth switch at the top and at the bottom of the fuses
- Voltage indicators
- Low voltage auxiliary compartment
- Heater resistance with thermostat

Optional accessories

- KS operating mechanism
- Auxiliary contacts
- Auxiliary contacts for fuse blow-up
- Key locks

TM Alimentador con seccionador-fusibles combinados

Equipamientos básicos

- Sistema de barras
- Seccionador-fusible IM6P-TF
- Comando KP
- Bobina de apertura (comando KP)
- Dispositivo de apertura por fusión de fusibles
- 3 fusibles con percutor
- Seccionador PAT superior e inferior de los fusibles
- Indicador de presencia de tensión
- Compartimento de servicios auxiliares
- Resistencia antihumectante con termostato

Accesorios opcionales

- Mecanismo de operación KS
- Contactos auxiliares
- Contactos auxiliares para la señalización de fusión de fusible
- Bloqueo a llave

TM Alimentador com chave seccionadora e fusível

Equipamentos básicos

- Barramentos
- Chave seccionadora de abertura em carga com fusível IM6P-TF
- Mecanismos de operação KP
- Bobina de abertura
- Abertura simultânea das três fases na queima de um fusível
- 3 fusíveis com striker pin
- Chave seccionadora de aterramento superior e inferior do fusível
- Indicador de presença de tensão
- Compartimento para circuitos auxiliares
- Resistência de desumidificação com termostato

