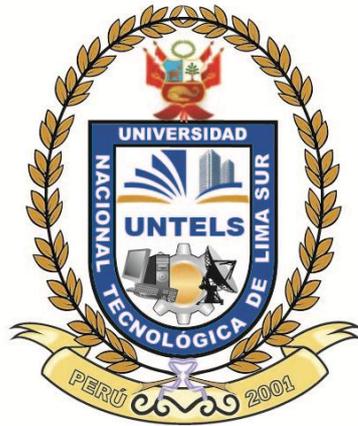


UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR
Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Ambiental
Carrera Profesional de Ingeniería Mecánica y Eléctrica



**“DISEÑO Y SELECCIÓN DEL CABLE CONDUCTOR N2XSY EN
MEDIA TENSIÓN”**

**Tema de Investigación para optar el Título de:
Ingeniero Mecánico - Electricista**

**Presentado por el Bachiller:
Terrones Soca, Alexsanders Víctor**

**LIMA-PERÚ
2015**

DEDICATORIA:

Dedico este trabajo principalmente a Dios y a mis padres que han hecho lo posible mi formación profesional y me brindaron su apoyo incondicional, su amor y su confianza.

ÍNDICE

| | |
|-------------------------------------------------------------|----|
| INTRODUCCIÓN | vi |
| CAPÍTULO I | 1 |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 1 |
| 1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA..... | 1 |
| 1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA | 2 |
| 1.3. DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN..... | 2 |
| 1.3.1. ESPACIAL | 2 |
| 1.3.2. TEMPORAL | 3 |
| 1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA..... | 3 |
| 1.4.1. PROBLEMA PRINCIPAL | 3 |
| 1.4.2. PROBLEMA SECUNDARIO | 3 |
| 1.5 OBJETIVOS | 3 |
| 1.5.1. OBJETIVO PRINCIPAL | 3 |
| 1.5.2. OBJETIVO SECUNDARIO..... | 4 |
| CAPÍTULO II | 5 |
| MARCO TEÓRICO | 5 |
| 2.1 ANTECEDENTES DEL PROYECTO: | 5 |
| 2.2. BASES TEORICAS | 7 |
| 2.2.1. BASES DE CÁLCULO | 7 |
| 2.2.2. PARÁMETROS CONSIDERADOS | 8 |
| 2.2.3. FÓRMULAS UTILIZADAS EN EL DISEÑO DEL CONDUCTOR | 8 |
| 2.2.4. ELECCIÓN DE LA SECCIÓN DE LOS CABLES..... | 11 |
| 2.2.5. DESIGNACIÓN Y SECCIONES DE CABLES NORMALIZADOS ... | 12 |
| 2.3 MARCO CONCEPTUAL | 14 |
| CAPÍTULO III | 17 |
| DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA | 17 |
| 3.1 ANÁLISIS DEL MODELO O CASO: | 17 |
| 3.1.1. RED PRIMARIA 10KV | 17 |
| 3.1.2. SUBESTACIÓN ELÉCTRICA | 17 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.1.3. DEMANDA MÁXIMA DEL PROYECTO | 18 |
| 3.1.4. CABLE DE ENERGÍA A 10 KV TIPO N2XSY | 19 |
| 3.1.5. ZANJA PARA INSTALACIÓN DE CABLE | 20 |
| 3.1.6. CINTA SEÑALIZADORA | 21 |
| 3.1.7. PISTA Y VEREDA..... | 22 |
| 3.1.8. CRUZADAS | 23 |
| 3.2 .CÁLCULO DEL DISEÑO O CASO..... | 24 |
| 3.2.1. DATOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DEL CABLE | 24 |
| 3.2.2. CÁLCULO DE LA CORRIENTE NOMINAL DEL SISTEMA | 25 |
| 3.2.3. CÁLCULO DEL CABLE DE MEDIA TENSIÓN..... | 26 |
| 3.2.4. CAPACIDAD REAL DEL CABLE | 26 |
| 3.2.5. CONDICIONES REALES DE TRABAJO (FACTORES DE CORRECCIÓN)..... | 26 |
| 3.2.6. FACTOR DE CORRECCIÓN COMBINADO O TOTAL..... | 27 |
| 3.2.7. CÁLCULO DE LA CORRIENTE DE DISEÑO (ID) | 27 |
| 3.2.8. CÁLCULO POR CAIDA DE TENSIÓN (ΔV)..... | 28 |
| 3.2.9. CÁLCULO DE LA CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO (I_{cc})..... | 30 |
| 3.2.10. CÁLCULO POR CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLE EN EL CABLE (I_{ccc}) | 30 |
| 3.3. RESULTADO | 31 |
| CONCLUSIONES..... | 33 |
| RECOMENDACIONES | 34 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍAS | 35 |
| ANEXO A: TABLAS TÉCNICAS..... | 36 |
| ANEXO B : NORMAS DE DISTRIBUCION DE LUZ DEL SUR..... | 42 |
| ANEXO C : PLANO EN AUTOCAD DEL TRABAJO EJECUTADO | 47 |

LISTADO DE FIGURAS

| | |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| FIGURA 2.1: Cable conductor de 3-1x70 N2XSY..... | 13 |
| FIGURA 2.2: Cable conductor de 3-1x70 NYY..... | 13 |
| FIGURA 3.1: Celda de llegada en alta tensión | 18 |
| FIGURA 3.2: Celda de llegada en Media tensión..... | 18 |
| FIGURA 3.3: Cable N2XSY..... | 20 |
| FIGURA 3.4 : Excavación de la zanja de media tensión. | 21 |
| FIGURA 3.5 : Reparación de pista | 22 |
| FIGURA 3.6 : Reparación de vereda..... | 22 |
| FIGURA 3.7 : Ductos de 4 vías..... | 23 |
| FIGURA 3.8 : Instalación del cable en ducto..... | 24 |

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de investigación lleva por título “**DISEÑO Y SELECCIÓN DEL CABLE CONDUCTOR N2XSJ EN MEDIA TENSIÓN**”. Esta determinación de diseño y selección del conductor nos lleva a calcular la selección mínima normalizada y está a la vez debe satisfacer tres condiciones sgtes:

1. Criterio de la intensidad máxima admisible o de calentamiento.

La temperatura de cable conductor que trabaja a plena carga y régimen permanente, no debe superar en ningún momento la temperatura máxima admisible asignada de los materiales que se utilizan para el aislamiento del cable. Esta temperatura en normas particulares suele ser 70 C para cables con aislamiento termoplástico y de 90C para cables con aislamiento termoestables.⁽¹⁾

2. Criterio de la caída de tensión.

La corriente que circula a través de los conductores, ocasionando una pérdida de potencia transportada por el cable y una caída de tensión o diferencia entre las tensiones en el origen y extremo de la canalización.⁽¹⁾

3. Criterio de la intensidad de cortocircuito.

La temperatura que puede alcanzar el conductor del cable ,como consecuencia del cortocircuito o sobre intensidad de corta duración, no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración(5 segundos) asignados a los materiales utilizados para el aislamiento del cable.⁽¹⁾

La estructura que hemos seguido en este proyecto se compone de 3 capítulos. El Primer Capítulo comprende el Planteamiento del Problema, el Segundo Capitulo el Desarrollo del Marco Teórico y el Tercer Capítulo comprende al desarrollo del proyecto.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

La realización de este proyecto de investigación tiene como problema principal es el mal estado del cable conductor NKY como consecuencia de un corto circuito ocurrido entre las fases que lo alimentaba y la contaminación que este generaba al medio ambiente ,dicho problema generó envejecimiento de los mismos.

Para corregir dicho problema se realizó el diseño y selección del conductor eléctrico y se cambió el cable de alimentación NKY por el N2XSY utilizados en niveles de media tensión eléctrica.

Actualmente los cables NKY ya no son muy requeridos en los proyectos eléctricos ya que estos son muy costosos y contaminantes, todos estos factores hacen que este conductor no sea utilizado ni recomendados en los proyectos eléctricos.

Cuando hablamos de costoso nos referimos a las características internas de este conductor (NKY) N significa que tiene alma de cobre, K significa que tiene una cubierta de plomo y tiene un aislamiento impregnado de

papel en aceite este último es contaminante ya que daña nuestro medio ambiente.

A raíz de este problema surge la necesidad de utilizar el cable conductor N2XSY, el cual tiene una característica importante el de ser un conductor seco y además cumple las expectativas del caso para la elaboración del proyecto.

1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La intención de la presente investigación es conocer parte de la realidad del Diseño de Ingeniería Eléctrica, además nos ayudara en un momento dado tener las herramientas necesarias para trabajar en el ámbito del **Diseño y Selección de los Conductores Eléctricos Subterráneos.**

Esta investigación cuenta con los cálculos necesarios de la red de media tensión así como también la aplicación de las normas de Luz del Sur, las normas del CNE. (CÓDIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD) y la utilización de las tablas Indeco para la selección del conductor eléctrico de nuestro país.

