

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



**“SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN 22.9 Kv, 3Ø PARA EL
VARADERO DE EMBARCACIONES ARTESANALES EN EL
DISTRITO DE LOS ÓRGANOS”**

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
ELECTRICISTA**

PRESENTADO POR : EBERT ANTHONY MONTERO JUAREZ

ASESORADO POR : DR. JUAN GRADOS GAMARRA

Bellavista – Callao

2015

621.3
M778

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



TESIS

“SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN 22.9KV, 3Ø, PARA EL VARADERO DE
EMBARCACIONES ARTESANALES EN EL DISTRITO LOS ÓRGANOS”

BACHILLER : EBERT ANTHONY MONTERO JUAREZ

NOTA: 15 (QUINCE)

ING. ALVARO HUMBERTO VELARDE ZEVALLOS
PRESIDENTE DEL JURADO

CIP 15958

ING. SANTIAGO LINDER RUBIÑOS JIMENEZ
SECRETARIO DEL JURADO

CIP 112655

ING. ROBERTO ENRIQUE SOLIS FARFAN

VOCAL

CIP 84663

CALLAO - 2015

I. AGRADECIMIENTOS

A DIOS: Por darnos la oportunidad de vivir y llegar esta gran etapa de la vida profesional.

A MIS PADRES: Por todo su gran apoyo y confianza durante la etapa de la juventud y sobre todo en la vida diaria.

A MI ESPOSA: Por su gran paciencia, respaldo, amor y comprensión.

A MI HIJO: Es la motivación para salir adelante y no dejarme caer en situaciones difíciles.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS: Por su apoyo en la relación laboral, en la vida cotidiana y por la gran enseñanza que me han dado.

A MIS PROFESORES: Por la enseñanza, paciencia y dedicación para mejorar en la vida profesional y su gran apoyo para la titulación como ingeniero electricista.

II. PROLOGO

El presente estudio monografico describe una de las actividades desarrolladas a lo largo de la experiencia adquirida desde la obtención del grado de Bachiller.

III. ABSTRAC

This electrification project for a System Using Medium Voltage, 22.9 KV, 3Ø, was developed in order to supply electricity to the Association of artisanal fishing boats in the district of Los Organs - Talara. The Varadero for artisan fishing boats is within the concession area Electronoroeste SA. The owner Utilization System, developed the project execution level work. Therefore it is suitable to be supplied electricity by the concessionaire Electronoroeste SA medium voltage to a voltage of 22.9 kV feeder from No.55. It is based on Art. From No. 34 of DL No. 25844 of Electricity Concessions Law, Art. 170 of the Rules of Electricity Concessions Law (Supreme Decree No. 009-93-EM). It requested the Company Electronoroeste SA, through trade, the feasibility of power and design point; with Enosa letter delivered by the concessionaire Electronoroeste SA, the feasibility of supply and design point in the structure of MT, belonging to the feeder A-55 in 22.9 kV for power 50kw.

INDICE GENERAL

I.- AGRADECIMIENTO

II.- PROLOGO

III.- ABSTRAC

1.0.	PLANTEAMIENTO INICIAL DE LA INVESTIGACION	(02)
1.1.	IDENTIFICACION DEL PROBLEMA.	(02)
1.2.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.	(03)
1.3.	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	(04)
1.4.	JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	(04)
1.5.	LIMITACIONES Y FACILIDADES	(04)
2.0	MEMORIA DESCRIPTIVA	(05)
3.0	CALCULOS JUSTIFICATIVOS	(14)
4.0	RESULTADOS	(61)
4.1	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES Y EQUIPO	(61)
5.0	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MONTAJE MATERIALES Y EQUIPOS ELECTRICOS.	(115)
6.0	CONCLUSIONES	(135)
7.0	RECOMENDACIONES	(137)
8.0	BIBLIOGRAFIA	(138)
9.0	PLANOS	(139)

1.0 PLANTEAMIENTO INICIAL DE LA INVESTIGACION

1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.

La finalidad del presente proyecto, será diseñar a nivel de ejecución de obra. El sistema de Utilización en Media Tensión 22.9 KV trifásico, de propiedad privada que se conectara al alimentador 55. Se iniciara en la estructura de MT con NTCSE N° 13046, como punto de diseño (PD), luego pasara a la estructura P-1 donde será ubicado el sistema de medición (trafomix), continuando hasta llegar a la subestación aérea Monoposte de 75 KVA. El tablero de distribución está ubicado en el centro de carga.

En la estructura P-01, se instalará el sistema de medición con un transformador mixto de tensión y corriente, medidor electrónico, caja porta medidor, que será suministrado por Electronoroeste S.A previo contrato y pago del mismo.

El transporte de energía eléctrica en 22.9KV se efectuaran por medio de un conductor tipo ACSR de 50mm² soportados por postes de concreto armado de 13.0 m de altura, llegando a la subestación aérea Monoposte proyectado con transformadores de 75 KVA,22.9/0.230 KV, equipada con seccionamiento tipo Cut-Out para maniobra y protección.

Las salidas en baja tensión son en 230V, que recorre desde el lado secundario del transformador hacia los interruptores del tablero general, ubicado en el centro de carga, con dos ternas de cable subterráneo tipo NYY de 3-1x70mm²

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

PROBLEMA GENERAL

¿La no utilización de nuevas técnicas en el envaramiento de embarcaciones pesqueras ubicadas a 100 msnm, genera soluciones no óptimas?

PROBLEMA ESPECÍFICO

¿La ausencia de personas profesionales con criterios a considerar en el diseño eléctrico disminuye, la confiabilidad del envaramiento de las embarcaciones pesqueras?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

OBJETIVO GENERAL

Considerando ley de Concesiones Eléctricas D.L No 25844, el Código Nacional suministro 2011, y las Normas Técnicas de la dirección general de Electricidad del Ministerio de Energía y Minas, Proponer nuevas técnicas para el envaramiento de embarcaciones pesqueras.

OBJETIVO ESPECÍFICO

Desarrollar el proyecto del sistema de utilización teniendo en cuenta:

- ✓ Ley de Concesiones Eléctricas N° 25844. y su Reglamento.
- ✓ Código Nacional de suministro 2011.
- ✓ Normas: MEM/DEP -311, MEM/DEP -312, MEM/DEP -501, MEM/DEP -411, MEM/DEP -412, MEM/DEP -502.
- ✓ Otras Normas Técnicas vigentes aprobadas por la Dirección General del Ministerio de Energía y Minas.

- ✓ Reglamento Nacional de Construcciones.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

En el desarrollo del presente trabajo de tesis, podremos analizar las funcionalidades y adecuaciones al diseñar el sistema de utilización en media tensión 22.9 KV, para el varamiento de embarcaciones pesqueras a 100 m.s.n.m. con la premisa de preservar un elevado índice del servicio y mejorar el tiempo de respuesta para el mantenimiento preventivo de las embarcaciones.

1.5. LIMITACIONES y Facilidades

FACILIDADES

La información teórica que sustenta el tema de investigación es basta y accesible, con lo referente a la parte práctica y especificaciones técnicas también existen estudios anteriores, por la experiencia que se tiene con respecto a ésta problemática. El uso de programas computacionales para los cálculos numéricos (Excel).

LIMITACIONES

Una limitación es la ubicación de los centros de las embarcaciones artesanales que se encuentran muy cerca al litoral, por lo tanto, cuando sea necesario visitar el lugar, se tiene que considerar los gastos de traslado.

2.0 MEMORIA DESCRIPTIVA

2.1. OBJETIVO

El presente proyecto de electrificación para un Sistema de Utilización en Media Tensión, 22.9 KV, 3Ø, se ha elaborado con la finalidad de suministrar energía eléctrica al Varadero para embarcaciones pesqueras artesanales en el distrito de Los Órganos – Talara.

2.2. ANTECEDENTES

El Varadero para embarcaciones pesquera artesanales se ubica dentro del área de concesión de Electronoroeste S.A.El propietario del Sistema de Utilización desarrollará el proyecto a nivel de ejecución Obra. Por lo tanto se tiene conveniente ser suministrados de energía eléctrica por la concesionaria ELECTRONOROESTE S.A en Media tensión a un nivel de tensión de 22.9 KV proveniente del alimentador N° 55.

2.3. DOCUMENTACION TECNICA LEGAL

Se basa en el Art. Del N° 34 del D.L N° 25844 de la Ley de Concesiones Eléctricas, Art. 170 del reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas (D.S N° 009-93-EM).Se solicitó a la empresa ELECTRONOROESTE S.A, mediante oficio N°026-05-2013-ADUEI/MDLO/ING. de fecha 06.05.2013, la factibilidad de suministro eléctrico y punto de diseño; con carta N° NTL/C-N°-1239-2013/Enosa emitido por la empresa concesionaria ELECTRONOROESTE S.A, de fecha 22.05.2013 otorgan la factibilidad de suministro y punto de diseño, en la estructura de MT con código NTCSE

N° 316085, perteneciente al alimentador A-55 en 22.9 kV para una potencia de 50kw.

2.4. UBICACIÓN

El Varadero Artesanal para embarcaciones pesqueras está ubicado en la zona costa, a una altura m.s.n.m 100m.

Zona : Punta Veleros

Distrito : Los Órganos

Provincia : Talara

Departamento : Piura

2.5. CARACTERISTICAS CLIMATOLOGICAS Y GEOGRAFICAS

El clima es cálido, con escasas precipitaciones pluviales irregulares, entre los meses de Diciembre a Marzo, con una temperatura promedio de 28° C.

La geografía del terreno presenta desniveles pronunciados y se encuentra a 100 m.s.n.m, la dirección predominante del viento es de Noroeste, con velocidad máxima de 60 Km/Hr.

2.6. ALCANCES DEL PROYECTO

La finalidad del presente proyecto, es que fue diseñado a nivel de ejecución de obra. El sistema de utilización en media tensión 22.9 KV trifásico, de propiedad privada se conecta al alimentador 55. Se inicia en la estructura de MT con NTCSEN°316085, como punto de diseño (PD), luego pasa a la estructura P-1 donde es ubicado del sistema de medición

(trafomix), continuando hasta llegar a la subestacionaérea Monoposte de 75 KVA. El tablero de distribución está ubicado en el centro de carga.

En la estructura P-01, se instalará el sistema de medición con un transformador mixto de tensión y corriente, medidor electrónico, caja porta medidor, que será suministrado por Electronoroeste S.A previo contrato y pago del mismo.

El transporte de energía eléctrica en 22.9KV se efectuaran por medio de un conductor tipo ACSR de 50mm² soportados por postes de concreto armado de 13.0 m de altura, llegando a la subestación aérea Monoposte proyectado con transformadores de 75 KVA, 22.9/0.230 KV, equipada con seccionamiento tipo Cut-Out para maniobra y protección.

Las salidas en baja tensión son en 230V, que recorre desde el lado secundario del transformador hacia los interruptores del tablero general, ubicado en el centro de carga, con dos ternas de cable subterráneo tipo NYY de 3-1x70mm².

El proyecto comprende lo siguiente:

2.7. LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN 22.9 KV, 3 Ø.

El proyecto comprende una línea de media tensión y suministro eléctrico como se indica en el plano.

A. LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN

Nivel de Tensión Nominal: 22.9 KV 3Ø, 60 Hz.

Tipo de distribución : Desde el punto de diseño la línea es aérea, con postes de concreto armado de 13, donde llegará al PMI, que contará con ménsulas y palomillas de CAV, aisladores tipo pin y suspensión poliméricos, y ferretería eléctrica para conductor ACSR.

Conductores : Conductor ACSR de 50 mm², para la línea y para las Bajadas al seccionamiento con conductor de Cu 35mm² temple duro, Cable NYY, Cu, 0.6/1KV 3-1x70 mm².

Longitud de Línea : 0.1082Km.

B. SISTEMA DE MEDICIÓN EN MEDIA TENSIÓN Y PROTECCIÓN

Nivel de Tensión Nominal: 22.9 KV, 3Ø, 60Hz.

ESTRUCTURA : Tipo Monoposte aérea, con postes de CAV, medias losas y palomillas de CAV.