Acessórios opcionais

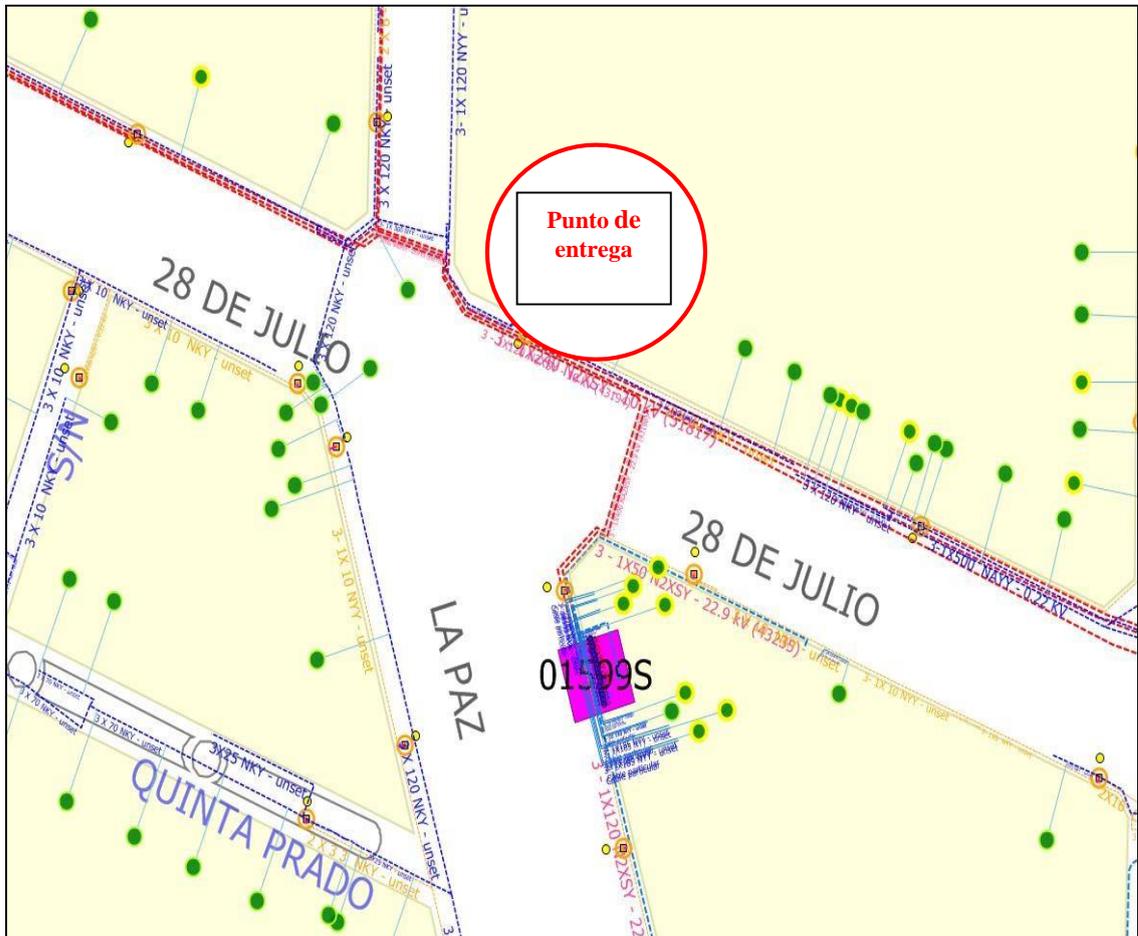
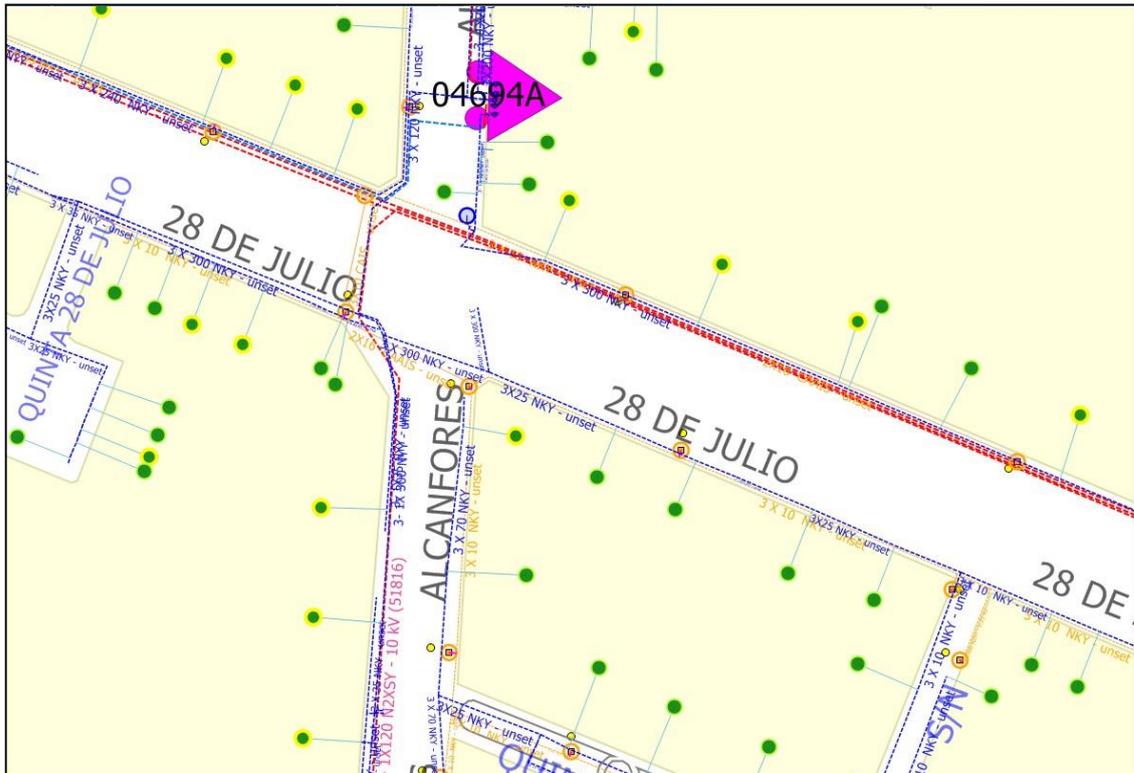
- Mecanismo de operação KS
- Contatos auxiliares
- Contatos auxiliares para indicação de queima do fusível
- Bloqueio Kirk

Dimensions | Dimensiones | Dimensões

| kV | mm. | | | |
|------|-----|-----|-----|------|
| | 375 | 500 | 750 | 1100 |
| 12 | • | | | |
| 17.5 | • | | | |
| 24 | • | • | | |
| 36 | | | • | |