1.3. DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. ESPACIAL

Esta investigación tiene su elaboración en la empresa Electric Project S.R.L, empresa dedicada a la ejecución de proyectos y obras eléctricas de baja, media y alta tensión.

Así como también a Tecsur, empresa dedicada a la supervisión de los proyectos y obras eléctricas de baja, media y alta tensión.

1.3.2. TEMPORAL

Esta investigación tiene una duración comprendida desde Noviembre 2014 hasta Enero 2015, tiempo el cual se utilizó para realizar el diseño y selección de conductor eléctrico.

1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.4.1. PROBLEMA PRINCIPAL

¿Cuál es la relación que existe entre el diseño y la selección del cable conductor N2XSY en media tensión?

1.4.2. PROBLEMA SECUNDARIO

¿Cómo se identifica las fórmulas para los cálculos de cable conductor N2XSY de media tensión?

¿Cuáles son las normas a emplear para el diseño y selección del conductor N2XSY de media tensión?

1.5 OBJETIVOS

1.5.1. OBJETIVO PRINCIPAL

Determinar la relación que existe entre el diseño y la selección del cable conductor N2XSY en media tensión.

1.5.2. OBJETIVO SECUNDARIO

Identificar en el proyecto las fórmulas básicas (intensidad admisible, caída de tensión e intensidad de corto circuito) que se emplean para los cálculos del conductor eléctrico de media tensión.

Las normas que se requiere son: Código Nacional de Electricidad (CNE) y las del Luz del Sur para que sea aprobar dicho proyecto y de esta manera sea puesto en operación el sistema.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DEL PROYECTO:

DIMENSIONAMIENTO DE CABLES DE POTENCIA AISLADOS, Ricardo León Mesa Pérez/Andrés Mauricio Henao Restrepo.

En esta tesis ,desarrollaron una metodología para el cálculo de la capacidad de la corriente de cables de potencia aislados en diferentes condiciones de instalación, tales como cables aéreos ,directamente enterrados, al interior de tuberías, túneles y banco de ductos.

Cuando se realizar la selección de cables de potencia para ser implementados en todo tipo de instalación es necesario tener parámetros de diseños adicionales a la ampacidad; como son la corriente de cortocircuito y la regulación de tensión. En sistemas con grandes longitudes de cable y niveles de cortocircuito elevado es posible que la secciones de los conductores deban ser incrementadas para mitigar sus efectos.⁽²⁾

FUNDAMENTOS PARA LA INSTALACIÓN DE LINEAS DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRANEA EN MÉXICO, Daniel Villegas Argota/Luis Enrique Orihuela Martínez.

En esta tesis, creen que la instalación de subterránea cuenta con varias ventajas como la seguridad que estas brindan a las personas, el mantenimiento es mínimo comparado con las líneas aéreas y la principal ventaja el impacto visual en el ambiente es mucho menor.

Hay que tener en cuenta que para realizar una instalación eléctrica subterránea se necesita ir con las autoridades correspondientes para conocer si ya existen instalaciones subterráneas para no dañarlas y poder dar un mantenimiento adecuado⁽³⁾

PROYECTO DE INSTALACIONES SUBTERRANEAS DE MEDIA TENSIÓN, Mariela Galarza/Diana Noboa/Ing. Juan Gallo.

En esta tesis, los conductores utilizados para la red subterránea son aislados con Polietileno reticulado (XLPE) o Goma etilenpropilénica(EPR) la selección del aislante depende de las características de la instalación eléctrica y mecánicas .

Las pantallas pueden ser semiconductoras sobre el conductor o sobre el aislamiento tiene una función crear una superficie equipotencial para uniformar el campo eléctrico y confinarlo.

La normativa aplicada en diseño de centro de carga está basada sobre reglamentos sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas y centros de transformación con sus instrucciones técnicas complementarias y como acciones aconsejables las recomendaciones de la UNESA (unidad eléctrica S.A).⁽⁴⁾

En nuestro país son muy pocos las investigaciones relacionado con este tema en las instalaciones eléctricas del tipo subterráneo con conductores

NKY que ocasionan contaminación al momento de realizar trabajos con este tipo de cable.

Actualmente se está promoviendo que las instalaciones eléctricas sean conductores eléctrico N2XSY (SECO) del tipo subterráneo en avenidas, espacios públicos, centros históricos etc., ya que ofrecen mayor seguridad y calidad. Por ello en este proyecto de investigación se facilita la información que se necesita para un correcto diseño y selección del conductor eléctrico.

2.2. BASES TEORICAS

2.2.1. BASES DE CÁLCULO

El proyecto se ha elaborado cumpliendo con los requisitos especificados en:

- ✓ Código Nacional de Electricidad – Suministro aprobado por RM N° 366-2001-EM/VME (2001-08-06).
- ✓ Ley de Concesiones Eléctricas DL N° 25844 su Reglamento DS N° 009-93-EM.
- ✓ Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos.
- ✓ 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 RD N° 018-2002-EM/DGE.
- ✓ Norma DGE “Calificación Eléctrica para la elaboración de Proyectos de Subsistemas de Distribución Secundaria” aprobada con R.M. N° 531-2004-MEM/DM.
- ✓ Normas de Distribución del Concesionario Luz del Sur SAA.

2.2.2. PARÁMETROS CONSIDERADOS

Los parámetros considerados en este proyecto eléctrico son:

- a) Máxima demanda total : 1598 KW
- b) Factor de potencia estimado : 0.85
- c) Caída de tensión máxima permisible : 3.5 %
- d) Potencia de corto circuito : 300MVA
- e) Tiempo de apertura de la protección : 0.02 seg.
- f) Potencia del diseño : 1880 KVA

2.2.3. FÓRMULAS UTILIZADAS EN EL DISEÑO DEL CONDUCTOR

2.2.3.1. CORRIENTE NOMINAL (In) :

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \times V_n \times \cos\phi}$$

Dónde:

In = Corriente Nominal (A)

P = Potencia a transmitir (Kw)

Vn = Tensión nominal (Kv)

2.2.3.2 .FACTOR DE CORRECCIÓN COMBINADO O TOTAL (FT) :

$$FT = Ft * Frt * Fp * Fa * Fd$$

- ✓ Temperatura del suelo : **Ft**
- ✓ Resistividad térmica de terreno: **Frt**
- ✓ Profundidad de enterramiento: **Fp**
- ✓ Proximidad a otros cables: **Fa**

✓ Tendido en ducto: **Fd**

2.2.3.3. CORRIENTE DE DISEÑO (ID):

$$ID = \frac{In}{FT}$$

In = Corriente Nominal (A)

FT = Factor de corrección

2.2.3.4. CAIDA DE TENSIÓN (ΔV) :

$$(\Delta V) = \sqrt{3} * In * L * Z$$

DONDE:

In = Corriente Nominal (A)

L = Longitud del cable (Km)

Z= Impedancia de la línea (Ω)

R₂₀ = Resistencia dc del cable a 20 °C (Ω/KM)

Re= Resistencia Ac del cable a 90 °C (Ω/KM)

X= Reactancia del conductor (Ω/KM)

2.2.3.5. IMPEDANCIA (Z)

$$Z = R \cos \phi + X \sin \phi$$

Z= Impedancia de la línea (Ω)

X= Reactancia del conductor (Ω/KM)

FACTOR DE POTENCIA = **COS** (ϕ)

$$= \text{SEN} (\phi)$$

2.2.3.6. CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO (I_{cc})

La corriente de cortocircuito está dado por:

$$I_{cc} = \frac{P_{cc}}{\sqrt{3} * V_n}$$

Donde:

P_{cc}= Potencia de cortocircuito en el punto de entrega (**MVA**).

I_{cc}= Corriente de cortocircuito (**KA**)

V_n =Tensión nominal (**KV**)

2.2.3.7. CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO ADMISIBLE EN EL CABLE.(I_{cc})

La fórmula queda la corriente de cortocircuito que soporta los cables

N2XSY, 8.7/15KV.

$$I_{ccc} = \frac{0.14356 * S}{\sqrt{t}}$$

Donde:

I_{ccc} =Corriente de corto circuito que soporta el cable(KA)

S =Sección del cable (mm²)

√t= Tiempo de actuación de la protección del concesionario (seg.)

2.2.4. ELECCIÓN DE LA SECCIÓN DE LOS CABLES

Para obtener la sección de los cables el dato fundamental de partida es la intensidad previsible de la corriente que va a circular por ellos.

Obtenemos dicha intensidad a partir de:

-La potencia previsible a transmitir.