PROTECCIÓN : Seccionador fusible unipolar tipo Cut-Out, uso intemperie 27KV., 150 KV (BIL), 100 A. fusible tipo "K" de 2K.

TRAFOMIX : Transformador mixto, refrigerado en aceite, de tensión y corriente, para una altura de 1000 m.s.n.m., de uso exterior,

grupo de conexión en estrella, ONAN. Con 03 bobinas de tensión relación de transformación 22.9/0.23 KV de 20 VA y 03 bobinas de corriente con relación de transformación 15/5 Amperios de 15 VA, clase 0.2S, 170 KV (BIL exterior) con aisladores pasatapas de porcelana 710 mm de longitud de fuga.

MEDIDOR : Medidor electrónico multifunción A1RLQ+ Plus trifásico de 04 hilos, 120-380 Voltios, 5A 60Hz, clase 0,2S. Con interface de comunicación óptica y perfil de carga (Suministrado por Electronoroeste).

C- SUBESTACION AÉREAMONOPOSTE

Nivel de Tensión Nominal de Llegada : 22.9 kV, 3Ø.

Nivel de Tensión Nominal de Salidas : 0.230kV, 3Ø.

ESTRUCTURA : Tipo Monoposte, aérea con postes de CAC, medias losasy palomillas de CAV.

SECCIONAMIENTO : Seccionador fusible de porcelana unipolar tipo Cut-Out, para intemperie de 27KV, 150 KV (BIL), 100 Amp. Con fusibles tipo "K".de2K.

TRANSFORMADOR :Transformadores de Distribución Trifásico de 75 KVA inmerso en aceite de refrigeración natural, con arrollamientos de cobre y núcleo de hierro laminado en frío para montaje en exterior, en un nivel de tensión de $22.9+2x2.5\%/0.231$ kV, con 03 bornes en el primario y 3 bornes en el secundario, grupo de conexión Dd6, Vcc = 3.5%, y nivel de aislamiento de 27/50/175kV en el primario y en secundario de 1.1/3kV, con un nivel básico de aislamiento de 170kV BIL, los aisladores pasatapas serán de porcelana con 710mm de línea de fuga, para un servicio continuo hasta 1000 m.s.n.m.

EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN

El cable de comunicación en baja tensión, al tablero general será con cable de energía tipo NYY 3-1x70 mm² de 1KV, y estará implementado con interruptores termo magnéticos.

CARGA BENEFICIADA

El proyecto contempla una máxima demanda requerida para las instalaciones del Varadero para embarcaciones pesqueras artesanales en el distrito de Los Órganos de 50 kW.

El proyecto cumple con las disposiciones de la Ley de Concesiones Eléctricas, código Nacional de Electricidad y demás Normas Vigentes; por lo expuesto, dadas las consideraciones e indicaciones recomendadas para la ejecución de proyectos y Obras.

2.8. NORMAS APLICADAS

El proyecto se ha desarrollado teniendo en cuenta los lineamientos técnicos del documento de factibilidad eléctrica y las normas siguientes:

- Ley de Concesiones Eléctricas N° 25844. y su Reglamento.
- Código Nacional de suministro 2011.
- Normas: MEM/DEP -311, MEM/DEP -312, MEM/DEP -501, MEM/DEP -411, MEM/DEP -412, MEM/DEP -502.
- Otras Normas Técnicas vigentes aprobadas por la Dirección General del Ministerio de Energía y Minas.
- Reglamento Nacional de Construcciones.

2.9. MAXIMA DEMANDA

Para el cálculo de la máxima demanda se ha considerado las siguientes cargas:

Ítem	Descripción	Cantidad	Potencia de Equipo (Watts)	Potencia Instalada (Watts)	F.D.	Subtotal (w)
1	MOTOR ELECTRICO (60 HP)	1	44741.4	44741.4	0.35	15.65
2	ILUMINACIÓN INTERIOR	1	40	40	0.5	20
3	TOMACORRIENTE	1	65	65	0.23	14.95
					Total	50.6

2.10. BASES DE DISEÑO

Para la elaboración del presente expediente técnico, se ha tenido presente la ley de Concesiones Eléctricas D.L No 25844, el Código Nacional suministro 2011, y las Normas Técnicas de la dirección general de Electricidad del Ministerio de Energía y Minas.

2.11. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Tensión Nominal lado M.T : 22.9 KV.

Tensión Nominal lado B.T : 231 Voltios

Sistema : trifásico

Factor de potencia : 0.90

Caída de tensión máxima lado MT : 5%

2.12. BASE LEGAL Y NORMATIVA

Se basa en el Art. Del N° 82 y 99 del D.L N° 25844 de la Ley de Concesiones Eléctricas, Art. Del 163 y del 171 al 173 del reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas (D.S N° 009-93-EM).

2.13. PRUEBAS Y CONFORMIDAD DE OBRA

Luego de ejecutado el presente proyecto y con el acta de inspección y pruebas satisfactorio sin observaciones; La concesionaria emitirá al contratista el respectivo documento de la conformidad de obra.

2.14. FINANCIAMIENTO

La obra será íntegramente financiada por la Municipalidad Distrital de Los Órganos.

2.15. RELACION DE PLANOS Y DETALLES

PLANO Nº	DESCRIPCION
SU - 01	RECORRIDO DE RED PRIMARIA DEL SISTEMA DE UTILIZACION 22.9 kV.
SU - 02	SUBESTACION MOSMOPOSTE – DIAGRAMA UNIFILAR
SU - 03	DETALLE DE CIMENTACION
SU - 04	PUESTA A TIERRA
SU - 05	SEÑALIZACION

2.16. PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

El contratista deberá proteger el medio ambiente, evitando utilizar elementos contaminantes, estando prohibido realizar fuego abierto con la finalidad de incinerar residuos, envases y otros elementos que dañen el medio ambiente.

2.17. SEGURIDAD E HIGIENE OCUPACIONAL

El contratista deberá cumplir y respetar lo dispuesto en el nuevo reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo de las Actividades Eléctricas. RESESATAE. RM. N° 161-2007-MEM/DGE del 13 de Abril del 2007.

En todo el período de la ejecución de la obra, se debe tomar todas las medidas necesarias para la seguridad de todos los trabajadores.

3.0 CALCULOS JUSTIFICATIVOS

3.1 CALCULO DE CAIDA DE TENSION

Para los cálculos eléctricos de la línea se ha tenido en cuenta las características de los conductores y las condiciones de operación.

El cálculo de la sección adecuada para cada tramo de las redes distribución se realiza bajo las siguientes consideraciones:

DATOS TECNICOS DE CONDUCTORES

Cobre Temple Blando para Puesta a tierra

Conductividad (%)	: 100
Resistividad a 20° C (Ω-mm²/m)	: 0.01724
Densidad 20° C (gr/cm³)	: 8.89
Coef. Térmico Resistencia 20° C/° C	: 0.00393
Punto de fusión (° C).	: 1083

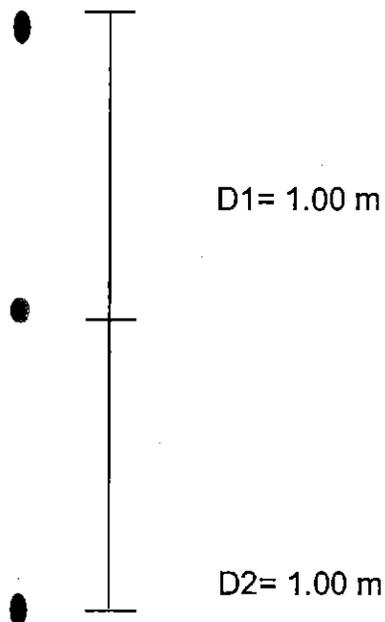
ALEACIÓN DE ALUMINIO CON ALMA DE ACERO (ACSR) PARA RED DE M.T.

Conductividad (%)	: 52.50
--------------------------	----------------

Resistividad a 20 °C ($\Omega\text{-mm}^2/\text{m}$)	: 0.03280
Densidad 20 °C (gr/cm^3)	: 2.703
Coef. Térmico Resistencia 20 °C/°C	: 0.00360
Punto de fusión (°C).	: 660

CONDICIONES DE OPERACIÓN

- Tensión Nominal (KV) : 22.9
- Factor de Pot. en atraso ($\text{Cos}\phi$) : 0.9
- Caída de tensión máxima (%) : 3.5
- Máxima temperatura de trabajo (°C) : 50
- Disposición espacial de Conductores : Vertical
- Distancia d1 (mm) : 1000
- Distancia d2 (mm) : 1000



3.2. CALCULO DE LA CORRIENTE

La intensidad de corriente, que circulará por las redes para la solicitud de la demanda máxima es:

$$I = P / (\sqrt{3} \times V \times \text{Cos } \emptyset)$$

Dónde:

I = Intensidad de corriente (amp.)

P = Máxima Demanda (KW)

V. = Tensión (KV)

Cos \emptyset = Factor de potencia.

3.3. RESISTENCIA A MAXIMA TEMPERATURA

$$R2 = R1 (1 + \alpha (T2 - T1))$$

Dónde:

R2 = Resistencia a máxima Temperatura (Ohm/Km.)

R1 = Resistencia. a 20°C cc. (Ohm/Km.)

α = Coeficiente térmico de resistencia a 20°C (1/°C)

T2 = Máxima temperatura de trabajo (°C)

T1 = Temperatura de referencia (°C)

3.4. DISTANCIA MEDIA GEOMETRICA

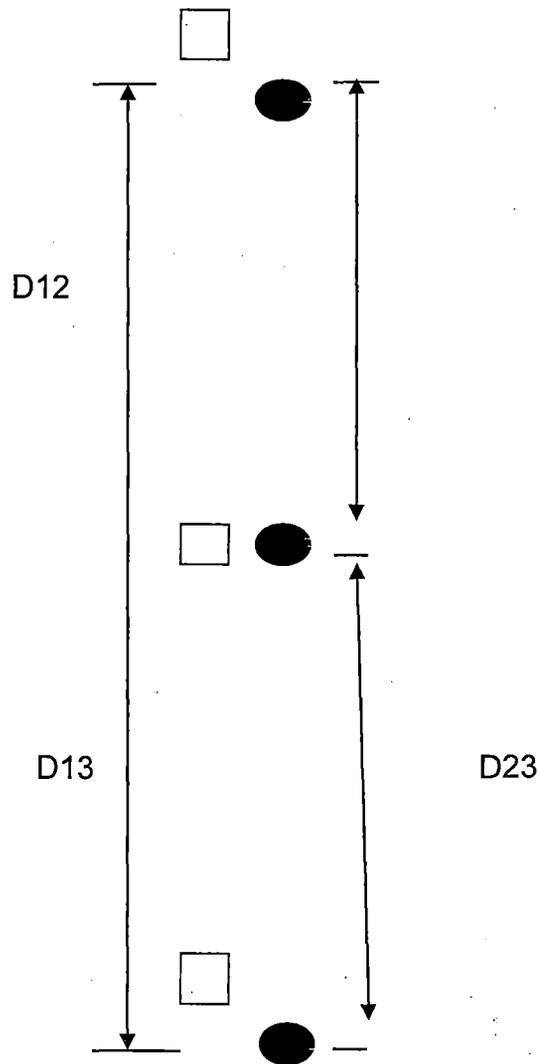
$$D_{mg} = \sqrt[3]{D12 \times D23 \times D13}$$

Dónde:

D_{mg} = Distancia media geométrica

D_{12} , D_{23} , D_{13} = Distancia entre conductores.

DISPOSICION DE CONDUCTORES:



3.5. RADIO EQUIVALENTE DEL CONDUCTOR

$$r = \sqrt{S/\pi}$$

Dónde:

r = Radio del conductor (mm.)

S = Sección del conductor (mm²)

3.6. REACTANCIA INDUCTIVA

Para la configuración de los cables establecidos se tendrá las siguientes fórmulas:

$$X = 2\pi \cdot f \cdot L$$

$$L = 2 \times \ln(Dm / Rs) / 10000$$

Dónde:

X = Reactancia Inductiva (Ω /Km.)

f = Frecuencia (Hz)

L = Inductancia de la Red (Hr/Km.)