| SYStem6 | | | | | | |
|--|--|-------------------------------|-------------------------------|-----|--------------------|-----|
| Rated voltage Tensión nominal Tensão nominal | KV | 12 | 17.5 | 24 | 36 | |
| Rated power-frequency withstand voltage 50Hz 1Min (kV r.m.s.) Tensión nominal resistida a 50Hz, 1Min (KV eff) Tensão nominal de isolamento a frequência industrial 50 Hz por 1 min (Kv eff) | To earth and between phases Entre fase-tierra y entre fases Fase-terra e Fase-fase Across the isolating distance A través de la distancia de seccionamiento Através da distância de isolamento | KV | 28 | 38 | 50 | 70 |
| | | | 32 | 45 | 60 | 80 |
| Rated lightning impulse withstand voltage (peak value) Tensión de impulso atmosférico (cr) Tensão nominal suportável de impulso atmosférico (valor de crista) | To earth and between phases Entre fase-tierra y entre fases Fase-terra e Fase-fase Across the isolating distance A través de la distancia de seccionamiento Através da distância de isolamento | KV | 75 | 95 | 125 | 170 |
| | | | 85 | 110 | 145 | 195 |
| Rated frequency Frecuencia nominal Frequência nominal | Hz | 50-60 | | | | |
| Rated current main bus bars up to Corriente nominal en barras principales hasta Corrente nominal do barramento principal até | A | 1000 | | | | |
| Rated current unit Corriente nominal funcional Corrente nominal da unidade funcional | A | 630 1000 | | | 400 630 1000 | |
| Short-time withstand current Corriente de corta duración Corrente de curta duração | kA - s | 16 - 1s 20 - 3s 25 - 1s | 16 - 1s 20 - 1s 20 - 2s | | | |
| Peak value Corriente de pico (cr) Valor de crista | kA | 40 50 62.5 | 40 50 | | | |
| Withstand internal arc Resistencia de arco interno Resistência ao arco interno | kA - s | 16 - 1s | | | | |
| Protection degree indoor / outdoor Grado de protección interna / externa Grau de proteção interno / externo | IP | 2X/3X | | | | |
| Altitude Altura Altitude | m | ≤1000 | | | | |
| Ambient temperature Temperatura ambiente Temperatura ambiente | °C | -5÷40 | | | | |

Anexo 7: Verificación de red subterránea GIS



Anexo 8: Norma LDS CD-9-320

| | | | | | |
|------------|--|--|--|--|----------------|
| 6 | | | | | |
| 5 | | | | | |
| 4 | | | | | |
| 3 | | | | | DICIEMBRE 2011 |
| 2 | | | | | JULIO 2010 |
| 1 | | | | | NOVIEMBRE 2008 |
| 0 | | | | | FEBRERO 2008 |
| Modifi. | | | | | |
| Fecha | | | | | |
| V. B. Rev. | | | | | |

1) APLICACIÓN

Esta norma se aplica en las nuevas instalaciones, ampliaciones y/o renovaciones de las redes subterráneas de distribución de media tensión en el área de concesión regional de LUZ DEL SUR S.A.A.

2) CONDICIONES NORMALES DE INSTALACIÓN DE CABLES DIRECTAMENTE ENTERRADOS

Las siguientes condiciones de instalación son consideradas como normales:

- a) Resistividad térmica del terreno : 150 °C-cm/W
- b) Temperatura del terreno : 25 °C
- c) Profundidad de instalación : 1,00 m
- d) Cantidad de cables en la zanja : 3
- e) Separación entre cables. : 70 mm
- f) Conexión a tierra de la pantalla del cable : En ambos extremos y en los empalmes.

Por lo tanto los valores de capacidad de corriente de estos cables dados en las normas correspondientes, están referidos a estas condiciones. Se aceptarán proyectos con secciones de cables cuyas capacidades de corriente se han determinado bajo otras condiciones de resistividad térmica y temperatura del terreno, siempre y cuando se adjunten los valores de las mediciones efectuadas en época apropiada del año (verano). Para condiciones de instalación distintas a las normales, se aplicarán los factores de corrección indicados más adelante.

3) CONFORMACIÓN

Cable de energía con conductor de Aluminio compacto clase 2, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta externa de cloruro de polivinilo con retardante a la llama (PVC).

4) ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las especificaciones técnicas, con los aspectos de diseño y fabricación de este tipo de cable, están dados en el documento DNC-ET-092

Norma Intenacional IEC 60502 -2

NORMALIZACIÓN DE CABLES DE ALUMINIO TIPO NA2XS_Y
 PARA REDES SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSIÓN - 22,9 kV



LUZ DEL SUR

NORMA DE DISTRIBUCION

CD-9-320

1 de 6

| |
|--------------------------|
| 6 |
| 5 |
| 4 |
| 3 |
| 2 |
| 1 |
| 0 |
| Modifi. Fecha V. B. Rev. |

Las características más importantes son:

4.1) CONDUCTOR

La conformación del conductor es la siguiente:

| | | | | | |
|----------------------------|---|----|-----|-----|-----|
| SECCION (mm2) | 50 | 95 | 120 | 185 | 400 |
| CONFORMACION DEL CONDUCTOR | ALUMINIO , CABLEADO REDONDO COMPACTADO (CLASE 2) (sentido de la mano izquierda) | | | | |

4.2) AISLAMIENTO Y PANTALLAS ELÉCTRICAS

El cable lleva sobre el conductor una capa de material semiconductor del tipo extruído, resistente a la deformación.