-La tensión nominal de la línea.

El factor de potencia estimado. Salvo casos muy específicos se toma el valor de 0,90.

Conocido el valor de la intensidad previsible se escoge como valor inicial de la sección:

El que nos proporciona una intensidad máxima admisible (debidamente corregida, si fuera necesario) de valor igual ó el inmediatamente superior al de la previsible.

El que, cumpliendo la condición anterior, proporciona una caída de tensión entre la subestación de suministro y el centro de transformación que alimenta, no superior al 5% de la tensión nominal.

Salvo en casos muy concretos, las caídas de tensión en líneas de M. T. son pequeñas, por lo que el criterio de elección se basa prácticamente en el valor de la intensidad previsible.

2.2.5. DESIGNACIÓN Y SECCIONES DE CABLES NORMALIZADOS

Se aplica la simbología utilizada para la designación de la conformación de los cables:

PARA CABLES CON AISLAMIENTO Y CUBIERTA TERMOPLÁSTICO (NYY)

N =Alma de cobre

Y =Aislamiento termoplástico

Y =Cubierta termoplástico

PARA CABLES CON AISLAMIENTO DE PAPEL IMPREGNADO Y CUBIERTA DE PLOMO (NKY)

N =Alma de cobre

K = Cubierta de plomo, si va después de la N significa además que tiene aislamiento de papel impregnado en aceite.

Y= Cubierta termoplástico

Para la constitución de otros cables

ZY = Aislamiento de polietileno

S = Pantalla conductora de cobre sobre el aislamiento

A = Armadura o Cubierta exterior de yute.

B = Armadura o fleje de acero

C = Alma concéntrica de cobre

F =Armadura de alambre plano

R = Armadura de alambre redondo

Z = Armadura de alambre de perfil Z

G = Aislamiento de goma

A continuación las **figuras 2.1 y 2.2** Tipos de cables de media tensión.



FIGURA 2.1: Cable conductor de 3-1x70 N2XSY(Fuente propia)



FIGURA 2.2: : Cable conductor de 3-1x70 NYY(Fuente propia)

2.3 MARCO CONCEPTUAL

Aislante: Material cuya conductividad eléctrica es nula o muy pequeña.

Alma :Hilo sólido o conjunto de hilos no aislados y cableados, que sirven normalmente para el transporte de la corriente eléctrica.

Cable :Alma retorcida, trenzada o cableada con aislantes y otras cubiertas o sin ellas (cable unipolar) o con combinación de almas aisladas entre sí(cable multipolar).

Cable aislado con papel impregnado :Es el cable en el cual el aislamiento de sus conductores está conformado por tiras de papel impregnado con un compuesto a base de aceite.

Cable aislado con compuesto termoplástico :Es el cable en el cual el aislamiento de sus conductores lo constituye un compuesto termoplástico.

Cable de campo eléctrico radial :Es aquel en el que las líneas del campo eléctrico pasan perpendicularmente a las capas que constituyen el aislamiento

Cable de campo no radial o no apantallado :Es aquel en el cual las líneas del campo eléctrico no son normales en todos los puntos a la capa de aislamiento, lo que da origen a componentes tangenciales

Cable unipolar :Cable conformado por un alma generalmente de sección circular, adecuadamente aislada y protegida.

Cable bipolar : Cable conformado por dos cables unipolares, imbuidos dentro de un material de relleno aislante y recubiertos con una o más capas protectoras.

Cable tripolar : Cable conformado por tres cables unipolares de sección circular o sectorial, imbuidos dentro de un material de relleno aislante y recubiertos con una o más capas protectoras.

Cable tetrapolar :Utilizado en los sistemas de distribución trifásica con neutro. Está conformado por cuatro cables unipolares de sección sectorial, o circular; en los que casi siempre el neutro es de menor sección que los conductores activos, el conjunto está imbuido dentro de un material de relleno aislante y recubierto con una o más capas protectoras.

Cable dúplex : Conformado por dos cables unipolares entorchados entre sí.

Cable tríplex : Conformado por tres cables unipolares entorchados entre sí.

Cable sectorial : Es el cable multipolar en el cual, la forma de la sección transversal de cada conductor que lo compone se aproxima a la de un sector circular.

Intensidad de Corriente Admisible : Es el valor de la corriente en amperios que puede transportar un conductor a la tensión nominal y bajo condiciones de operación preestablecidas.

Impedancia (Z) : Es la medida de oposición que presenta un circuito a una corriente cuando se aplica una tensión. La impedancia extiende el concepto de resistencia a los circuitos de corriente alterna (CA), y posee tanto magnitud como fase, a diferencia de la resistencia, que sólo tiene magnitud. Cuando un circuito es alimentado con corriente continua (CC), su impedancia es igual a la resistencia.

Reactancia : Es la oposición ofrecida al paso de la corriente alterna por inductores (bobinas) y condensadores, se mide en Ohmios y su símbolo es Ω . Junto a la resistencia eléctrica determinan la impedancia total de un componente o circuito, de tal forma que la reactancia (X) es la parte imaginaria de la impedancia (Z) y la resistencia (R) es la parte real.

Conductor: Conjunto del alma y su envoltura aislante.

Cintura: Envoltura aislante común que recubre el conjunto de los conductores reunidos y que es de la misma naturaleza aislante de ellas.

Cubierta: Capa de material adecuado, destinada a proteger al aislante, pantallas o cubiertas metálicas del cable.

Cubierta metálica: Cubierta de plomo continuo y ajustado, destinado a proteger y preservar las características aislantes del papel.

Cubierta termoplástico: Cubierta construida por poli cloruro de vinilo u otro material termoplástico.

Cubierta exterior o recubrimiento: Cubierta destinada a evitar los peligros de corrosión y otros efectos químicos y mecánicos de las cubiertas metálicas y aislamiento que encierra.

Ducto : Elemento hueco cilíndrico tendido bajo tierra, dentro del cual los cables son pasados con el fin de dar protección mecánica al cable y facilitar la instalación de éste en los cruces de las rutas o caminos, acueductos, vías férreas o similares. Ellos pueden estar constituidos de materiales diversos, siempre que su resistividad térmica no sobrepase los $100^{\circ}\text{C} \cdot \text{cm}/\text{W}$.

Material de relleno. Aislante usado en un cable multipolar para rellenar los espacios entre los conductores que lo componen.

Resistividad térmica del terreno: Es la característica específica para un determinado tipo de terreno de oponerse a la disipación del calor, desde el cable enterrado hacia el ambiente que lo rodea. Su unidad es el $^{\circ}\text{C} \cdot \text{cm} / \text{W}$.

Sección nominal: Es la sección transversal del conductor que sirve para designarlo. Su unidad es el mm^2 .

Tensión nominal del cable (Eo/E): Es la tensión a la frecuencia nominal para lo cual el cable ha sido construido y a la que debe poder funcionar continuamente en condiciones normales de servicio.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA

3.1 ANÁLISIS DEL MODELO O CASO:

3.1.1. RED PRIMARIA 10KV

La red primaria comienza desde el Terminal unipolar del punto de alimentación suministrado por la subestación eléctrica del Luz del Sur hasta la subestación eléctrica particular (Empresa Industrial) siendo la red con cables directamente enterrados con ducto de concreto. El sistema es trifásico, para una tensión nominal de 10Kv., 60Hz. El tipo de cable utilizar será N2XSJ, 3-1x70mm².

3.1.2. SUBESTACIÓN ELÉCTRICA

Desde la subestación perteneciente a Luz del Sur se alimenta la planta de helados mediante un cable subterráneo hasta llegar a la celda de llegada.

El ingreso a la subestación se hizo mediante ductos de concreto de 4 vías. El cable de media tensión va enterrado debajo del piso y luego se conecta a la subestación existente es de tipo convencional, al cual tiene una celda de llegada y tres de transformadores. A continuación las **figuras 3.1 y 3.2** se muestra la celda de llegada en media tensión.