Dm = Distancia media geométrica (mm)

Rs = Radio medio geométrico del conductor (mm)

3.7. CAIDA DE TENSION

Para el cálculo de la caída de tensión en redes de distribución se ha considerado la siguiente fórmula:

$$\Delta V = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cos \varnothing + X \sin \varnothing)$$

El factor de caída de tensión será:

$$K = \sqrt{3} (R \cos \varnothing + X \sin \varnothing)$$

Por lo tanto la Caída de tensión considerando los factores de caída de tensión serán los siguientes:

$$\Delta V = K3 \cdot I \cdot L$$

Dónde:

ΔV = Caída de tensión (Volt.)

I = Intensidad de corriente (Amp.)

L = Longitud del tramo considerado (Km.)

K = Factor de caída de tensión.

3.8. TABULACION DE RESULTADOS

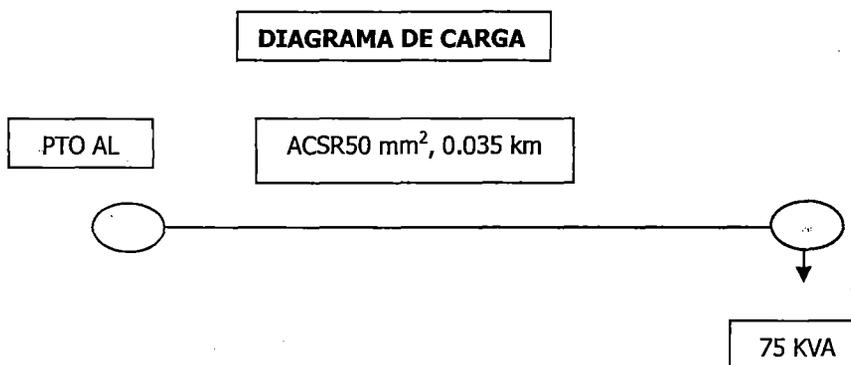
A continuación se muestran los resultados que son consecuencia de la aplicación de las fórmulas en base a la distribución de conductores en las redes del proyecto:

CONDUCTOR ACSR:

Sección mm ²	R cc20°C Ohm/Km	R 80°C Ohm/Km	Dm mm	Rs mm	L Hr/Km	X Ω/Km	K 3Ø V/(A.Km)
50	0.5709	0.6942	1287.08	2.75	0.4524	0.8219	2.1660

CABLE NYY:

SECCION NOMINAL	RESISTENCIA	RESISTENCIA		REACTANCIA INDUCTIVA		AMPACIDAD		AMPACIDAD	
	DC a	AC		(A)	(B)	ENTERRADO		AIRE	
	20°C	(A)	(B)			20°C		30°C	
Mm ²	mmOhm/Km	Ohm/Km	Ohm/Km	Ohm/Km	Ohm/Km	(A)	(B)	(A)	(B)
70	0.524	0.668	0.669	0.2849	0.1627	215	190	235	200





CUADRO DE CAIDA DE TENSION

Punto	PTO AL	TRAMO AEREO
Potencia (kVA)		75
I (amp.)		1.89
L (Km)		0.035
K (Ohm/Km)		0.8819
S (mm ²)		50
V (volt.)		0.18
SV (volt.)	0.5	0.41
SV (%)	0.01	0.01

Conclusión: El conductor ACSR de 50 mm², cumplen con las condiciones de cálculo necesarias para el tramo aéreo.

3.9. CALCULO POR CORRIENTE DE CARGA

Factores de corrección por condiciones de instalación:

Para condiciones subterráneas: Según las tablas del CNE-SUMINISTRO Y UTILIZACIÓN, basadas en temperatura ambiente:

30°C al aire y 25°C en tierra

- Resistividad térmica del terreno 120 (°C - cm / W) : 1.092
- Temperatura del terreno 25 ° C. : 1
- Profundidad de instalación promedio (1.20 m) : 1.20
- Por agrupamiento de cables : 0.83

$$F_{eq} = 1.092 \times 1.00 \times 1.20 \times 0.83 = 1.088$$

$$I_c = P / (1.73 \times 13.2) = 75 / (1.73 \times 22.9) = 1.893 \text{ A}$$

Luego la corriente de diseño:

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

$$I_d = \frac{1.893}{1.088} = 1.739 \text{ A}$$

El cable ACSR de 50 mm² CUMPLE.

3.10. CALCULO CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN EL CABLE

Condiciones:

P_{cc} : Potencia del sistema : 105.47 MVA

V : Tensión nominal : 22.9 kV

t : Duración del cortocircuito : 0,07 s

I_{cc} : Corriente de cortocircuito permanente : KA

$$I_{cc} = \frac{P_{cc} \text{ (MVA)}}{\sqrt{3} \times V \text{ (KV)}}$$

$$I_{cc} = \frac{105.47}{\sqrt{3} \times 13.2}$$

$$I_{cc} = 2.67 \text{ KA.}$$

3.11. CALCULO POR CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO TERMICAMENTE ADMISIBLE EN EL CABLE (I_{km})

I_{km}: Corriente de cortocircuito térmicamente admisible por el cable:

KA.

S : Sección del cable : 50 mm².

t : Duración del cortocircuito : 0.07 seg.

$$I_{km} = \frac{0.143 S}{\sqrt{t}}$$

$$I_{km} = (0.143) \times (50)/0.07^{1/2}$$

$$I_{km} = 18.92 \text{ kA}$$

Se calculó I_{cc} = 2.67 kA en el sistema.

Ya que I_{km} > I_{cc}, la selección del cable ACSR de 50 mm² es la correcta.

3.12. CALCULO DEL TRANSFORMADOR DE MEDIDA

El transformador de tensión se ha seleccionado teniendo en cuenta:

Tensión del alimentador actual = 22.9 kV

Tensión nominal del medidor a instalar = 0.40-0.23kV

En consecuencia estos serán de relación 22.9/0.22 kV, con una potencia en el bobinado de tensión de 3x20 VA.

Para efectos de seleccionar los transformadores de corriente consideremos la potencia de 75 kVA.

$$I_n = 75 / (1.73 \times 22.9)$$

$$I_n = 1.89 \text{ A (Para 22.9 kV)}$$

Los transformadores de corriente se han seleccionado teniendo en cuenta la corriente nominal de la carga (1.89 A) y la corriente nominal del medidor a instalar.

Ahora como la MD actual es de 50 kW, la Potencia de Diseño es de 75 kVA, que viene de un (01) transformador de 75 kVA, con un nivel de tensión de 22.9kV.

Considerando posibles ampliaciones futuras, estos serán de relación 10/5 A, con una potencia de 3x15VA

Seleccionaremos:

Trafomix	Tensión	Corriente
Relación	22.9/0.22 kV	10/5 A
Potencia	3x20 VA	3x15 VA
Frecuencia	60 Hz	60 Hz
Clase de Precisión	0.2	0.2S
Número de bobinas	3	3

3.13. CÁLCULO DE LOS FUSIBLES TUBULARES:

Para el Seccionador Tripolar de Potencia de Tipo Caseta y Fusible Tubular en el Transformador, tenemos el siguiente cuadro.

Spennig Voltage Spannung (kV)	Tranformer rating										
	50	75	100	125	160	200	250	315	400	500	630
	HV - Fuse-link In (A) ABB										
3	25	25	40	40	63	63	63	80	100	100	160
5	16	25	25	25	40	40	63	63	63	80	100
6	16	16	25	25	25	40	40	63	63	63	80
10	10	16	16	16	25	25	25	40	40	63	63
12	10	16	16	16	16	25	25	25	40	40	63
15	10	10	16	16	16	16	25	25	25	40	40
20	10	10	10	16	16	16	16	25	25	25	40
24	10	10	10	10	16	16	16	16	25	25	25
30	10	10	10	10	10	16	16	16	16	25	25
36	10	10	10	10	10	16	16	16	16	16	25

- Para el Seccionador Tripolar de Potencia en el compartimiento de llegada, seleccionaremos el fusible tubular de 10A, 12 kV

3.14. DIMENSIONAMIENTO DEL CONDUCTOR EN EL TRANSFORMADOR

- TABLERO DE BAJA TENSION:

- a) Por capacidad de corriente:

$$I_n = P \text{ (kVA)} / \sqrt{3} \times V$$

Para transformador 75 kVA:

$$P = 75 \text{ kVA}, \quad V = 380/220 \text{ Voltios}$$

$$\text{Reemplazando:} \quad I_n = 25.07 \text{ A.}$$

b) Por Caída de Tensión:

$$\Delta V = (\sqrt{3} \times I \times L \times \text{Cos}\phi) / 57 \times S$$

Dónde:

ΔV : Caída de Tensión (%)

I : Intensidad (A)

L : Longitud del conductor (m.)

S : Sección del conductor (mm²)

$\text{Cos}\phi$: Factor de Potencia

$$\Delta V = (\sqrt{3} \times 25.07 \times 12 \times 0.9) / (57 \times 108.4)$$

$$\Delta V = 1.25 \text{ V (0.3280 \%)} \lll 3.5 \%$$

Conclusión:

El calibre del conductor alimentador a utilizar: Según Información Indeco, sería cable Tipo NYY 1.0kV de 3x1x70 mm², porque cumplen holgadamente las dos condiciones necesarias para su dimensionamiento.

3.15. CÁLCULO DE LOS FUSIBLES EN MT.:

$$I_f \geq 1.5 I_n$$

$$I_n = 75 / (\sqrt{3} \times 22.9)$$

$$I_n = 1.89 \text{ Amp.}$$

$$I_f \geq 1.5 I_n = 1.5 \times 1.89$$

$$I_f \geq 2.84 \text{ Amp.}$$

Seleccionaremos:

- En el punto de medición (PMI) utilizaremos fusibles de 6A.

3.16. CÁLCULO DEL INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO EN B.T.:

Para transformador de 75 kVA:

Para una Demanda Máxima de: 50 kW

$$I_n = P \text{ (kW)} / (\sqrt{3} \times V \times \text{Cos } \emptyset)$$

Teniendo en cuenta el nivel de tensión 400-230 V:

Subestación - Aérea Monoposte	Punto
P(kVA)	75
I_n (A)	145.79
$I_f(A) = 1.5 I_n$ (A)	218.69
INT. TERM. (A)	250

Seleccionamos:

- Interruptor Termo magnético en el tablero general de 3 x 250A
480V/35kA, IEC 947-2, para el lado de 0.38/0.22 Kv

3.17. CALCULO ELECTRICO DE AISLADORES

TENSION MAXIMA DE SERVICIO

La tensión disruptiva bajo lluvia a la frecuencia de servicio que debe tener un aislador no deberá ser menor a:

Para efectos de la selección del nivel de aislamiento se tendrá en cuenta los factores de corrección de la tensión nominal de servicio:

$$F_t = 1 \quad T < 40 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$F_t = (273 + t) / 313 \quad T > 40 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$F_h = 1 \quad H < 1000 \text{ msnm}$$

$$F_h = 1 + 1.25(H - 1000) / 10000 \quad H > 1000 \text{ msnm}$$

$$U = U_n \times F_t \times F_h$$

Dónde:

F_t = Factor de corrección por temperatura

F_h = Factor de corrección por altura

t = Temperatura de operación máxima del conductor

H = Altura sobre el nivel del mar (msnm)

U_n = Tensión Nominal de servicio (KV)

U = Tensión Nominal corregida (KV)

TENSION DISRUPTIVA

El Código Nacional de Electricidad Suministro establece los siguientes requerimientos del nivel de aislamiento:

Para:

Tensión Nominal entre Fases (KV) : 22.9

Tensión Disruptiva en seco (KV) : 55

Además se debe de cumplir que:

$$U_s < 0.75 \times U_p$$

Dónde:

U_s = Tensión disruptiva en seco a baja frecuencia (KV)

U_p = Tensión de perforación dieléctrica a la frecuencia de servicio (KV)

Para alta contaminación atmosférica:

$$U_s < 0.80 \times U_p$$

NIVEL BASICO DE AISLAMIENTO

Según el Comité AIEE-EEI-NEMA, el nivel básico de aislamiento (BIL) estará dada por la fórmula:

$$BIL = 2.25 \times (2 \times U)$$

Dónde:

BIL = Nivel Básico de aislamiento (KV)

U = Tensión Nominal corregida (KV)

LONGITUD DE LINEA DE FUGA

$L = (m \times U) / (N \times \sqrt{\delta})$

$Na = (m \times U) / (L \times \sqrt{\delta})$

Dónde:

L = Longitud de línea de fuga (Cm)

m = Coeficiente de suciedad

U = Tensión nominal corregida (KV)

Na = Número de aisladores

δ = Densidad relativa del aire

GRADO DE AISLAMIENTO

El grado de aislamiento es la relación entre la longitud de la línea de fuga y la tensión máxima de servicio.