El aislamiento es de polietileno reticulado (XLPE) con grado de aislamiento $E_0/E=18/30$ kV. y sobre este es adherida una capa de semiconductor del tipo extruído de fácil retiro (easy-stripping).

4.3) BLINDAJE METÁLICO

Está constituido por un conjunto de hilos de cobre recocido y una cinta helicoidal de cobre aplicada en hélice abierta (discontinua) en contraespira alrededor de los hilos. El conjunto no debe superar los siguientes valores de resistencia eléctrica:

1.2 ohm/km para 50, 95 y 120 mm2.

0.75 ohm/km para 185 y 400 mm2.

4.4) CUBIERTA EXTERNA

Esta constituido por un compuesto de cloruro de polivinilo (PVC) del tipo ST2. color rojo, resistente a rayos ultravioletas.

4.5) COLORES

El aislamiento del cable será de color natural.

La cubierta externa del cable será de color rojo.

5) DIMENSIONES

Las dimensiones teóricas del cable son las siguientes:

| SECCIÓN (mm2) | Ø CONDUCTOR (mm) | ESPEJOR AISLAMIENTO XLPE (mm) | DIÁMETRO SOBRE EL AISLAMIENTO (mm) | ESPEJOR CUBIERTA PVC (mm) | ØEXTERIOR (mm) |
|---------------|------------------|-------------------------------|------------------------------------|---------------------------|----------------|
| 50 | 8.6 | 8,0 | 24.6 | 1,8 | 32,0 |
| 95 | 12,0 | 8,0 | 28,0 | 1,9 | 35,5 |
| 120 | 13.5 | 8,0 | 29.5 | 2,0 | 38,0 |
| 185 | 16,8 | 8,0 | 32,8 | 2,1 | 40,5 |
| 400 | 24.6 | 8,0 | 40.6 | 2,3 | 49,0 |

NORMALIZACIÓN DE CABLES DE ALUMINIO TIPO NA2XS_Y PARA REDES SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSIÓN – 22,9 kV



LUZ DEL SUR

NORMA DE DISTRIBUCION

CD-9-320

| |
|------------|
| 6 |
| 5 |
| 4 |
| 3 |
| 2 |
| 1 |
| 0 |
| Modifi: |
| Fecha: |
| V. B. Rev. |

6) CAPACIDAD DE CORRIENTE EN CONDICIONES NORMALES DE OPERACION

La capacidad de corriente indicada en el cuadro "A" considera:

- Está referida a las condiciones normales de instalación dadas en la pag. 1 de la presente norma.
- La temperatura máxima sobre el conductor en condiciones normales de operación es de 90 °C.
- Considera tres cables unipolares, instalados directamente enterrados en forma horizontal en un mismo plano y con una separación entre cables igual a 7 cm.

CUADRO "A"
CAPACIDAD DE CORRIENTE

| SECCION (mm ²) | CORRIENTE (A) | | |
|----------------------------|---------------|---------------|---------------|
| | F.C. =1 | F.C. <=0.75 * | F.C. <=0,6 ** |
| 50 | 151 | 175 | 190 |
| 95 | 218 | 254 | 279 |
| 120 | 245 | 285 | 317 |
| 185 | 308 | 363 | 402 |
| 400 | 460 | 534 | 598 |

* Corresponde a los tipos de cargas siguientes: Comercial, Residencial, Industrial, Hospital.

** Corresponde a los tipos de carga siguiente: Residencial, Pueblo Joven Residencial Comercial, con un F.C. no mayor de 0,6, con una punta cuyo valor no sea mayor del 18% del correspondiente para un F.C. = 1 y con una duración de no más de 4 horas.

Estos valores han sido calculados tomando en cuenta las normas vigentes IEC-287, IEC-853, el software "CYMCAP-CYME", Especificaciones Técnicas y condiciones de instalación propias de Luz del Sur.