FIGURA 3.2: Interior de celda de media tensión (Fuente propia)

3.1.3. DEMANDA MÁXIMA DEL PROYECTO

La celda de llegada es de 10Kv con una demanda de 1598 KW y una potencia instalada de 1880 KVA en tres transformadores de potencia, una de 600KVA y (02) de 640 KVA (planta de Helados). A continuación cuadro de cargas .Tabla **3.1** se muestra lo sgte:

| CUADRO DE CARGAS | | | | | | |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------|------|-----------|-----|-------------|
| PROPIETARIOS:FABRICA DE HELADOS PERUANOS S.A | | | | | | |
| PROYECTO:SISTEMA DE UTILIZACION EN 10 KV | | | | | | |
| DIRECCION: AV. SIMON BOLIVAR 114 ATE-VITARTE | | | | | | |
| N | CARGAS | M2 | W/M2 | POT.INST. | F.D | MAX.DEMANDA |
| | ILUMINACION Y TOMACORRIENTES | 9000 | 100 | 900000 | 1 | 900000 |
| 1 | SALA DE VENTAS | 5000 | 90 | 450000 | 1 | 450000 |
| 2 | TRANSTIENDA | 4000 | 100 | 400000 | 1 | 4000 |
| 3 | OFICINAS | 600 | 80 | 48000 | 1 | 8000 |
| 4 | SS.HH | 300 | 100 | 30000 | 1 | 30000 |
| 5 | PATIO DE COMIDAS | 200 | 60 | 12000 | 1 | 12000 |
| 6 | ESTACIONAMIENTO | 2000 | 70 | 140000 | 0.9 | 126000 |
| | CARGAS ESPECIALES | | | | | |
| 7 | AIRE ACONDICIONADO SPLIT DUCTOS :15 EQUIPOS DE 20 TNR =28 KW C/U | | | 420 | 0.8 | 336 |
| 8 | AIRE ACONDICIONADO DECORATIVO :10 EQUIPOS DE 12 TNR =2.4 KW C/U | | | 24 | 0.8 | 19.2 |
| 9 | COMPRESOR DE AIRE | | | 10000 | 0.8 | 8000 |
| 10 | BOMBAS DE AGUA : 20*3.5HP | | | 70 | 0.8 | 56 |
| 11 | BOMBAS SUMINIDERO : 8*3.5HP | | | 28 | 0.5 | 14 |
| 12 | INYECCION Y EXTRACCION DE AIRE :15 EQUIPOS | | | 1500 | 0.5 | 750 |
| 13 | SALIDA DE COMPUTO | | | 8000 | 0.5 | 4000 |
| 14 | LETRERO DE FACHADA Y TOTEM | | | 2000 | 0.8 | 1600 |
| | TOTAL | | | | | 1598 |
| RESUMEN: | | | | | | |
| | SUMATORIAS DE DEMANDAS | | | 1598KW | | |
| | FACTOR DE SIMULTANIEDAD | | | 1 | | |
| | MAXIMA DEMANDA A SOLICITAR AL CONCESIONARIO | | | 1598KW | | |
| | POTENCIA DEL TRANSFORMADOR | | | 1880 KVA | | |

3.1.4. CABLE DE ENERGÍA A 10 KV TIPO N2XSY

El cable será unipolar con conductor de cobre, 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) y sobre este se aplicará otra capa de semiconductor extruido.

Seguidamente se tendrá una pantalla metálica de cobre recocido y sobre este se aplicará una cubierta externa de cloruro de polivinilo (PVC), color rojo.

- **Tensión máximo de servicio : 10 kV**
- **Sección : 70 mm²**
- **Capacidad nominal de transporte : 108 A**

- **Tipo :** N2XSY
- **Temperatura máxima de operación :** 90 °C
- **Potencia a transmitir :** 1598 KW

A continuación la **figura 3.3** se muestran de manera didáctica la instalación de cable N2XSY



FIGURA 3.3: Cable N2XSY(Fuente propia)

3.1.5. ZANJA PARA INSTALACIÓN DE CABLE

La zanja tendrá la dimensión de 0.60x1.10 m (sin considerar la altura del solado 0.05 m).Dependiendo del tipo de terreno se tenderá un solado de 0.05 m de mezcla 1:12 de concreto. Luego el cable será colocado sobre una capa cernida compactada de 10 cm de altura, a 15 cm encima del cable irá protegido por una hilera de ladrillo y señalizada en todo su recorrido por una cinta plástica especial de color rojo, a 20 cm encima del ladrillo.

Después del solado, los primeros 25 cm de la zanja se rellenará con tierra cernida compactada, los siguientes 85 cm será rellenada con tierra original sin pedrones, convenientemente apisonada previamente

tamizada con zaranda de ½", esto para jardines. A continuación la **figura 3.4** se muestran la excavación de la zanja de media tensión.



FIGURA 3.4 : Excavación de la zanja de media tensión.

(Fuente propia)

3.1.6. CINTA SEÑALIZADORA

Las cinta señalizadora será de polietileno de alta calidad y resistente a los ácidos y álcalis. En cuanto a la identificación de cintas, el de MT es de color rojo, las inscripciones con letras que no pierdan su color con el tiempo.

Al tender el cable N2XSY quedará señalado con una cinta de color celeste adherida a su alrededor en todo su recorrido (encintado), para su identificación como red particular.

- Ancho: 250 mm
- Espesor de 1/10 mm
- Elongación de 250%

3.1.7. PISTA Y VEREDA

En la actualidad en el recorrido existen pistas y veredas construidas. A continuación las **figuras 3.5 y 3.6** se muestran la reparación de pista (asfaltado) y la vereda.



FIGURA 3.5 : La reparación de pista (asfaltado)

(Fuente propia)



FIGURA 3.6 :Se muestra la reparación de vereda

(Fuente propia)

3.1.8. CRUZADAS

Los ductos serán de concreto vibrado de 4 vías de 90 mm cada vía e irán asentados sobre un solado de concreto de 0.05 m de espesor sobresaliendo dicho solado en 5 cm. A ambos lados del ducto a instalarse. La mezcla del solado en referencia, será a un a proporción de 1:8,de 0.05 m de espesor, la mezcla para el asentado de los ductos será en la proporción de 1:8 debiendo ser arena fina y granulada instalados a una profundidad de 1.15 m, la zanja para la instalación de los ductos será de 0.6 x 1.20m.

A continuación las **figuras 3.7 y 3.8** se muestran los ductos de 4 vías en la zanja de media tensión.



FIGURA 3.7 : Ductos de 4 vías. (Fuente propia)



FIGURA 3.8 : Instalación del cable en ducto.
(Fuente propia)

3.2 .CÁLCULO DEL DISEÑO O CASO

3.2.1. DATOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DEL CABLE

- Longitud de la línea: 100m
- Tensión nominal: 10Kv
- Altura de trabajo: 550msnm
- Potencia de diseño: 1880 KVA
- Potencia a transmitir: 1598KW
- Factor de potencia: 0.85
- Potencia de cortocircuito en el punto de entrega: 300 MVA

- Tiempo de apertura de protección (relé): 0.02 s
- Tipo de cable N2XSY
- Caída de tensión máxima: 3.5%
- Temperatura máxima de operación cable NYY: 65°C
- Temperatura del terreno: 30°C
- Resistividad térmica del terreno: 150°C-cm/W
- Profundidad del tendido: 1m.

3.2.2. CÁLCULO DE LA CORRIENTE NOMINAL DEL SISTEMA

$$I_n = \frac{p}{\sqrt{3} \times V_n \times \cos\phi}$$

Dónde:

I_n = Corriente Nominal (A)

P = Potencia a transmitir (Kw)

V_n = Tensión nominal (Kv)

$$I_n = \frac{p}{\sqrt{3} \times V_n \times \cos\phi}$$

$$I_n = \frac{1598}{\sqrt{3} \times 10 \times 0.85}$$

$$I_n = 108.542 \text{ A}$$

3.2.3. CÁLCULO DEL CABLE DE MEDIA TENSIÓN

El dimensionamiento del cable de media tensión se realizara teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Corriente aparente a conducir
- Caída de tensión
- Intensidad
- Tiempo de cortocircuito

3.2.4. CAPACIDAD REAL DEL CABLE

- ✓ Longitud de la línea : 100m
- ✓ Temperatura del suelo : 30°C
- ✓ Profundidad de enterramiento : 1000mm
- ✓ Temperatura máxima de trabajo : 90°C
- ✓ Resistividad térmica del suelo : 150°C-cm/W
- ✓ Separación entre cables : 70mm