$Ga = (L \times N) / U$

Dónde:

Ga = Grado de aislamiento (Cm/KV)

L = Longitud de línea de fuga (Cm)

N = Número de aisladores

U = Tensión máxima de servicio (KV)

El grado de aislamiento recomendado de acuerdo la zona que atraviesa la línea es la siguiente:

ZONAS

GRADO DE AISLAMIENTO

Forestales y agrícolas

De 1.7 a 3

Cm/KV

Industriales y próximas al mar

De 2.2 a 2.5

Cm/KV

Industriales y muy próximas al mar

De 2.6 a 3.2

Cm/KV

Idem con fábricas de productos químicos Centrales Term. Más de 3.2

Cm/KV

CONDICIONES DE OPERACIÓN

Tensión Nominal (KV)	:	22.9
Altura sobre el nivel del mar (msnm)	:	1000
Aislador Híbrido Pin	:	STPC28
Aislador de suspensión	:	STGC36
Coefficiente de suciedad	:	1.2
Densidad relativa del aire	:	0.929
Zona de trabajo	:	Ciudad

Grado de aislamiento : 2

TABULACION DE RESULTADOS

A continuación se muestran los resultados que son consecuencia de la aplicación de las fórmulas en base a la selección de aisladores.

Tensión Nominal (KV)	:	V =	22.9
Factor de Corrección por altura	:	Fh =	1.00
Factor de Corrección por temperatura	:	Ft =	1.13
Tens.max.servicio (KV)	:	U =	11.3
Tens. Disruptiva (KV)	:	Uc =	55.00
Nivel básico de aislamiento	:	BIL =	25.43

Longitud de Línea de Fuga

Línea de fuga aislador Polimérico Pin (mm)	:	L =	570.00
Línea de Fuga Aislador Suspensión (mm)	:	L =	503.00
Nº aisladores tipo Pin	N=	0.3 Escogemos	N= 1
Nº aisladores tipo Suspensión	N=	0.4 Escogemos	N= 1

Grado de Aislamiento

No de aisladores Pin	N=	0.5 Escogemos	N= 1
----------------------	----	---------------	------

Nº aisladores 0.7 Escogemo
 suspensión N= 9 s N= 1

El Grado de aislamiento para el Nº de aisladores escogido se tiene:

Aislador Pin:	Ga	=	3.37	>	2.00
Aislador de suspensión:	Ga	=	2.52	>	2.00

3.18. CALCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES:

Datos Técnicos Del Conductor:

* Tipo de Conductor	: ACSR
* Módulo de elasticidad Cu. (Kg./mm ²)	: 5,700
* Coeficiente dilatación lineal Cu. (1/°C)	: 0.000023
* Coeficiente de seguridad	: 3

Condiciones De Operación:

* Velocidad del viento (Km/hr)	: 70
* Vano de promedio (m)	: 70
* Coef. Presión Viento sobre superf. cilíndricas	: 0.0042
* Espesor costra de hielo sobre conductor (mm)	: 0

Hipótesis Consideradas:

a) <u>HIPÓTESIS I:</u>	Esfuerzo Máximo.
- Temperatura Ambiente	: 10°C
- Velocidad del Viento	: 70 Km/Hr

- Coeficiente de seguridad : 3

b) HIPÓTESIS II:

Normal de Templado.

- Temperatura : 10°, 20°, 30°C

- Sin Viento : 0

c) HIPÓTESIS III:

Flecha Máxima.

- Temperatura : 40°C

- Sin Viento : 0

Ecuaciones Consideradas

Se empleará la fórmula de cambio de estado (Ecuación de TRUXA).

$$\sigma_2^2 [\sigma_2 + \delta E (t_2 - t_1) - \sigma_1 + (E/24)((Wr_1 \cdot d)/(A \cdot \sigma_1))^2] = (E/24) \cdot ((Wr_2 \cdot d)/A)^2$$

$$Wr = \sqrt{(Wc + Ph)^2 + Pv^2}$$

$$Ph = 0.00286 \cdot e (D + e)$$

$$P = K \cdot V^2$$

$$Pv = P \cdot D$$

$$\sigma_0 = T_0/A$$

$$f = (Wr \cdot d^2) / (8 \cdot T_0)$$

$$T_{01} = Tr / cs$$

Donde:

- A = Sección del cable (mm^2)
- E = Módulo de elasticidad (Kg./mm^2)
- d = Longitud del vano de regulación (m)
- σ_0 = Esfuerzo unitario del conductor (Kg./mm^2)
- δ = Coeficiente de dilatación lineal $1/(\text{°C})$
- t = Temperatura (°C)
- Wc = Peso unitario del conductor (Kg./m)
- Wr = Carga resultante unitaria del conductor (Kg./m)
- Ph = Peso de la costra de hielo (Kg./m)
- Pv = Presión unitaria del viento sobre el conductor (Kg./m.)
- P = Presión del viento (Kg./m^2)
- K = Coeficiente de presión del viento sobre superf. Cilíndricas.
- D = Diámetro exterior del conductor (m)
- V = Velocidad del viento (Km./h)
- e = Espesor de la costra de hielo (mm)
- To = Tensión o tiro del conductor (Kg.)
- f = Flecha del conductor (m)

Cs = Coeficiente de seguridad

Sub índices según hipótesis consideradas:

1 = Condición inicial

2 = Condición final

Para verificar que los valores de templado satisfacen las condiciones establecidas en la hipótesis en la segunda hipótesis de Esfuerzo máximo se tendrá en cuenta:

$$TCD = ((To2) / Tr) \cdot 100$$

Dónde:

TCD = Tensión de cada día (%)

To2 = Tensión o tiro de templado (Kg.)

Tr = Tiro de rotura del conductor (Kg.)

RESULTADOS

Tensión de cada día %	=	17.00
Vano de regulación (m)	=	70

Cond. ACSR (mm²)			
= 50			
Velocidad Viento			
(Km/h)=		70	
Esp. Costra Hielo			
(mm) =		0	
P	Pv	Ph	Wc
Kg/m²	Kg/m	Kg/m	Kg/m
20,58	0,222	0,000	0,096

CALCULO DE CAMBIO DE ESTADO			
Hipótesis de Cálculo	Hipótesis I Esfuerzo	Hipótesis II Templado	Hipótesis III Flecha Max
Vano regulación (m)	70	70	70
Peso resultante (Kg/m)	0,242	0,096	0,096
Tiro del Cond. (Kg)	219,8	169,065	101,15
Esfuerzo (Kg/mm²)	6,28	4,83	2,89
Flecha (m)	0,67	0,35	0,58
Coef. Seguridad	4,52	5,88	9,83
Tensión cada día %	22,10	17%	10,17

TABLA DE TEMPLADO DEL CONDUCTOR								
Temperatura (°C)	5	10	15	20	25	30	40	
Esfuerzo (Kg/mm ²)	6,62	6,01	5,41	4,83	4,28	3,76	2,89	
Tiro (Kg)	231,70	210,35	189,35	169,07	149,80	131,60	101,15	
Vano (m)	FLECHA DEL CONDUCTOR (m)							
10	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
20	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	
30	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	0,11	
40	0,08	0,09	0,10	0,11	0,13	0,15	0,19	
50	0,13	0,14	0,16	0,18	0,20	0,23	0,30	
60	0,19	0,21	0,23	0,26	0,29	0,33	0,43	
70	Básico	0,25	0,28	0,31	0,35	0,39	0,45	0,58
80		0,33	0,37	0,41	0,45	0,51	0,58	0,76
90		0,42	0,46	0,51	0,57	0,65	0,74	0,96
100		0,52	0,57	0,63	0,71	0,80	0,91	1,19

3.19. CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS:

Se analizará los factores que influyen en el cálculo mecánico de las estructuras, para las condiciones de trabajo establecidas y altitud máxima de hasta 3,000 m.s.n.m.

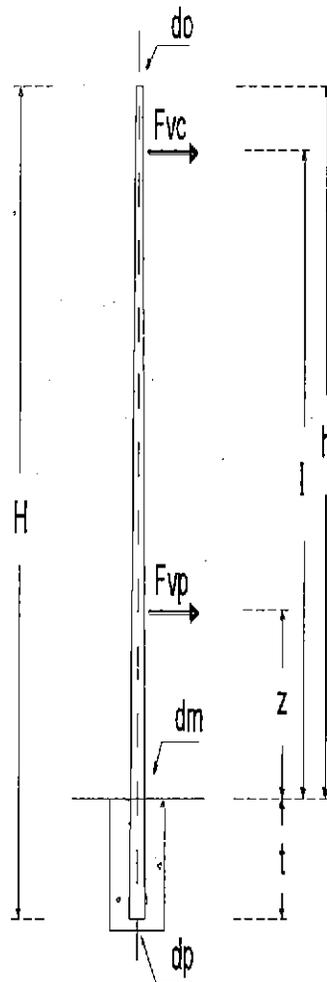


DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE DE
ESTRUCTURA SOPORTE DE CONDUCTORES

Figura N° 04

FORMULAS A EMPLEARSE:

Fuerza del viento sobre el poste

$$F_{vp} = (d_o + d_p) / 2 \cdot h \cdot P$$

$$d_p = d_m - ((d_m - d_o) / (h + t)) \cdot t$$

$$z = (h / 3) ((d_p + 2d_o) / (d_p + d_o))$$

Fuerza del viento sobre los conductores

$$F_{vc} = P \cdot D \cdot d$$

$$T_c = 2 \cdot T_o$$

$$M_{vp} = F_{vp} \cdot z$$

$$M_{vc} = F_{vc} \cdot l$$

$$M_{tc} = 2 \cdot T_c \cdot l$$

$$M = M_{vp} + M_{vc} + M_{tc}$$

$$F_p = M / (h - 0.1)$$

$$M_{vp} = F_{vp} \cdot z$$

$$M_{vc} = F_{vc} \cdot l \cdot \cos \theta / 2$$

$$M_{tc} = T_c \cdot l \cdot \sin \theta / 2$$

$$M = M_{vp} + M_{vc} + M_{tc}$$

$$F_p = M / (h - 0.1)$$

Dónde:

θ = Angulo de desviación entre conductores.

F_{vp} = Fuerza debido a la acción del viento sobre el poste (Kg)

d_o = Diámetro en la punta del poste (m)

d_m = Diámetro en la base del poste (m)

d_p = Diámetro a nivel del piso (m)

h = Altura libre del poste (m)

P = Presión del viento (Kg./m^2)

t = Longitud de empotramiento (m)

z = Altura de aplicación Fza. del viento sobre poste (Kg.)

F_{vc} = Fuerza debido a la acción del viento sobre conductor (Kg.)

D = Diámetro del conductor (m)

d = Vano de regulación (m)

T_c = Tracción del conductor (Kg)

T_o = Tensión máxima de trabajo del conductor (Kg.)

M_{vp} = Momento debido al viento sobre el poste (Kg.-m)

M_{vc} = Momento debido al viento sobre el conductor (Kg.-m.)