7) CAPACIDAD DE CORRIENTE EN CONDICIONES DE EMERGENCIA

Se entiende por condiciones de emergencia, aquellas magnitudes de corriente que ocasionan un aumento de temperatura por encima de valor normal y que está dispuesto a soportar el cable (en este caso el aislamiento), por un tiempo máximo de 2 horas.

- La máxima temperatura en condiciones de emergencia para los cables con aislamiento de polietileno reticulado es de 130 °C.
- La corriente en estas condiciones significa aumentar valores de capacidad de corriente en condiciones normales de operación en un 19 %.
- El número máximo de períodos de emergencia en 12 meses consecutivos es 3, y la duración de cada período es de 36 horas.

NORMALIZACIÓN DE CABLES DE ALUMINIO TIPO NA2XSY
PARA REDES SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSIÓN - 22,9 kV



LUZ DEL SUR

NORMA DE DISTRIBUCION

CD-9-320

3 de 6

| |
|---------------------------|
| 6 |
| 5 |
| 4 |
| 3 |
| 2 |
| 1 |
| 0 |
| Modifi. Fecha: V. B. Rev. |

8) CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO

La corriente de cortocircuito máxima I_{km} (corriente media eficaz) en función del tiempo, se presentan en las curvas dadas a continuación y calculadas según la siguiente expresión:

$$I_{km} = 0,0945 \frac{S}{\sqrt{t}}$$

donde:

- I_{km} = corriente media eficaz de cortocircuito (kA)
- S = sección nominal del conductor (mm²)
- t = tiempo (s)

temperatura de cortocircuito = 250 °C
temperatura máxima de operación = 90 °C

El tiempo no deberá ser mayor de 5 seg. en ningún caso.

Estos cables van protegidos con seccionadores fusibles de potencia automático, equipados con fusibles tipo limitador de corriente de rápido accionamiento.

La gráfica adjunta (ver pag. 6) puede ser usada para las siguientes situaciones:

- a.- Para determinar la máxima corriente de cortocircuito permitida en el cable.
- b.- Para determinar la sección del conductor necesario para soportar una particular condición de cortocircuito.
- c.- Para determinar el tiempo máximo que un cable puede funcionar con una particular corriente de cortocircuito, sin dañar el aislamiento.

9) PARAMETROS ELECTRICOS

En el cuadro siguiente se representan los valores de resistencia, reactancia inductiva, capacidad y factor de caída de tensión trifásico.

| SECCION (mm ²) | R 20°C (ohm/km) | Re (ohm/km) | X1 (ohm/km) | C (uf/km) | K 3Ø (V/A x km) |
|----------------------------|-----------------|-------------|-------------|-----------|-----------------|
| 50 | 0,641 | 0,822 | 0,247 | 0,1407 | 1,395 |
| 95 | 0,320 | 0,410 | 0,221 | 0,1571 | 0,799 |
| 120 | 0,253 | 0,324 | 0,213 | 0,1571 | 0,670 |
| 185 | 0,164 | 0,210 | 0,196 | 0,1805 | 0,495 |
| 400 | 0,078 | 0,100 | 0,167 | 0,2416 | 0,312 |

- R20 = Resistencia a la corriente continua a 20 °C
- Re = Resistencia efectiva a la temperatura máxima de operación (90°C)
- X1 = Reactancia inductiva
- C = Capacidad de servicio.
- K3Ø = Factor de caída de tensión trifásico.

NORMALIZACIÓN DE CABLES DE ALUMINIO TIPO NA2XS_Y
PARA REDES SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSIÓN – 22,9 kV



LUZ DEL SUR

NORMA DE DISTRIBUCION

CD-9-320

| |
|---------------------|
| 6 |
| 5 |
| 4 |
| 3 DICIEMBRE 2011 |
| 2 JULIO 2010 |
| 1 NOVIEMBRE 2008 |
| 0 FEBRERO 2008 |
| Modif. V. B. Rev. |

10) FACTORES DE CORRECCIÓN

Para las condiciones de instalación distintas a las normales se aplicarán los factores de corrección indicados:

10.1 FACTORES DE CORRECCIÓN RELATIVOS A LA TEMPERATURA DEL SUELO

| MAXIMA TEMP. ADMISIBLE DEL CONDUCTOR °C | TEMPERATURA DEL SUELO EN °C | | | | | | | | |
|---|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 90 | 1,14 | 1,11 | 1,07 | 1,04 | 1,00 | 0,96 | 0,92 | 0,88 | 0,83 |