3.2.5. CONDICIONES REALES DE TRABAJO (FACTORES DE CORRECCIÓN)

- ✓ Temperatura del suelo : 30°C

Factor de corrección: **Ft** = 0.91

- ✓ Resistividad térmica de terreno: 150°C-cm/W

Factor de corrección: **Frt** = 0.83

- ✓ Profundidad de enterramiento: 1.00m

Factor de corrección: **Fp** = 0.96

- ✓ Proximidad a otros cables: 4 conductores

Factor de corrección: **Fa = 0.68**

- ✓ Tendido en ducto: en total 9 metros

Factor de corrección:

$$35 \text{ mm}^2 \quad \mathbf{Fd = 0.81}$$

$$50 \text{ mm}^2 \quad \mathbf{Fd = 0.81}$$

$$70 \text{ mm}^2 \quad \mathbf{Fd = 0.79}$$

3.2.6. FACTOR DE CORRECCIÓN COMBINADO O TOTAL

$$\mathbf{FT = Ft * Frt * Fp * Fa * Fd}$$

El factor de corrección total para los cables de 35 y 50 mm² será el mismo:

$$\mathbf{FT = Ft * Frt * Fp * Fa * Fd}$$

$$\mathbf{FT = 0.91 * 0.83 * 0.96 * 0.68 * 0.81 = 0.3993}$$

El factor de corrección para el cable de 70 mm² será:

$$\mathbf{FT = Ft * Frt * Fp * Fa * Fd}$$

$$\mathbf{FT = 0.91 * 0.83 * 0.96 * 0.68 * 0.79 = 0.3895}$$

3.2.7. CÁLCULO DE LA CORRIENTE DE DISEÑO (ID)

$$\mathbf{ID = \frac{In}{FT}}$$

$$\mathbf{ID = \frac{108.542}{0.3993}}$$

$$\mathbf{ID = 271.831 \text{ A}}$$

Usando la tabla de datos técnicos N2XSY 8.7/15Kv, nos percatamos que los cables de 35 y 50 mm² no soportan esta corriente de diseño por lo tanto ahora utilizaremos la fórmula para el cable de 70 mm² (inmediato superior):

$$ID = \frac{In}{FT}$$

$$ID = \frac{108.542}{0.3895}$$

$$ID = 282.294 \text{ A}$$

Por el momento el cable a utilizarse sería el de 70 mm² ya que cumple con la corriente de diseño.

3.2.8. CÁLCULO POR CAIDA DE TENSIÓN (ΔV)

Para nuestros cálculos básicos usaremos la tabla de datos técnico:

N2XSY 8.7/15KV

Para el cálculo de la caída de tensión se utilizara la sgte formula:

$$(\Delta V) = \sqrt{3} * In * L * Z$$

Dónde:

In = Corriente Nominal (A) : 108.542 A

L = longitud del cable (Km) : 0.10 Km

Z= Impedancia de la línea(Ω)....(1)

R₂₀ = Resistencia Dc del cable a 20 ° c : 0.268($\frac{\Omega}{Km}$) .TABLA DE INDECO.

Re= Resistencia Ac del cable a 90 ° c : 0.342($\frac{\Omega}{Km}$)...TABLA DE INDECO.

X= Reactancia del conductor : $0.2579\left(\frac{\Omega}{Km}\right)$...TABLA DE INDECO.

CALCULAMOS NUESTRA IMPEDANCIA (Z)...(1)

$$Z = R \cos \phi + X \text{SEN} \phi$$

$$\text{FACTOR DE POTENCIA} = \cos \phi = 0.85$$

$$\text{SEN} \phi = 0.5268$$

Reemplazamos en nuestra fórmula:

$$Z = (0.342 * 0.85) + (0.2579 * 0.5268) = 0.427 \left(\frac{\Omega}{Km} \right)$$

$$(\Delta V) = \sqrt{3} * 108.542 * 0.1 * 0.427 = 8.028 \text{ V}$$

Entonces:

$$(\Delta V) = 8.028 \text{ V} \Rightarrow \text{La caída de tensión máx. Permissible es } 3.5\% * V_n$$

$$3.5 * \frac{10.000}{100} = 350 \text{ V}$$

$$(\Delta V) \% = 0.08 \% < 3.5\%$$

Esta caída de tensión es mucho menor que el 3.5% permitido por el CNE ,por lo tanto la red de media tensión será:

CABLE DE MEDIA TENSION N2XSY DE 70 MM2

3.2.9. CÁLCULO DE LA CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO (I_{cc})

La corriente de cortocircuito está dado por:

$$I_{cc} = \frac{P_{cc}}{\sqrt{3} * V_n}$$

Donde:

P_{cc} = Potencia de cortocircuito en el punto de entrega (MVA).

I_{cc} = Corriente de cortocircuito (KA)

V_n =Tensión nominal (KV)

Los parámetro son:

P_{cc} = 300 MVA

V_n =10 KV

Reemplazo en la fórmula:

$$I_{cc} = \frac{300 \text{ MVA}}{\sqrt{3} * 10 \text{ kv}} = 17.32 \text{ KA}$$

3.2.10. CÁLCULO POR CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLE EN EL CABLE (I_{ccc})

La fórmula queda la corriente de cortocircuito que soporta los cables

N2XSY, 8.7/15KV.

$$I_{ccc} = \frac{0.14356 * S}{\sqrt{t}}$$

Donde:

I_{ccc} =Corriente de corto circuito que soporta el cable(KA)

S =Sección del cable (mm²)

√t= Tiempo de actuación de la protección del concesionario (seg.)

Los parámetro son:

S = 70 MM²

T = 0.02 seg.

Reemplazando en nuestra fórmula:

$$I_{ccc} = \frac{0.14356 * 70}{\sqrt{0.02}} = 71.05 \text{ KA}$$

Es decir : I_{ccc} > I_{cc} ;

EL CABLE SOPORTARA EL EVENTUAL CORTOCIRCUITO QUE PUEDA PRESENTARSE.

3.3. RESULTADO

Los resultados obtenidos en este investigación nos demuestra la correcta selección del cable conductor que sea elegido en este caso de 70 mm² N2XSY, ya que antes de elegir este conductor se habían realizado anteriormente cálculos con otras medidas cuyas secciones eran 35 y 50 mm² de cable conductor, no eligiendo a estas por que no soportarían la corriente de diseño(I_d) para ello aplicamos el inmediato superior lo cual dio como resultado el de 70 mm², para ello utilizamos la tabla de datos técnicos N2XSY Indeco

.Este será' el cable conductor de 70 mm² N2XSY que debemos utilizar en el proyecto de investigación.

Ahora comparemos los resultados de esta investigación con otros estudios realizados:

DIMENSIONAMIENTO DE CABLES DE POTENCIA AISLADOS, Realiza cálculos de cables de potencia.

Esta investigación si contempla los criterios para los cálculos de diseño de cable media tensión. Además brinda recomendaciones y requisitos para una buena selección de cable conductor.

CONCLUSIONES

- ✓ Para los cálculos de dimensionamiento del cable de media tensión se ha tenido en cuenta la caída de tensión y la capacidad de corriente.
- ✓ El diseño del cable conductor se ha calculado con una ampliación para cargas futuras.
- ✓ El diseño del cable conductor ha sido calculado en base a la potencia de cortocircuito y al tiempo de apertura entregada por la concesionaria eléctrica.
- ✓ La caída de tensión ($< 3.5\% V_n$) para los cables conductores está dado según el Código Nacional de Electricidad.

RECOMENDACIONES

- ✓ Usar el CNE(Código Nacional de Electricidad) para una correcto elaboración de un proyecto eléctrico.
- ✓ Tener en cuenta en los proyectos eléctricos las normas de calidad y seguridad en el trabajo.
- ✓ Utilizar la tabla de datos técnicos para la correcta elección del conductor eléctrico.
- ✓ Tener en cuenta las Normas de Distribución del Concesionario Luz del Sur SAA.
- ✓ Tener en cuenta las 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 RD N° 018-2002- EM/DGE.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1) <http://es.scribd.com/doc/98489916/51605879-CalculosJustificativos-10-kV>
- 2) Mesa Pérez/Andrés Mauricio Henao Restrepo(2013). **DIMENSIONAMIENTO DE CABLES DE POTENCIA AISLADOS.**
- 3) Daniel Villegas Argota/Luis Enrique Orihuela Martínez (2010). **FUNDAMENTOS PARA LA INSTALACION DE LINEAS DE DISTRIBUCION SUBTERRANEA EN MEXICO.**
- 4) Mariela Galarza/Diana Noboa/Ing. Juan Gallo(2010). **PROYECTO DE INSTALACIONES SUBTERRANEAS DE MEDIA TENSION.**

ANEXO A: TABLAS TECNICAS

ANEXO A-1

TABLA DE LOS FACTORES DE CORRECCIÓN

RELATIVO A LA TEMPERATURA DEL SUELO

| TABLA 2-XXXI | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| FACTORES DE CORRECCIÓN RELATIVOS A LA | | | | | | | | | | |
| TEMPERATURA DEL SUELO | | | | | | | | | | |
| Máxima temperatura admisible de los conductores del cable °C | Temperatura del suelo °C | | | | | | | | | |
| | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 |
| 80 | 1.12 | 1.08 | 1.04 | 1.00 | 0.96 | 0.91 | 0.87 | 0.82 | 0.76 | 0.71 |
| 75 | 1.13 | 1.09 | 1.05 | 1.00 | 0.95 | 0.90 | 0.85 | 0.79 | 0.73 | 0.67 |
| 70 | 1.14 | 1.09 | 1.05 | 1.00 | 0.95 | 0.89 | 0.84 | 0.77 | 0.71 | 0.63 |
| 65 | 1.15 | 1.10 | 1.05 | 1.00 | 0.94 | 0.88 | 0.82 | 0.75 | 0.67 | 0.58 |
| 60 | 1.16 | 1.11 | 1.06 | 1.00 | 0.93 | 0.87 | 0.79 | 0.71 | 0.61 | 0.50 |