Mtc = Momento debido a la tracción del conductor (Kg.-m)

l = Altura del conductor (m)

M = Momento resultante (Kg.-m)

Fp = Fuerza en la punta (Kg)

POSTE DE ALINEAMIENTO

Según la condición de equilibrio, para la configuración establecida anteriormente se aplicarán las fórmulas anteriores y las siguientes consideraciones:

POSTE DE ALINEAMIENTO

Condiciones Normales

- Cargas permanentes (Peso poste, crucetas, aisladores, ferretería y un hombre) + (Peso conductor en un vano gravante igual al vano medio)
- Fuerza debido al viento
- Coeficiente de seguridad : 2.5

Condiciones Anormales

- Cargas permanentes (Peso poste, crucetas, aisladores, ferretería y un hombre) + (Peso conductor en un vano gravante igual al vano medio)
- Rotura de conductores: se considerará el esfuerzo unilateral correspondiente a la rotura de un solo conductor, el valor del esfuerzo de rotura deberá considerarse el 50 % del esfuerzo máximo del conductor.
- Coeficiente de seguridad: 2.0

POSTE DE CAMBIO DE DIRECCION

Según la condición de equilibrio, para la configuración establecida anteriormente se aplicarán las fórmulas anteriores y las siguientes consideraciones:

Condiciones Normales

- Cargas permanentes (Peso poste, crucetas, aisladores, ferretería y un hombre) + (Peso conductor en un vano gravante igual al vano medio)
- Fuerza resultante del ángulo, se tendrá en cuenta el esfuerzo resultante de las tracciones de los conductores, el esfuerzo a considerarse será el de las condiciones más críticas es decir el calculado en la hipótesis I del cálculo mecánico de conductores.
- Fuerza debido al viento
- Coeficiente de seguridad : 2.5

Condiciones Anormales

- Cargas permanentes (Peso poste, crucetas, aisladores, ferretería y un hombre) + (Peso conductor en un vano gravante igual al vano medio)
- Rotura de conductores: se considerará el esfuerzo unilateral correspondiente a la rotura de un solo conductor, el valor del esfuerzo de rotura deberá considerarse el 50 % del esfuerzo máximo del conductor. Coeficiente de seguridad :

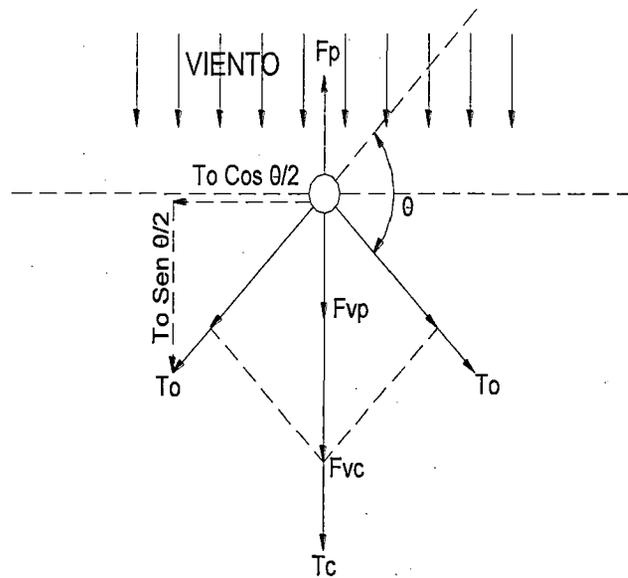


DIAGRAMA DE FUERZAS EN ESTRUCTURA PARA ALINEAMIENTO Y ANGULO

Figura N° 05

POSTES DE ANCLAJE

Según la condición de equilibrio correspondiente se tiene:

Condiciones Normales

- Cargas permanentes (Peso poste, crucetas, aisladores, ferretería y un hombre) + (Peso conductor en un vano gravante igual al vano medio)
- Fuerza debido al viento
- Coeficiente de seguridad : 2.5

Condiciones Anormales

- Cargas permanentes (Peso poste, crucetas, aisladores, ferretería y un hombre) + (Peso conductor en un vano gravante igual al vano medio)

- Desequilibrio de tracciones: Se considerará un esfuerzo equivalente al 50 % de las tracciones unilaterales de los conductores, distribuidas en el eje del poste a la altura de fijación de los conductores.
- Rotura de conductores: se considerará el esfuerzo unilateral correspondiente a la rotura de un solo conductor, el valor del esfuerzo de rotura deberá considerarse el 50 % del esfuerzo máximo del conductor.
- Coeficiente de seguridad : 2.0

POSTES TERMINALES

Según la condición de equilibrio correspondiente se tiene:

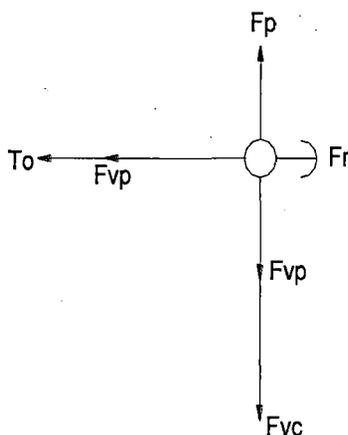


DIAGRAMA DE FUERZAS EN ESTRUCTURA
PARA FIN DE LINEA

Figura N° 06

Condiciones Normales

- Cargas permanentes (Peso poste, crucetas, aisladores, ferretería y un hombre) + (Peso conductor en un vano gravante igual al vano medio)
- Fuerza debido al viento
- Desequilibrio de tracciones, se considerará un esfuerzo equivalente al 100 % de las tracciones unilaterales de todos los conductores, aplicados en el punto de fijación del correspondiente conductor al poste.
- Coeficiente de seguridad : 2.5

Condiciones Anormales

- Cargas permanentes (Peso poste, crucetas, aisladores, ferretería y un hombre) + (Peso conductor en un vano gravante igual al vano medio)
- Rotura de conductores: En este caso al romperse un conductor, disminuye la sollicitación de esfuerzo en el poste, por lo que no se toma en cuenta.
- Coeficiente de seguridad : 2.0

TABULACION DE RESULTADOS

Cond. ACSR (mm ²)	
=	50
Poste (m/Kg)	
=	13/600

H (m)	Do (m)	dm (m)	Dp (m)	t (m)
13	0,180	0,375	0,35	1,6

H (m)	Z (m)	L1 (m)	L2 (m)	L3 (m)
11,4	5,09	11,30	10,20	9,10

P (Kg/m2)	To (Kg)	Fvp (Kg)	Fvc (Kg)	Tc (Kg)
20,58	219,8	62,29	10,95	439,6

FUERZA EN LA PUNTA (Kg)							
Vano (m)	Angulo en °						
	0	3	5	15	30	45	60
10,00	36,02	67,18	87,93	191,33	343,85	490,96	630,16
20,00	43,99	75,14	95,90	199,23	351,55	498,33	637,06
40,00	59,93	91,08	111,82	215,03	366,94	513,05	650,86
50,00	67,89	99,04	119,78	222,93	374,64	520,42	657,77
60,00	75,86	107,01	127,74	230,84	382,34	527,78	664,67
70,00	83,83	114,98	135,71	238,74	390,04	535,14	671,57
80,00	91,80	122,94	143,67	246,64	397,73	542,50	678,47
90,00	99,77	130,91	151,63	254,54	405,43	549,87	685,37
100,00	107,74	138,88	159,59	262,44	413,13	557,23	692,28
10,00	36,02	67,18	87,93	191,33	343,85	490,96	630,16
20,00	43,99	75,14	95,90	199,23	351,55	498,33	637,06
40,00	59,93	91,08	111,82	215,03	366,94	513,05	650,86

Para la Estructura de Alineamiento se utilizará

$$CS = 4.42$$

Para la Estructura de Anclaje se utilizarán
400 Kg.

$$CS = 3.35$$

3.20. CALCULO DE LA CIMENTACION

Para el cálculo de la cimentación de las estructuras se hará uso del método de Valenci.

La cimentación será con concreto ciclópeo a fin de dar estabilidad a las estructuras o soportes cuando estos se encuentran sometidos a esfuerzos anormales, deben tener las dimensiones adecuadas a fin de que el momento de volteo nunca supere al momento resistente.

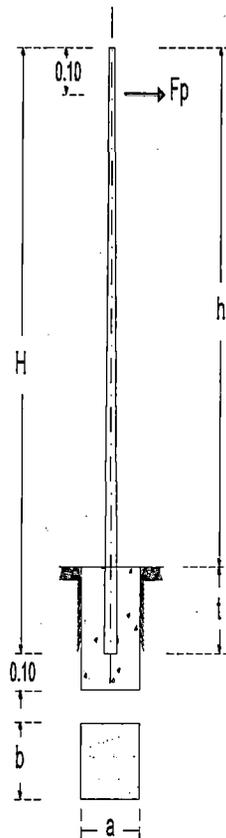


DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE PARA
LA CIMENTACION

Figura N° 08

FORMULAS EMPLEADAS

En la condición de equilibrio se tiene:

$$M_{ac} < M_r$$

$$M_{ac} = F (h + t)$$

$$M_r = (P / 2) \cdot [a - \{4P / (3 \cdot b \cdot \sigma)\}] + R \cdot b (t + 0.10)^3$$

$$P = P_p + P_z + P_c + P_a + P_m$$

$$P_m = (V_m - V_{tc}) \cdot \delta$$

$$V_{tc} = (t / 3) (A_m + A_p + \sqrt{A_m \cdot A_p})$$

$$V_m = a \cdot b \cdot (t + 0.1)$$

Dónde:

M_{ac} = Momento actuante (Kg.-m)

M_r = Momento resistente (Kg.-m)

F = Fuerza en la punta (Kg)

h = Altura libre del poste (m)

t = Empotramiento del poste (m)

P = Peso del conjunto

σ = Presión máx. Admisible del terreno (Kg.-m²)

R = Coeficiente de compresibilidad (Kg./m³)

- a,b = Dimensiones del macizo (m)
- Pp = Peso del poste (Kg)
- Pz = Peso de la cruceta (Kg)
- Pc = Peso del conductor (Kg)
- Pa = Peso de aisladores y accesorios (Kg)
- Pm = Peso del macizo (Kg.)
- Vm = Volumen del macizo (m³)
- Vtc = Volumen troncocónico del poste (m³)
- δ = Peso específico del macizo (Kg./m³)
- Am = Sección del poste en la base (m²)
- Ap = Sección del poste a nivel del piso (m²)

TABULACION DE RESULTADOS

REDES

Cond. ACSR (mm ²)	:	50	
Poste (m/Kg)	:	13/400	
Tipo de terreno	:	Tierra fácil trabajo, medio	
Angulo deslizamiento del terreno (resp.vert.)	:	48	
Densidad del terreno (Kg/m ³)	:	1800	
Coefficiente Compresibilidad del terreno (Kg/m ³)	:	2000	
Presión máxima admisible del terreno (Kg./m ²)	:	25000	Tipo Tierra: Media
Peso específico del macizo (Kg/m ³)	:	2200	Caracterist.: Concreto

H (m)	t (m)	h (m)	F (Kg)
13.00	1.60	11.40	238.74

Pp (Kg)	Pz (Kg)	Pc (Kg)	Pa (Kg)	Mac (Kg-m)
1600	100	37	30	3103,58

a (m)	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20
Pm (Kg)	2.617,22	3.215,62	3.884,42	4.623,62	5.433,22
P (Kg)	4.384,22	4.982,62	5.651,42	6.390,62	7.200,22
Mr (Kg-m)	7.666,58	8.967,72	10.356,99	11.846,82	13.449,04

Se comprueba que: **Mac < Mr**

La cimentación será de: 0.80 m x 0.80 m x 1.60 m.

3.21. DISTANCIAS MINIMAS DE SEGURIDAD

En esta sección estableceremos las distancias de seguridad, incluyendo los espacios de escalamiento, referidas a las líneas aéreas de suministro y comunicación implicadas.

No deberán instalarse líneas aéreas sobre edificaciones de terceros.