10.2 FACTORES DE CORRECCIÓN RELATIVOS A LA RESISTIVIDAD TERMICA DEL SUELO

| SECCION DEL CONDUCTOR (mm ²) | RESISTIVIDAD TERMICA DEL SUELO (°C-cm/W) | | | | | | | | |
|--|--|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 50 | 70 | 80 | 100 | 120 | 150 | 200 | 250 | 300 |
| 50 a 240 | 1,5 | 1,34 | 1,27 | 1,17 | 1,09 | 1,00 | 0,88 | 0,80 | 0,74 |

10.3 FACTORES DE CORRECCIÓN DEBIDO AL AGRUPAMIENTO DE CABLES DIRECTAMENTE ENTERRADOS

| NUMERO DE SISTEMAS DE CABLES UNIPOLARES EN LA MISMA ZANJA ** | SECCION (mm ²) | SEPARACION ENTRE CABLES "d" (cm) | | |
|--|-------------------------------|----------------------------------|------|------|
| | | 7 | 10 | 15 |
| 2 | 50 95 120 185 400 | 0,85 | 0,85 | 0,87 |

** Cada sistema tiene tres cables unipolares.

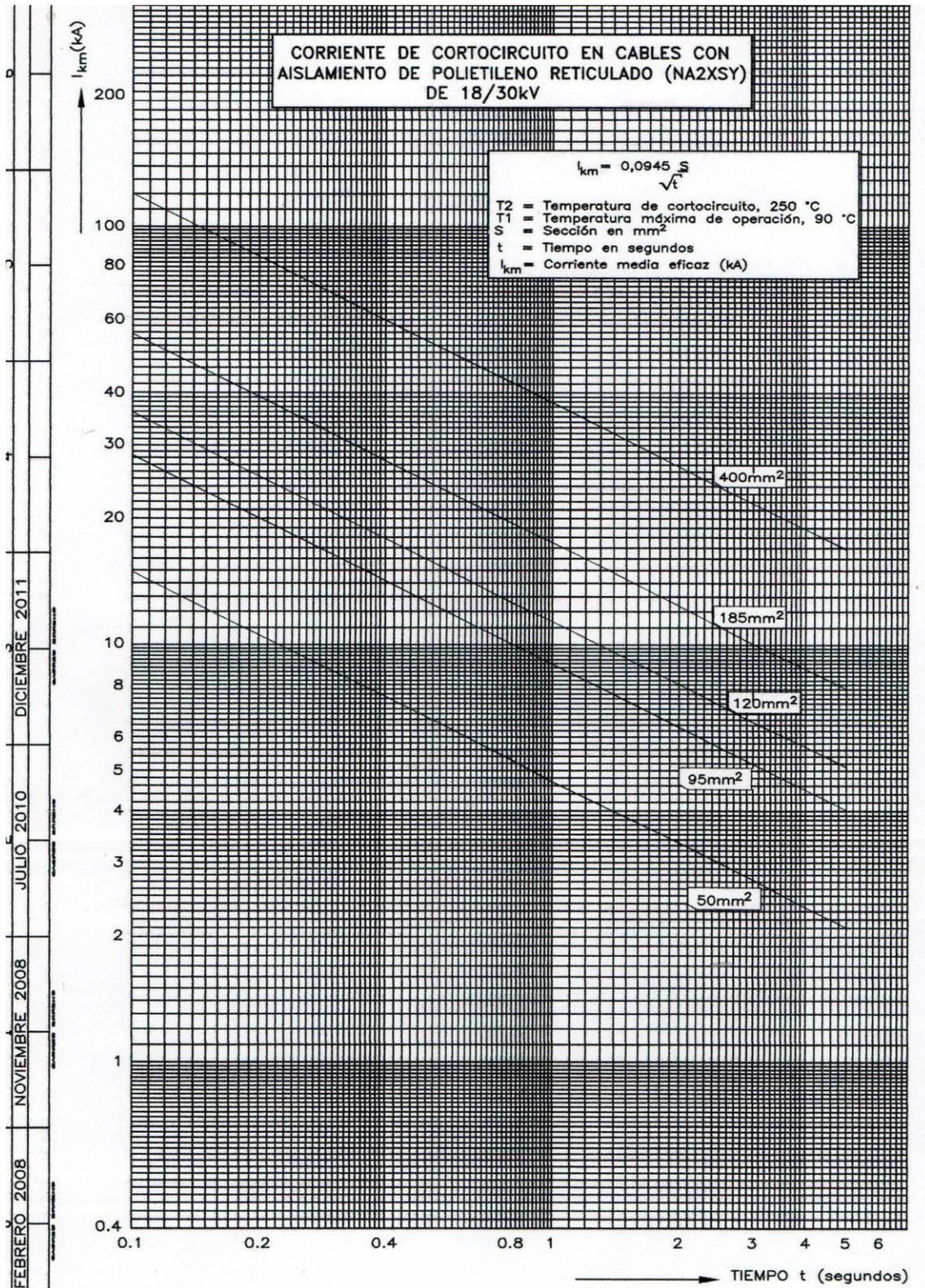
NORMALIZACIÓN DE CABLES DE ALUMINIO TIPO NA2XS_Y
 PARA REDES SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSIÓN - 22,9 kV