ANEXO A-2

**TABLA DE LOS FACTORES DE CORRECCIÓN
RELATIVO A LA RESISTIVIDAD TERMICA DEL SUELO**

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

ANEXO A-3

TABLA DE LOS FACTORES DE CORRECCIÓN

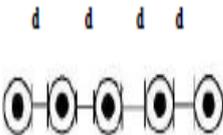
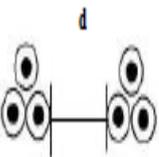
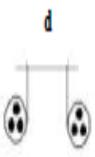
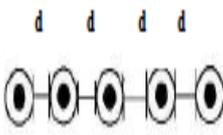
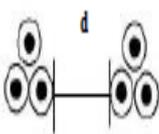
DE LA CAPACIDAD DE CORRIENTE RELATIVO A LA PROFUNDIDAD DE
TENDIDO

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

ANEXO A-4

TABLAS DE LOS FACTORES DE CORRECCIÓN

RELATIVO A LA PROXIMIDAD DE OTROS CABLES TENDIDOS BAJO EL SUELO

| TABLA 2-XXXIV | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| FACTORES DE CORRECCION DE LA CAPACIDAD DE CORRIENTE RELATIVOS A LA PROXIMIDAD DE OTROS CABLES TENDIDOS BAJO EL SUELO | | | | | | | | |
| Número de cables multipolares o de sistemas de cables unipolares | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | |
| Cables multipolares Aislamiento termoplástico  $d = 7\text{cm.}$ | 0.82 | 0.76 | 0.69 | 0.65 | 0.61 | 0.57 | 0.53 | |
| Sistemas de cables unipolares Dispuestos horizontalmente Aislamiento termoplástico  $d = 7\text{cm.}$ | 0.82 | 0.73 | 0.68 | 0.65 | 0.62 | 0.58 | 0.56 | |
| Sistemas de cables unipolares Dispuestos en triángulo Aislamiento termoplástico  $d = 7\text{cm.}$ | 0.78 | 0.78 | 0.74 | 0.70 | 0.68 | 0.65 | 0.63 | |
| Cables multipolares Aislamiento de papel  $d = 25\text{cm.}$ | 0.86 | 0.77 | 0.71 | 0.67 | 0.64 | 0.60 | 0.57 | |
| Sistemas de cables unipolares dispuestos horizontalmente Aislamiento de papel  $d = 7\text{cm.}$ | 0.85 | 0.74 | 0.70 | 0.67 | 0.65 | 0.61 | 0.60 | |
| Sistemas de cables unipolares Dispuestos en triángulo Aislamiento de papel  $d = 25\text{cm.}$ | 0.85 | 0.77 | 0.73 | 0.69 | 0.67 | 0.64 | 0.62 | |

ANEXO A-5

TABLAS DE LOS FACTORES DE CORRECCIÓN

DE LA CAPACIDAD DE CORRIENTE RELATIVO AL TENDIDO EN DUCTOS

| <p>TABLA 2-XXXVI FACTORES DE CORRECCION DE LA CAPACIDAD DE CORRIENTE RELATIVOS AL TENDIDO EN DUCTOS</p> | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Tendido en ductos | Sección mm ² | Cable multipolar | Sistema De cables unipolares |
| <p><u>Un solo ducto</u></p>  | <p>Hasta 50 70 - 150 185 - 400 500 o más</p> | <p>0.81 0.80 0.79 -</p> | <p>0.81 0.79 0.76 0.69</p> |
| <p>Tres ductos (no ferroso)</p> <p><u>En línea horizontal</u></p>  <p><u>En triángulo</u></p>  | <p>Hasta 50 70 - 150 185 - 400 500 o más</p> | <p>- - - -</p> | <p>0.82 0.80 0.77 0.70</p> <p>0.83 0.81 0.78 0.71</p> |

ANEXO A-5

TABLAS DE DATOS TECNICOS N2XSY 8.7/15 KV



TABLA DE DATOS TECNICOS N2XSY 8.7/15 KV

PARAMETROS FISICOS

| SECCION NOMINAL mm ² | NUMERO HILOS | DIAMET. CONDUCT. mm | ESPESOR | | DIAMETRO EXTERIOR mm | PESO Kg/Km |
|------------------------------------|--------------|------------------------|---------------|----------------|-------------------------|---------------|
| | | | AISLAM. mm | CUBIERTA mm | | |
| 25 | 7 | 5.88 | 4.5 | 1.8 | 22.0 | 773 |
| 35 | 7 | 6.92 | 4.5 | 1.8 | 23.1 | 890 |
| 50 | 19 | 8.15 | 4.5 | 1.8 | 24.3 | 1032 |
| 70 | 19 | 9.78 | 4.5 | 1.8 | 26.0 | 1262 |
| 95 | 19 | 11.55 | 4.5 | 1.8 | 27.7 | 1549 |
| 120 | 37 | 13 | 4.5 | 1.9 | 29.4 | 1823 |
| 150 | 37 | 14.41 | 4.5 | 1.9 | 30.8 | 2108 |
| 185 | 37 | 16.16 | 4.5 | 2 | 32.5 | 2505 |
| 240 | 37 | 18.51 | 4.5 | 2.1 | 35.1 | 3107 |
| 300 | 37 | 20.73 | 4.5 | 2.2 | 37.5 | 3742 |
| 500 | 61 | 28.57 | 4.5 | 2.4 | 43.9 | 5702 |

PARAMETROS ELECTRICOS

| SECCION NOMINAL mm ² | RESISTENCIA DC a 20°C Ohm/Km | RESISTENCIA AC | | REACTANCIA INDUCTIVA | | AMPACIDAD ENTERRADO (20°C) | | AMPACIDAD AIRE (30°C) | |
|------------------------------------|---------------------------------|----------------|-------|----------------------|--------|----------------------------|-----|-----------------------|-----|
| | | (A) | (B) | (A) | (B) | (A) | (B) | (A) | (B) |
| 25 | 0.727 | 0.927 | 0.927 | 0.2964 | 0.1713 | 180 | 180 | 195 | 185 |
| 35 | 0.524 | 0.688 | 0.689 | 0.2849 | 0.1627 | 215 | 190 | 235 | 200 |
| 50 | 0.387 | 0.494 | 0.494 | 0.2704 | 0.1513 | 250 | 225 | 280 | 240 |
| 70 | 0.288 | 0.342 | 0.342 | 0.2579 | 0.1426 | 305 | 275 | 350 | 295 |
| 95 | 0.193 | 0.247 | 0.247 | 0.2474 | 0.1365 | 360 | 325 | 420 | 360 |
| 120 | 0.153 | 0.196 | 0.196 | 0.2385 | 0.1305 | 405 | 370 | 485 | 410 |
| 150 | 0.124 | 0.159 | 0.160 | 0.2319 | 0.1264 | 445 | 410 | 540 | 465 |
| 185 | 0.0991 | 0.127 | 0.128 | 0.2250 | 0.1230 | 495 | 460 | 615 | 530 |
| 240 | 0.0754 | 0.098 | 0.099 | 0.2160 | 0.1177 | 570 | 535 | 720 | 625 |
| 300 | 0.0601 | 0.078 | 0.08 | 0.2091 | 0.1139 | 630 | 600 | 815 | 715 |
| 500 | 0.0368 | 0.050 | 0.053 | 0.1957 | 0.1081 | 750 | 745 | 1010 | 925 |

(A) = 3 cables unipolares en formación tripolar, tendidos paralelos con una separación de 7 cm.

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

BAJO LAS SIGUIENTES CONDICIONES:

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

e-mail / ventas@indeco.com.pe / marketing@indeco.com.pe / web / www.indeco.com.pe

4-8

Todos los dibujos, diseños, especificaciones, planos y detalles sobre pesos y dimensiones contenidos en la documentación técnica o comercial de INDECO, son puramente indicativos y no serán contractuales para INDECO, ni podrán ser consideradas como que constituyen una representación de la parte de INDECO.