3.22.1. ANCHO MINIMO DE LA FRANJA DE SERVIDUMBRE

Según el Código Nacional de Electricidad Suministro:

<u>Tensión Nominal de la Línea (KV)</u>	<u>Ancho (m)</u>
20 a 36	11

3.22.2. DISTANCIAS DE SEGURIDAD VERTICALES

Cuando los alambres, conductores o cables cruzan o sobresalen a:

Carreteras y avenidas sujetas a tráfico camiones (m) : 7.00

Caminos y calles sujetas a tráfico de camiones (m) : 6.50

Calzadas, zonas de parqueo y callejones (m) : 6.50

Otros terrenos recorridos por vehículos (m) : 6.50

Espacios y vías peatonales sin tráfico vehicular (m) : 5.00

Calles y caminos en zonas rurales (m) : 6.50

Cuando los alambres o cables recorren a lo largo y dentro de los límites de las carreteras u otras fajas de servidumbre de caminos pero que no sobresalen del camino.

Carreteras y avenidas (m) : 6.50

Caminos calles o callejones (m) : 6.00

Espacios y vías peatonales sin tráfico vehicular (m) : 5.00

Calles y caminos en zonas rurales (m) : 5.00

DISTANCIA MINIMA ENTRE CONDUCTORES DE DIFERENTE SOPORTE

DISTANCIAS DE SEGURIDAD HORIZONTALES

La distancia de seguridad horizontal entre los alambres, conductores o cables que son adyacentes o se cruzan, tendidos en diferentes estructuras de soporte no deberá ser menor de 1.50 m.

DISTANCIAS DE SEGURIDAD VERTICALES

La distancia de seguridad vertical de un nivel superior a un nivel inferior, de conductores de suministro de más de 750 V a 23 KV no deberá ser menor de 1.20m.

DISTANCIA DE SEGURIDAD A EDIFICIOS Y OTRAS INSTALACIONES

Edificaciones

Horizontal a paredes balcones, ventanas (m)	: 2.50
Vertical sobre techos o proyecciones no accesibles (m)	: 4.00
Vertical sobre techos o proyecciones accesibles (m)	: 4.00
Sobre techos accesibles a vehículos, no a tránsito (m)	: 6.50

Letreros, chimeneas, carteles, antenas

Horizontal (m)	: 2.50
Vertical sobre pasillos transitada por personal (m)	: 4.00
Vertical por lugares no transitadas por personal (m)	: 3.50

DISTANCIA MINIMA ENTRE CONDUCTORES DEL MISMO SOPORTE

Los conductores de un mismo circuito instalados en postes fijos deben tener una separación uno del otro no menor a los siguientes valores señalados a continuación:

DISTANCIA DE SEGURIDAD HORIZONTAL

Conductores del mismo o diferente Circuito:

- Más de 11 KV hasta 50 KV : $0.40 + 0.010\text{m} \times \text{KV}$ en exceso

Para las consideraciones de operación se tiene:

$a = 0.40 \text{ M}$

DISTANCIA DE SEGURIDAD VERTICAL

Conductores de suministro expuestos sobre 11 KV has 50 KV de la misma empresa de servicio público con conductores expuestos de 11 a 23KV (m)

: $0.80 + 0.01 \times \text{KV sobre } 11 \text{ KV}$

$a =$	0.80	M
-------	------	---

DISTANCIA DE SEGURIDAD A MITAD DE VANO:

- Para conductores menores o iguales a 50 mm^2 :

$$a = 7.60 U + 20.4 \sqrt{f - 610}$$

- Para conductores mayores de 50 mm^2 :

$$a = 7.60 U + 8 \sqrt{2.12f}$$

Dónde:

f= Flecha máxima sin viento (m)

U= Tensión de servicio (KV)

a= Distancia entre conductores a mitad de vano (m)

Para las condiciones de operación se tiene:

Conductor ACSR (mm2) 50 mm2.		
Separación a mitad de vano cuando:		
30,00	0,11	0,196
40,00	0,19	0,236
70,00	0,30	0,277
80,00	0,76	0,397

DISTANCIA DE SEGURIDAD EN CUALQUIER DIRECCION

Desde conductores de línea hacia los soportes y hacia los conductores verticales o laterales, alambre de suspensión o retenida unidos al mismo soporte.

Desde líneas de suministro mayor de 11 KV a 50 KV, a conductores verticales y laterales del mismo circuito (mm): $100 + 6.67 \times \text{KV exceso } 11 \text{ KV}$

a = 100.00 mm

Desde líneas de suministro mayor de 11 KV a 50 KV, a conductores verticales y laterales de otros circuitos (mm): $150 + 10 \times \text{KV exceso } 11 \text{ KV}$

a = 150.00 mm

SEPARACION A VIAS DE COMUNICACIÓN

Se prohíbe la instalación de postes de redes primarias en las zonas de influencia de las carreteras, a distancia inferiores a las que a continuación se indican, medidas horizontalmente desde el eje de la calzada y perpendicularmente a esta:

- En arterias de tráfico interprovincial : 20 m.
- En arterias vecinales de poco tráfico : 15 m.

CÁLCULO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Cálculo Del Conductor De Conexión A La Puesta A Tierra

De acuerdo a la regla 033.C del CNE Suministro, el conductor de puesta a tierra con un electrodo o conjunto de electrodos con un solo punto de puesta a tierra, la capacidad continua de corriente de los conductores de puesta a tierra no será inferior a la corriente de plena carga del transformador de suministro.

Según 4.4.1, la corriente nominal a plena carga del transformador de suministro es:

$$I_d = 25.07 \text{ Amp. (22.9 kV)}$$

Los conductores de puesta a tierra tendrán corrientes iguales o superiores que la corriente del transformador. De acuerdo al catálogo el conductor que cumple estas características es el conductor de cobre, temple blando, desnudo, de 35, cuya capacidad de corriente, instalado, es de 229 Amperios.

3.23.1. Puesta A Tierra Utilizando Varillas

Considerando electrodos verticales a nivel del suelo se tiene del manual IEEE "Recommended practice for grounding of industrial and comercial power systems", por ser el terreno de fácil penetración y del tipo TURBA HUMEDA, con una resistividad de 100 Ω -m, la resistencia del pozo de tierra utilizando

varilla de cobre de 5/8" ϕ (16 mm. diámetro) x 2.4 m. de longitud, la resistencia teórica correspondiente se considera:

$$R = \frac{\rho}{2\pi L d} (\ln \frac{4L}{d} - 1)$$

Dónde:

ρ = Resistividad específica del terreno : 100 ohm – metro

L = Longitud de la varrilla de cobre : 2,40 mts.

d = diámetro de la varrilla de cobre : 0,01905 mt

Ln = Logaritmo natural

Reemplazando valores se tiene:

$$R = \frac{100}{2 \times 3.1416 \times 2.4 \times 0.01905} (\ln \frac{4 \times 2.4}{0.01905} - 1) = 35.87 \text{ Ohm}$$

Siendo necesario obtener los 25 Ω , el terreno de alta resistividad se reducirá parcialmente realizando el zarandeo de la tierra, desechando las piedras contenidas y ejecutando el tratamiento con sales higroscópicas (bentonita + sal mineral), logrando reducir aproximadamente, según experiencias en 40% de la resistividad del terreno o sea a 60 Ω -m, luego el valor final es:

$$R = \frac{40}{2 \times 3.1416 \times 2.4 \times 0.01905} (\ln \frac{4 \times 2.4}{0.01905} - 1) = 13.85 \text{ Ohm}$$

$$R = 13.85 \text{ Ohm} < 25 \text{ Ohm}$$

Este valor es menor a 25 Ohm y cumple lo recomendado por el CNE para puestas a tierra en media tensión.

Para los pozos de tierra del sistema de baja tensión en la subestaciones, se garantizarán una resistencia menor a los 10 ohm.

3.22. CONCLUSIONES DE RESULTADOS DE CÁLCULOS:

TABLA DE RESULTADOS DE CALCULOS ELECTRICOS	
ITEM	VALORES
Máxima Demanda Actual	50.00 kW
Nivel de Tensión	22.9 kV
Potencia de Diseño	75 Kva
Postes de Concreto Armado	13/600/180/375
Aisladores	Poliméricos 27 kV, Híbridos PIN 15 kV
Conductores Aéreo ACSR	3-1x50 mm ²
Fusibles: Medición PMI	6 A
Conductor Tablero General de Baja Tensión	Cable de 1.0kV Tipo NYY 3-1x70 mm ² entre fases
Trafomix	22.9/0.22 kV, relación 10/5 3x20VA, 3x15VA, CP 0.2S, 60Hz
Corriente Nominal	1.89A
Transformación	Transformador Trifásico de 75 kVA, 22,900/400-230 Voltios, 60 Hz
Compartimiento de BT	Interruptor Termo magnético 3x150 A, 480V/35kA,

4.0. RESULTADOS

4.1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES Y EQUIPO

4.2. CONDICIONES GENERALES PARA EL SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MATERIALES

4.2.1. Generalidades:

Las presentes condiciones generales fijan las características y condiciones a las que deben sujetarse el diseño y fabricación de los materiales y equipos electromecánicos que se suministrarán en el marco del presente proyecto.

4.2.2. CONDICIONES TECNICAS.

a) Condiciones ambientales de servicio:

Todos los materiales y equipos a ser utilizado en el presente se instalarán en zonas con las siguientes condiciones ambientales:

- Altitud sobre el nivel del mar : < 1000 m
- Humedad relativa : 10 - 70 %
- Temperatura ambiental : 15 - 45° C
- Precipitación pluvial : moderada entre enero y abril
- Contaminación ambiental : severa

b) Condiciones de Operación del Sistema:

Las características de operación del sistema son las siguientes:

- Nivel de tensión : 22.9 kV.
- Frecuencia de servicio : 60Hz.

4.2.3. Alcances:

El suministro incluye el diseño, fabricación, pruebas y embalaje para transporte hasta la zona del proyecto, del equipo y materiales descritos en las presentes especificaciones, debiendo las características técnicas ofertadas ser iguales o mejores que las indicadas en el presente expediente.

Las pruebas de postes, cables y conductores eléctricos, transformador y tablero de distribución, y de cualquier otro equipo o material que la supervisión lo estime conveniente, previa la comunicación del caso, se ejecutarán con la participación de representantes de la concesionaria.

4.2.4. Diseño y Normas Aplicables:

El diseño de los materiales, la fabricación y las pruebas en fábrica deberán ser ejecutados de acuerdo a las últimas revisiones de las siguientes Normas:

Normas Técnicas Peruanas (NTP) del Instituto de Defensa de competencia y protección de la propiedad intelectual (INDECOPI); Comisión Electrotecnia Internacional (CEI); Organización Internacional para Normalización (ISO).

Adicionalmente, se podrá considerar las prescripciones de las siguientes normas: American National Standard Institute (ANSI), American Society for Testing and Material (ASTM).

POSTES Y ACCESORIOS DE CONCRETO

Postes:

Los postes son de concreto armado centrifugado y de forma tronco cónico, con acabado exterior, libre de porosidad; cuyo acabado externo deberá ser completamente homogéneo y libre de porosidad y fisuras.

Deberán tener como protección la aplicación del sellador de concreto Cristaflex u otra marca a cargo del proveedor, así mismo para evitar los ataques de la humedad, los hongos, los ácidos, ambiente salitroso y/o agentes externos, se deberá proteger con sellador en la zona de la base, hasta una altura de 3.00 m.

Los postes serán instalados en un sistema eléctrico cuyas características ambientales son las siguientes:

- Altitud sobre el nivel del mar : < 1000 m
- Humedad relativa : 10 - 70 %
- Temperatura ambiental : 15 - 45° C
- Precipitación pluvial : moderada entre enero y abril
- Contaminación ambiental : severa
- Nivel de Tensión : 22.9 Kv

Norma a Cumplir: El suministro cumplirá con la última versión de las normas; **NTP 339.027** Postes de hormigón (Concreto) armado para líneas aéreas.