NORMA DE DISTRIBUCION

CD-9-320

5 de 6



NORMALIZACIÓN DE CABLES DE ALUMINIO TIPO NA2XSY PARA REDES SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSIÓN - 22,9 kV

LUZ DEL SUR | NORMA DE DISTRIBUCION | CD-9-320

Anexo 9: Especificación Transformador Trifásico 800 kVA.

| Descripción | Valores nominales |
|--------------------------------------|--|
| Cantidad | 01 |
| Potencia nominal | 800 kVA |
| Tensión primaria en vacío | 22.9 – 10 kV |
| Tensión secundaria en vacío | 0.40 kV |
| Tensión de cortocircuito | 6% ±10% |
| Frecuencia nominal | 60 Hz. |
| Numero de fases | 3 |
| Conexión primaria | Triangulo (10 kV), Estrella (22,9 kV) |
| Conexión secundaria | Estrella (0.40 kV) |
| Grupo de conexión | Dyn5 / YNyn6 |
| Conmutador de tomas en vacío | ±2 x 2.5 % |
| Perdidas de vacío | 2800 W |
| Perdidas de cortocircuito | 9700 W |
| Nivel de aislamiento | 24 – 50 – 125 kV (Primario) 1.1 – 3 kV (Secundario) |
| Enfriamiento | ANAN |
| Tipo de enrollamiento | Encapsulado en molde Encapsulado por inmersión. |
| Peso | 980 Kg. |
| Núcleo | Hierro LAF |
| Altura de máxima | 1000 msnm |
| Temperatura de referencia | 120 °C |
| Material de arrollamiento | Aluminio |
| Clase de aislamiento | F |
| Corriente de vacío | 1.5 % |
| Nivel de ruido (Presión acústica) | 56 dB a 1 metro |
| Dimensiones | 1350x1300x600 mm. (Altura x ancho x prof.) |
| Clase ambiental/ climática/ fuego | E2-C2-F1 (Certificado por CESI) |
| Impedancia | 6 ±10% |
| Protección del gabinete | IP 21 |
| Accesorios | 03 termo resistencias Pt100 (Una por cada bobina) |
| Control de temperatura | Relé y termómetro digital |
| Conectores de puesta a tierra | ✓ |
| Cáncamos de elevación | ✓ |

Anexo 10: AUTORIZACIÓN TECSUR

Lima, 05 de setiembre del 2016

Señor:

Frank Anthony Flores Nuñez

Bachiller en Ingeniería Mecánica Eléctrica
UNTELS

Asunto: Carta de autorización para Proyecto de Tesis

Estimado Sr Flores:

La presente es para informarle que cuenta con el apoyo técnico en información y asesoría respecto al Proyecto: **"Sistema de Utilización de MT 22.9kv (Operación inicial 10kv) a Inmobiliaria Marcelita S.A."** para su uso y exposición en temas académicos e investigación. Cabe mencionar que no deberá ser utilizado con fines de lucro, afectando la integridad y confidencialidad de nuestra Empresa Tecsuro S.A.

Le deseamos muchos éxitos en desarrollo del proyecto y confiamos que la misma resulte en un valioso aporte académico.

Atentamente.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Giovanni Vassallo', is written over a horizontal dashed line.

Ing. Giovanni Vassallo Elescano
Jefe de Ventas de Servicios
TECSUR S.A.