ANEXO B : NORMAS DE DISTRIBUCION DE LUZ DEL SUR

ANEXO B-1

CONEXIÓN A RED DE DISTRIBUCION ELECTRICA

 **LUZ DEL SUR**
Compañía Abastecedora de Energía S.A.
GO.03.236

Surquillo, 6 de agosto del 2003

Señor Ingeniero
Victor Ormeño
Gerente Adjunto de Regulación Tarifaria
Av. Canadá 1460
San Borja

Asunto : Opiniones y Sugerencias a la Propuesta de Costos de Conexiones a la Red de Distribución Eléctrica de Osinerg-GART y Proyecto de Resolución de Consejo Directivo Osinerg, prepublicada el 09/06/2003

Referencia : Resolución de Consejo Directivo Osinerg N° 086-2003-OS/CD

De nuestra consideración:

Tenemos el agrado de dirigirnos a Ud. para remitirle adjunto a la presente, nuestras opiniones y sugerencias a su propuesta de costos de conexiones a la red de distribución eléctrica y al proyecto de Resolución de Consejo Directivo Osinerg, en cumplimiento del Procedimiento para la fijación de precios regulados, aprobados con la Resolución N° 0001-2003-OS/CD, en lo que corresponde al Anexo D y su Primera Disposición Transitoria.

El expediente adjunto, contiene lo siguiente :

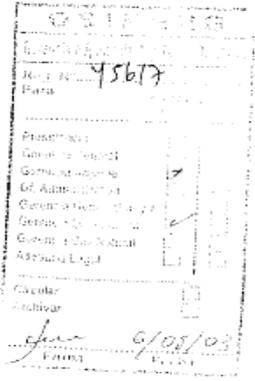
- Informe memoria
- Anexos, con información de sustento

Sin otro particular, hago propicia la ocasión, para saludarlo.

Atentamente,

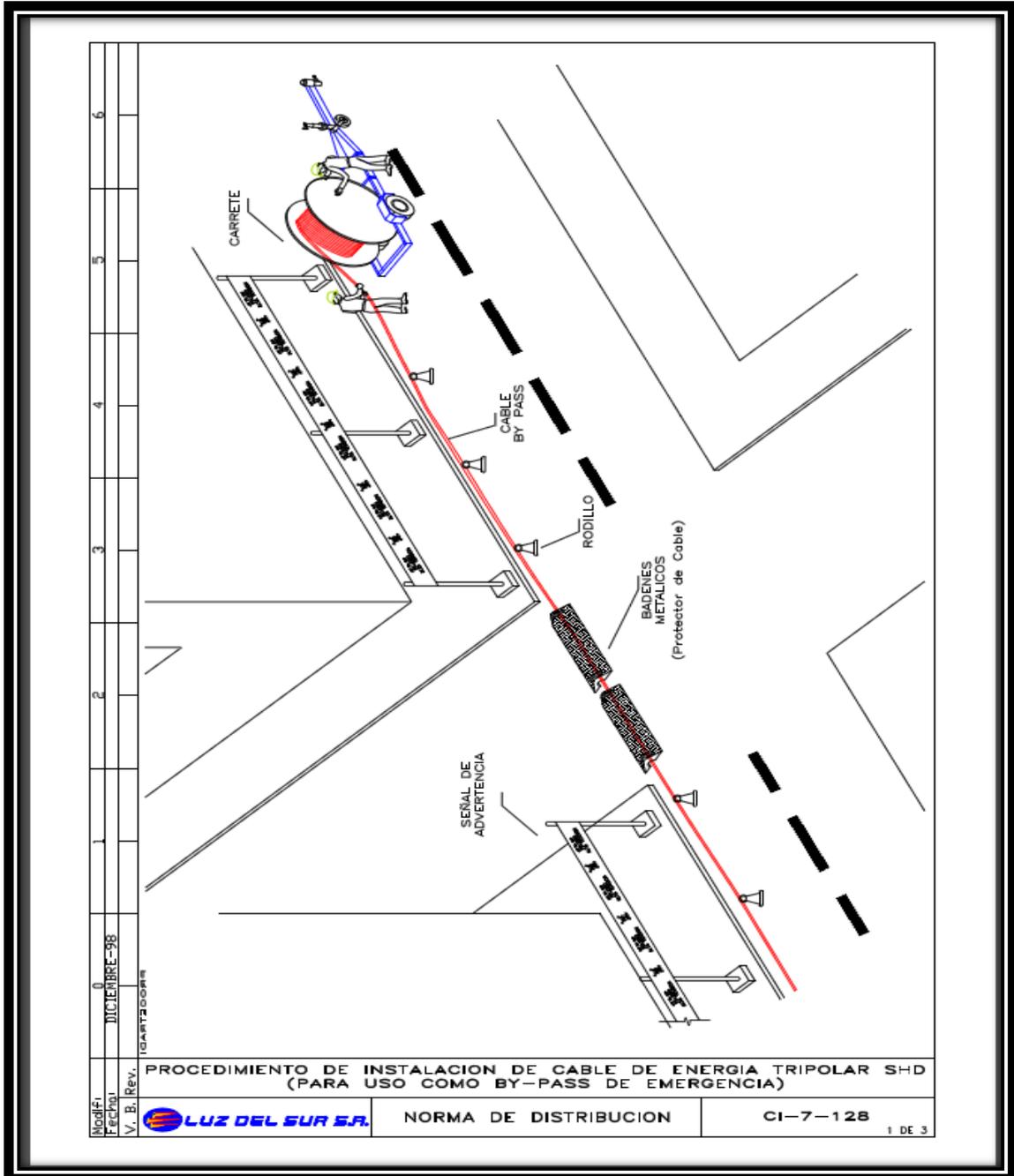

José Erasquin Eyzaguirre
Gerencia de Operaciones

Adjunto: Lo indicado


OSINERG
Comisión Reguladora de Servicios Tarifarios
RECEPCIONADO
06 AGO 2003
NOTA
11/03

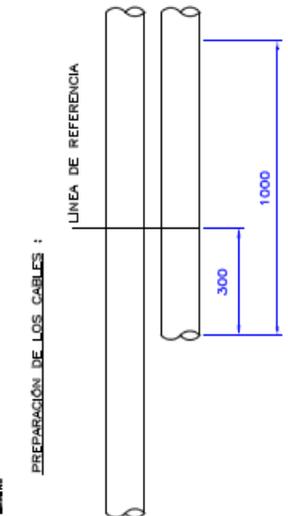
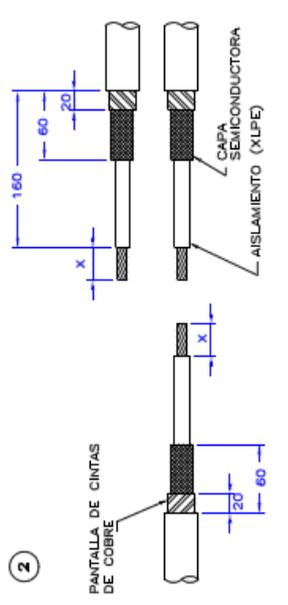
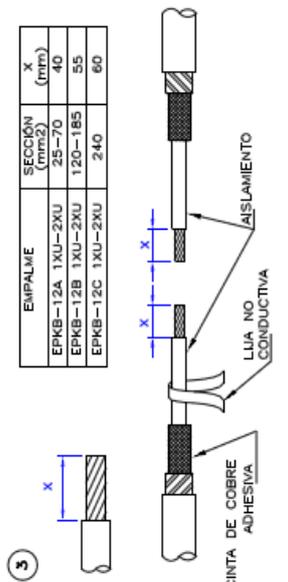
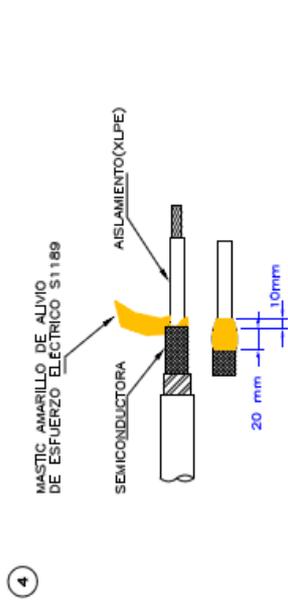
ANEXO B-2