Los postes utilizados tienen las siguientes características técnicas:

POSTES DE CONCRETO ARMADO CENTRIFUGADO

Longitud (m.)	Carga de Trabajo (N)	Coefficiente de Seguridad	Diámetro en la Punta (mm)	Diámetro en la Base (mm)
13.00	400.00	2.00	165.00	360.00
13.00	600.00	2.00	165.00	360.00

Los postes llevarán impresa con caracteres legibles e indelebles y en un lugar visible, cuando estén instalados, la información siguiente:

- Marca o Nombre de la Fabrica
- Designación del poste: l/ c/ d/ D: donde:
 - l = longitud en m.
 - c = Carga de Trabajo en N con coeficiente de seguridad 2
 - d = Diámetro en la cima en mm.
 - D = Diámetro en la base en mm.
- Planilla y/o Ficha técnica de Fabricación

Ítem	Descripción	Unidad	Requerido
1	Fabricante		
2	Longitud total	m.	13
3	Carga de trabajo	Kg.	400-600
4	Diámetro de la Punta	mm	165
5	Diámetro en la base	mm	360
6	Esfuerzo mínimo a la compresión	Kg/cm ²	280
7	Conicidad	Mm/m	15
8	Flecha máxima a carga	mm	672

	nominal		
9	Deformación permanente	mm	33.6
10	Empotramiento para prueba	mm	1600
11	Tipo de cemento		MS
12	Relación agua - cemento		0.5
13	Curado		7 días
14	Varillas		Continuas sin empalme
15	Aditivo inhibidor de corrosión		NTP 334.088 tipo C
16	Peso total	Kg.	1580/1600
17	Placas de puesta a tierra		No
18	Agujeros pasantes		Si
19	Acabado		Superficie limpia, fina, sin resane y fisuras
20	Normas de fabricación		NPT 339.027
21	Adjuntar		Diseño y Croquis Estructural
22	Rotulado, marca, designación, fecha		Si
23	Coefficiente de seguridad		2
24	Garantía de fabrica	años	10

ACCESORIOS DE CONCRETO.

PALOMILLA DE CONCRETO ARMADO.

Los travesaños serán de concreto armado vibrado con pretensado parcial,

superficie lisa y de color cemento y se instalara en la estructura de seccionamiento para soportar seccionadores fusibles, fabricados de una sola pieza y tendrán una longitud de 1.50 m.

Normas a Cumplir:

El suministro deberá cumplir en donde sea aplicable con la última versión de la norma **NTP 339.027**; Postes de hormigón (concreto) armado para líneas aéreas y NTP 341.031: Especificaciones normalizadas de barra de acero con resaltes y lisas para hormigón (concreto) armado 2^a.ed.

Condiciones técnicas:

Las palomillas se instalarán en el sistema eléctrico a suministrar, cuyas características ambientales y de operación son las siguientes:

- Altitud sobre el nivel del mar : < 1000 m
- Humedad relativa : 10 - 70 %
- Temperatura ambiental : 15 - 45° C
- Precipitación pluvial : moderada entre enero y abril
- Contaminación ambiental : severa
- Nivel de Tensión : 22.9 Kv

Designación:

La palomilla se designará de la siguiente manera:

Palomilla de C.A. 1.50/150

1.50 : Longitud Nominal (Ln) 1.50 m.

150 : Carga de trabajo vertical (V) 150 kg.

Cargas de Trabajo y Rotura:

Trabajo:

Designación	Longitud Nominal (m.)	Carga de Trabajo (kg)
Palomilla de C.A. 1.50/150	1.50	150

V Carga de trabajo Vertical.

Rotura:

Designación	Longitud Nominal (m.)	Carga de Rotura Nominal Mínima (kg)
Palomilla de C.A. 1.10/150	1.50	150

Rotulado:

Sera en bajo relieve y pintado con tinta indeleble de color negro, de acuerdo a lo indicado en los planos adjuntos, con la nomenclatura siguiente:

MF : Marca del Fabricante

XY : Año de Fabricación

Ln : Longitud Nominal

V : Carga de trabajo Vertical.

MEDIA LOZA DE CONCRETO ARMADO.

Serán de concreto armado vibrado con pretensado parcial, superficie lisa y de color cemento y se instalara en la subestación aérea para soportar el transformador de distribución, fabricados de una sola pieza y tendrán una longitud de 1.30 m para soporte del TRAFOMIX.

Normas a Cumplir:

El suministro deberá cumplir en donde sea aplicable con la última versión de la norma **NTP 339.027**; Postes de concreto armado para líneas aéreas y **NTP 341.031**: Especificaciones normalizadas de barra de acero con resaltes y lisas para hormigón (concreto) armado 2^a.ed.

Condiciones técnicas:

Las medias lozas se instalarán en el sistema eléctrico a instalar., cuyas características ambientales y de operación son las siguientes:

- Altitud sobre el nivel del mar : < 1000 m
- Humedad relativa : 10 - 70 %
- Temperatura ambiental : 15 - 45° C
- Precipitación pluvial : moderada entre enero y abril
- Contaminación ambiental : severa
- Nivel de Tensión : 22.9 Kv

Designación:

Una media loza se designará de la siguiente manera:

Media Loza de C.A. 1.30/750

- 1.30 : Longitud Nominal (Ln) 1.30 m.

- 750 : Carga de trabajo vertical (V) 750 kg.

Cargas de Trabajo y Rotura:

Trabajo:

Designación	Longitud Nominal (m.)	Carga de Trabajo (kg)
Media Loza de C.A. 1.30/750	1.30	750

V Carga de trabajo Vertical.

Rotura:

Designación	Longitud Nominal (m.)	Carga de Rotura Nominal Mínima (kg)
Media Loza de C.A. 1.30/750	1.30	2250
Media Loza de C.A. 1.10/750	1.10	2250

Rotulado:

Sera en bajo relieve y pintado y pintado con tinta indeleble de color negro, de acuerdo a lo indicado en los planos adjuntos, con la nomenclatura siguiente:

MF : Marca del Fabricante

XY : Año de Fabricación

Ln : Longitud Nominal

V : Carga de trabajo Vertical

ACCESORIOS METÁLICOS PARA POSTE: FERRETERÍA

Normas a Cumplir:

El suministro cumplirá con la última versión de las siguientes normas:

Acero:

SAE AMS 5046 : Society of automotive engineers Standard for Carbon Steel, sheet, strip, and plate (SAE 1020 and SAE 1025) annealed.

Galvanizado:

ASTM A153/A 153M : Standard Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware

Perno Ojo:

ANSI C135.4 : American National Standard for zinc-coated ferrous eyebolts and nuts for overhead line construction

Arandelas:

ASTM 436M : Standard Specification for Hardened Steel Washers (Metric)

Pernos Maquinados:

IEEE C135.1 : American National Standard for zinc-coated steel bolts and nuts for overhead line construction.

Perno Ojo:

Serán de acero forjado con una sola pieza galvanizado en caliente, con punta cónica y el otro en curva cerrada soldada.

Características:

Diámetro (D) Pulg (mm)	Longitud (L) Pulg (mm)	Roscado (R) mm	Carga Rotura Mínima (kN)
5/8 (16)	10 (254)	152	55

Arandela Cuadrada Plana y Curvada:

Serán de plancha de acero galvanizado, tendrán las características siguientes:

Arandela Cuadrada	Lado (L) Pulg(mm)	Espesor(E) Pulg (mm)	Diámetro Hueco (øD) Pulg (mm)	Carga Rotura Nominal a Esfuerzo Cortante (kN)
Plana	2 ¼ (57)	3/16 (5)	11/16 (18)	41
Curvada	2 ¼ (57)	3/16 (5)	11/16 (18)	41

Perno Maquinados:

Serán de acero forjado con una sola pieza galvanizado en caliente, con punta cónica y el otro en curva cerrada soldada.

PERNO MAQUINADO CON TUERCAS Y CONTRATUERCA

ÍTEM	CARACTERÍSTICAS	UNID.	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
1	PERNO MAQUINADO CON TUERCA Y CONTRATUERCA			
1.1	País de procedencia			
1.2	Fabricante			
1.3	Norma de fabricación y pruebas		IEEE 135.1	
1.4	Clase de galvanizado		ASTM A153/A153M TIPO C	
1.5	Material de fabricación		Acero forjado SAE 1020	
	Norma del acero		SAE AMS5046	
1.6	Espesor mínimo del galvanizado	um	100	
1.7	Tipo de tuercas		Cuadradas	
1.8	Tipo de contratuercas		Cuadradas de doble concavidad	
1.9	Forma de la cabeza del perno		Cuadrada	
1.10	Dimensiones		Ver tabla y diseño adjunto	

TABLA DE DIMENSIONES DE PERNOS MAQUINADOS

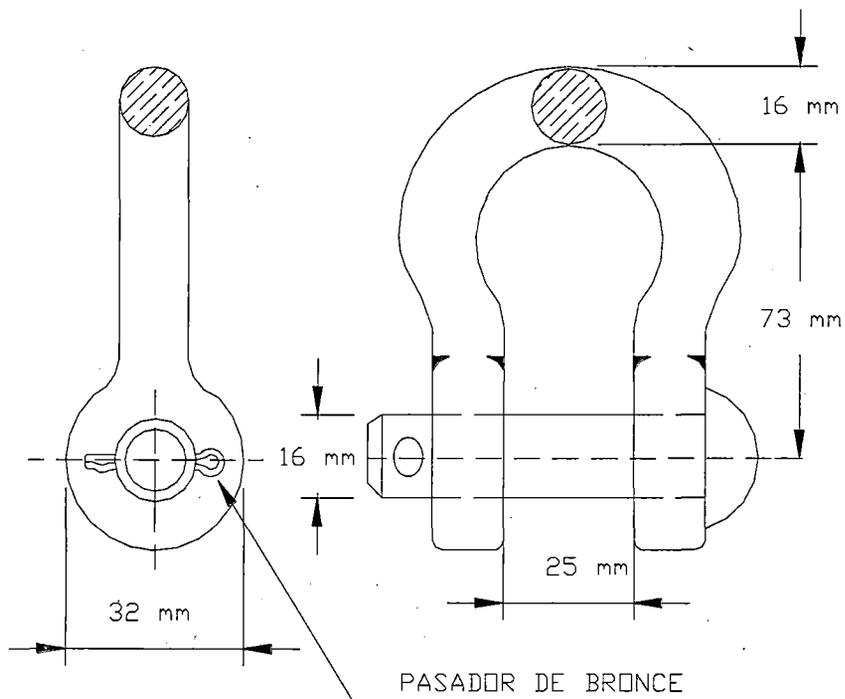
Diámetro(ØD)	Longitud (L)	Roscado (R)	Carga Rotura
pulg (mm)	Pulg (mm)	(mm)	Minima (kN)
3/8 (10)	2 (51)	51	27
3/8 (10)	2 ½ (64)	64	27
3/8 (10)	4 (102)	76	27
5/8 (16)	8 (203)	102	55
5/8 (16)	10 (254)	152	55
5/8 (16)	12 (305)	152	55
5/8 (16)	14 (356)	152	55
3/4 (19)	8 (203)	102	77
3/4 (19)	10 (254)	152	77
3/4 (19)	12 (305)	152	77
3/4 (19)	14 (356)	152	77
3/4 (19)	16 (406)	152	77
3/4 (19)	20 (508)	152	77
3/4 (19)	22 (559)	152	77

Grillete:

Serán de acero forjado con una sola pieza galvanizado en caliente

TABLA DE DATOS TÉCNICOS DE ACCESORIOS PARA AISLADORES

ÍTEM	CARACTERÍSTICAS	UNID.	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
6	GRILLETE			
6.1	País de procedencia			
6.2	Fabricante			
6.3	Norma de fabricación		UNE 21-158-90	
6.4	Clase de galvanizado		ASTM A153/A153 M TIPO C	
6.5	Material de fabricación		Acero forjado	
6.6	Espesor mínimo del galvanizado	□m	100	
6.7	Carga de rotura mínima	kN	75	



AISLADORES POLIMERICOS TIPO PIN.

Deberá ser resistente a la radiación UV, contaminación, erosión y que pueda recuperar su hidrofobicidad en corto tiempo, libre de mantenimiento. Soportara y aislara líneas aéreas hasta 25 kV.