PROCEDIMIENTO DE INSTALACION DE CABLE DE ENERGIA TRIPOLAR



ANEXO B-3

MONTAJE DE EMPALME EN DERIVACION PARA CABLE SECO N2XSY – 10KV

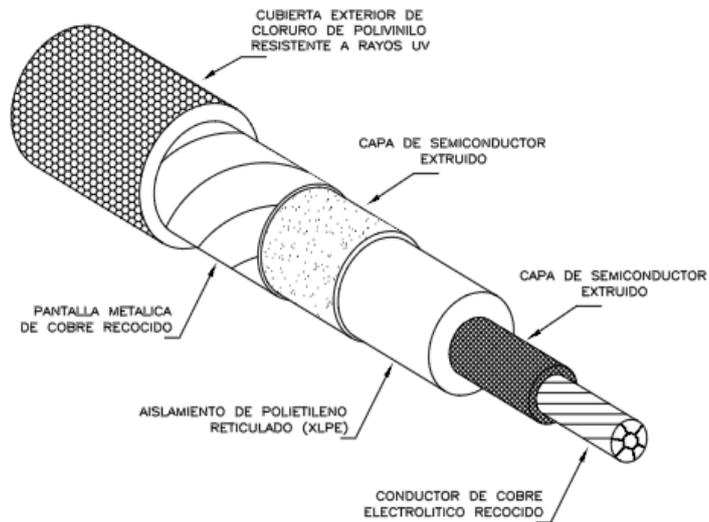
| Modif: 0 FECHAS: FEBRERO-2001 V. B. Rev. | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---------|----------------------------|--------|------------------|-------|----|------------------|---------|----|------------------|-----|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <p style="text-align: center;">1 PREPARACIÓN DE LOS CABLES :</p>  | | <p style="text-align: center;">2</p>  | | <p style="text-align: center;">3</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>EMPALME</th> <th>SECCIÓN (mm²)</th> <th>X (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>EPKB-12A 1XU-2XU</td> <td>25-70</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>EPKB-12B 1XU-2XU</td> <td>120-185</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>EPKB-12C 1XU-2XU</td> <td>240</td> <td>60</td> </tr> </tbody> </table>  | | EMPALME | SECCIÓN (mm ²) | X (mm) | EPKB-12A 1XU-2XU | 25-70 | 40 | EPKB-12B 1XU-2XU | 120-185 | 55 | EPKB-12C 1XU-2XU | 240 | 60 | <p style="text-align: center;">4</p>  | |
| EMPALME | SECCIÓN (mm ²) | X (mm) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EPKB-12A 1XU-2XU | 25-70 | 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EPKB-12B 1XU-2XU | 120-185 | 55 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EPKB-12C 1XU-2XU | 240 | 60 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>— PREDISPONER LOS CABLES SEGÓN MUESTRA LA FIGURA. — LIMPIE LA CUBIERTA DEL CABLE APROXIMADAMENTE 1 MT.</p> | | <p>— CON LA SECCION DEL CABLE OBTENER LOS VALORES DE "X" Y PREPARAR LOS CABLES DE ACUERDO A LAS DIMENSIONES QUE MUESTRA LA FIGURA.</p> | | <p>— SITUE LA PUNTA DEL MASTIC AMARILLO (S1189) EN EL CORTE DE LA SEMICONDUCTORA SEGÓN SE MUESTRA EN LA FIGURA.</p> | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>MONTAJE DE EMPALME EN DERIVACION EXTRA ULTRA RÁPIDO PLUS PARA CABLE SECO N2XSY – 10 KV</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | NORMA DE DISTRIBUCION | | CI-7-659 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 de 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

ANEXO B-4

CABLE SECO N2XSY – 10KV

| | | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|----------------|
| 6 | | | | | | |
| 5 | | | | | | JUNIO 2009 |
| 4 | | | | | | NOVIEMBRE 2008 |
| 3 | | | | | | MARZO 2007 |
| 2 | | | | | | DICIEMBRE-2004 |
| 1 | | | | | | DICIEMBRE-97 |
| 0 | | | | | | 30-SET-95 |
| | | | | | | V. B. J. Rev. |

| N° DE MATRICULA | 5032119 | 5032122 | 5032125 | 5032129 | 5032132 | 5032138 |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| SECCION (mm2) | 25 | 35 | 50 | 70 | 120 | 240 |



CARACTERISTICAS BASICAS

- CONDUCTOR DE COBRE RECOCIDO, CABLEADO CONCENTRICO COMPACTADO DE SECCION CIRCULAR
- CAPA DE SEMICONDUCTOR EXTRUIDO SOBRE EL CONDUCTOR
- AISLAMIENTO DE POLIETILENO RETICULADO CON TENSION DE DISEÑO $E_0/E=8,7/15kV$
- CAPA DE SEMICONDUCTOR EXTRUIDO SOBRE LA AISLACION
- BLINDAJE METALICO DE CINTAS DE COBRE RECOCIDO (RESISTENCIA ELECTRICA DE 1,5 ohm/km)
- CUBIERTA EXTERNA DE PVC, COLOR ROJO, RESISTENTE A RAYOS ULTRAVIOLETAS

APLICACION

EN TODA NUEVA INSTALACION O RENOVACION DE REDES DE DISTRIBUCION SUBTERRANEAS DE 10KV. SERAN INSTALADOS DIRECTAMENTE ENTERRADOS

REFERENCIA

ESPECIFICACION TECNICA DNC-ET-031

CABLE N2XSY (M.T. 10kv)

Modif:
Fecha:
V. B. J. Rev.

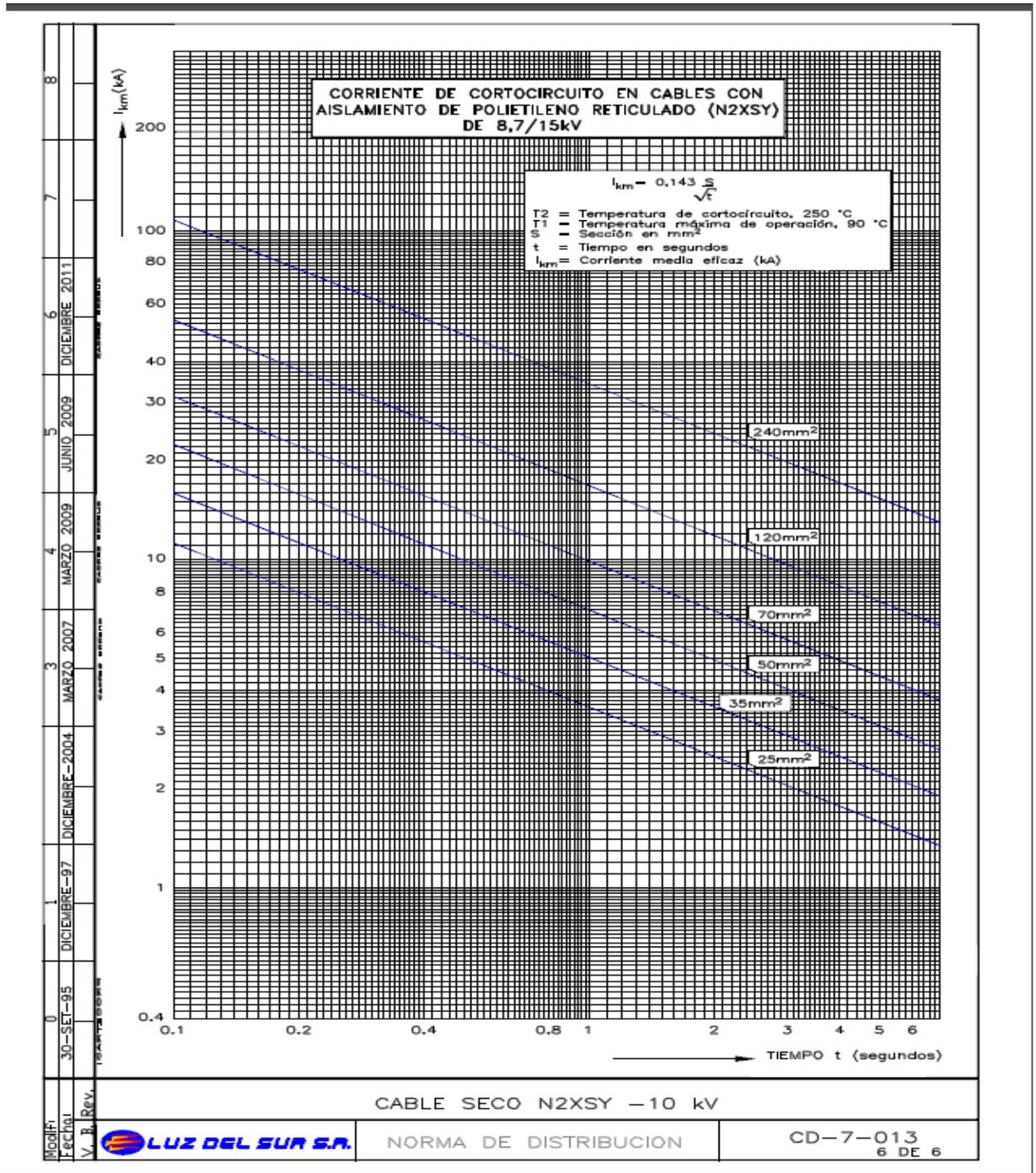


NORMA DE DISTRIBUCION

CE-7-125

ANEXO B-5

CORRIENTE EN CORTO CIRCUITO EN CABLE CON AISLAMIENTO DE POLIETILENO RETICULADO N2XSY – 10KV



1,2,6-53