Se suministrara con soporte pin, tuercas y arandela de A°G°, con un espesor mínimo de 150 micras de Zinc, y la base estará protegida contra corrosión.

Los aisladores que se utilizaran, tipo PIN, deben cumplir con las especificaciones técnicas mínimas en cuanto a materia prima, diseño, fabricación, pruebas, transporte y operación, para lo cual deberán cumplir las normatividad siguiente:

Normas a Cumplir:

El suministro cumplirá con la última versión de las siguientes normas:

IEC 61109 : Composite insulators for a.c. overhead lines with a nominal voltage greater than 1000 V – Definition, test methods and acceptance criteria

ASTM D 624 : Standard test method for tear strength of conventional vulcanized rubber and thermoplastic elastomers

DIN 53504 : Determination of tensile stress/strain properties of rubber

IEC 60587 : Test methods for evaluating resistance to tracking and erosion of electrical insulating material used under severe ambient conditions.

ANSI C29.1 : Test methods for electric power insulators

ANSI C29.7 : Porcelain insulators - high voltage line – post type

ASTM G 154 : Standard practice for operating fluorescent light apparatus for
UV exposure of non-metallic materials

ASTM G 155 : Standard practice for operating xenon arc light apparatus for
exposure of non-metallic materials

ASTM A : Standard specification for zinc coating (hot-dip) on iron and steel
153/A 153 hardware

Condiciones Técnicas:

Condiciones Ambientales:

Los aisladores se instalarán en los sistemas eléctricos de la Empresa Distribuidora Norte, cuyas características ambientales son las siguientes:

- Temperatura ambiente : 10°C a 28 °C
- Humedad relativa : 10% a 95%
- Altura máxima : 1000 msnm

Condiciones de Operación del Sistema

Las características de operación del sistema son las siguientes:

- Nivel de tensión : 22.9 kV.
- Frecuencia del servicio : 60 Hz.

Características Técnicas:

Ítem	Características	Unidad	Valor Requerido
Características de Fabricación			
1	Material de Núcleo		Barra FRR
2	Material de Aislante		Goma Silicona
3	Material de Herrajes		Ao Go
4	Numero de Aletas	Und.	01
Propiedades Mecánicas			
5	Esfuerzo de Flexión Base de Acero Galv.	KN	12.5
6	Esfuerzo de Compresión	kN	8
7	Peso	Kg.	2.4
Propiedades Eléctricas			
8	Tensión Nominal	kV	15
9	Frecuencia Nominal	Hz	60
10	Tensión de Impulso Positivo	kV	155
11	Tensión de Impulso Negativo	kV	175
12	Flashover en Seco a 60 Hz.	kV	100
13	Flashover en Húmedo a 60 Hz.	kV	77
14	Nivel de radio influencia a 1.0 Mz.	uV	6 a 15 kV
15	Distancia de Arco	mm	190

16	Distancia de Línea de Fuga	mm	570
17	Nivel Tracking ASTM D 2303, IEC 60587	kV	6 @ 6 h
18	Clase de Contaminación IEC 815		IV

Pruebas			
	Prueba de Diseño		IEC 61109
	Prueba Tipo		IEC 61109
	Prueba de Muestreo		IEC 61109
	Prueba de Rutina		IEC 61109
	Pruebas de Resistencia a rayos UV		ASTM G154/G155
	Prueba de Envejecimiento		IEC 1109-C

AISLADORES POLIMERICOS TIPO SUSPENSION.

Los aisladores que se utilizaran, tipo Suspensión o anclaje, deben cumplir las especificaciones técnicas mínimas en cuanto a materia prima, diseño, fabricación, pruebas, transporte y operación, para lo cual deberán cumplir las normatividad siguiente:

Normas a Cumplir:

El suministro cumplirá con la última versión de las siguientes normas:

IEC 61109 : Composite insulators for a.c. overhead lines with nominal voltage Greater than 1000 V – Definition, test methods and acceptance Criteria

- ASTM D 624 : Standard test method for tear strength of convention vulcanized rubber and thermoplastic elastomers.
- DIN 53504 : Determination of tensile stress/strain properties of rubber.
- IEC 61466-1 : Composite string insulator units for overhead lines with a nominal Voltage greater than 1000 V-Part 1: Standard strength classes and end fitting.
- IEC 61466-2 : Composite string insulator units for overhead lines with a nominal voltage greater than 1000 V-Part 1: Dimensional and electrical characteristics.
- IEC 60383-2 : Insulators for overhead lines with a nominal voltage above 1000 V-
- Part 2 : Insulator string and insulator sets for a.c. systems – definitions, test methods and acceptance criteria.
- IEC 60815 : Guide for the selection of insulators in respect of polluted conditins.
- ASTM G 154 : Standard practice for operating fluorescent light apparatus for UV exposure of non-metallic materials
- ASTM G 155 : Standard practice for operating xenon arc light apparatus for exposure of non- metallic materials.
- ASTM A : Standard specification for zinc coating (hot-dip) on iron and steel

153/A 153M hardware

CONDICIONES TÉCNICAS:

Condiciones Ambientales:

Los aisladores se instalarán en el sistema eléctrico a suministrar, cuyas características ambientales son las siguientes:

- Temperatura ambiente : 10°C a 28 °C
- Humedad relativa : 10% a 95%
- Altura máxima : 1000 msnm

Condiciones de Operación del Sistema

Las características de operación del sistema son las siguientes:

- Nivel de tensión : 22.9 kV.
- Frecuencia del servicio : 60 Hz.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

Ítem	Características	Unidad	Valor Requerido
Características de Fabricación			
1	Material de Núcleo		Barra FRR
2	Material de Aislante		Goma Silicona
3	Material de Herrajes		Bronce Forjado
4	Numero de Aletas	Und.	9
Propiedades Mecánicas			
1	Esfuerzo de Tensión Máxima (SML)	Lb/KN	70
2	Esfuerzo de Tensión de Prueba (RTL)	Lb/KN	35

3	Esfuerzo de Torsión	N-m	60
4	Peso	Kg.	1.30
Propiedades Eléctricas			
5	Tensión Nominal	kV	36
6	Frecuencia Nominal	Hz	60
7	Tensión de Impulso Positivo	kV	187
8	Tensión de Impulso Negativo	kV	202
9	Flashover en Seco a 60 Hz.	kV	114
10	Flashover en Húmedo a 60 Hz.	kV	87
11	Nivel de radio influencia a 1.0 Mz.	uV	8 a 18 kV
12	Distancia de Arco	mm	240
13	Distancia de Línea de Fuga	mm	515
14	Nivel Tracking ASTM D 2303, IEC 60587	kV	6 @ 6 h
	Clase de Contaminación IEC 815		III
Pruebas			
	Prueba de Diseño		IEC 61109
	Prueba Tipo		IEC 61109
	Prueba de Muestreo		IEC 61109
	Prueba de Rutina		IEC 61109
	Pruebas de Resistencia a rayos UV		ASTM G154/G155
	Prueba de Envejecimiento		IEC 1109-C

ACCESORIOS PARA AISLADORES:

Los conductores se fijarán a los aisladores de suspensión o anclaje, así como en mediante grapa de suspensión y grapa de anclaje tipo pistola. Accesorios que

deben cumplir con las especificaciones técnicas mínimas, en cuanto a diseño, materia, fabricación; para ser instalados en líneas y redes primarias.

Normas:

El suministro cumplirá con la última versión de las siguientes normas:

- ASTMA153/A 153M : Standard Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware
- IEC 60120 : Dimensions of Ball and Socket Couplings of String Insulator Units
- ANSI C 135.22 : National Standard for Galvanized Ferrous Pole – Top Insulator Pins with Leads Threads for Overhead line Construction
- UNE 21-158 : Herrajes para Líneas Aéreas de Alta Tensión
- NTP ISO 2859-1 : Procedimientos de Muestreo para Inspección por Atributos.

Grapa de Anclaje tipo Pistola:

Sera del tipo conductor pasante, fabricado de aluminio, las dimensiones de la grapa serán adecuadas para instalar conductores de aleación de aluminio de las secciones que se requieren, estarán provistas, como mínimo, de tres (03) pernos de ajuste.

Características:

Sección y Diámetro Conductor mm ² - mm	A mínima (mm)	D mínima (mm)	Resistencia a la tracción mínima (kN)
16 - 90	17.5	16	45

CONDUCTORES.

Los conductores a ser suministrados e instalados en las redes del proyecto deberán cumplir con las siguientes especificaciones:

CONDUCTOR DE ALEACIÓN DE ALUMINIO CON ALMA DE ACERO ACSR:

El conductor de la línea, será desnudo, de aleación de aluminio reforzado con una alma de acero del tipo ACSR, fabricado con alambres de aleación de aluminio-magnesio – silicio, y con una alma de acero resistente a la corrosión cuya composición química de deberá estar de acuerdo con la norma ASTM B 398, estará compuesto de alambres de la cableados concéntricamente y de único alambre central con alma de acero, los alambres de la capa exterior serán cableados en el sentido de la mano derecha , las capas interiores se cablearán en sentido contrario entre sí, para la fabricación y embalaje deberán tomar las precauciones para evitar su contaminación por cobre u otro material que puedan causarle efectos adversos y se evitara que en cada bobina no haya empalmes de ningún tipo.

Para el presente proyecto emplearemos el Conductor ACSR 50 mm² de las condiciones y características.

Siguientes:

a) Características Técnicas:

Dimensiones:

Sección Nominal AL (mm ²)	: 50
Sección del alma de acero AC (mm ²)	: 7
Número de hilos AL	: 6
Número de hilos AC	: 1
Diámetro del hilo (mm)	: 3.26

Características Mecánicas:

Peso (kg/km)	: 202
Carga de rotura mínima (kg)	: 1856

Características Eléctricas:

Resistencia Eléctrica Máxima en cc a 20° C (Ohm/km)	: 0.5709
Resistencia Eléctrica Máxima en cc a 80° C (Ohm/km)	: 1.158
Capacidad de Corriente (A)	: 210

b) Normas a Cumplir:

El suministro debe cumplir en donde sea aplicable con la última versión de las normas:

Para Inspección y Pruebas:

IEC 1080 : Round wire concentric lay overhead electric stranded conductors

IEC 104 : Aluminum – Magnesium – Silicon alloy wire for overhead line conductors

Para Fabricación:

ASTM B398 : Aluminum Alloy 6201 – T81 wire for electrical purposes

ASTM B399 : Concentric – Lay – Stranded Aluminum Alloy 6201 – T81 Conductors

c) Pruebas:

Los conductores deberán cumplir con las pruebas de diseño, de conformidad de la calidad y de rutina de acuerdo a las normas consignadas en el punto de normas cumplir.

d) Embalaje y Rotulado:

El conductor será entregado en carretes metálicos, no retornables, de superficie robustez para soportar cualquier tipo de transporte y debidamente cerrado para proteger al conductor de cualquier daño, el largo total del conductor entregado no podrá ser más del 1% (en exceso o en defecto) respecto a lo solicitado en la orden de compra, el peso bruto máximo de cada carrete embalado no deberá exceder la 150 kg., los extremos del conductor de cada carretes deberán proteger mecánicamente contra posibles daños producto de la manipulación y del transporte, el extremo interior estará colocado dentro del carrete, el otro extremo se asegurara a la capa externa del conducto, previo al embobinado, el tambor del

carrete será cubierto con lamina de plástico o papel encerado, recubierto con una capa plástica que evite la corrosión.

En cada cara exterior se instalara una placa metálica u otro material que asegure una identificación indeleble, indicando lo siguiente:

- Nombre del Propietario
- Nombre del fabricante y año de fabricación
- Material, sección (mm²) y longitud del conductor
- Peso neto del conductor y peso bruto del carrete en kg.
- Flecha indicadora del sentido en que debe ser rodado el carrete
- Número de identificación del carrete.

Almacenaje y Recepción de Suministros:

Los suministros serán almacenados sobre un terreno compacto, a la intemperie, en ambiente medianamente salino y húmedo, previo a la entrega, el proveedor deberá remitir todos los certificados y reportes de prueba solicitadas, la recepción se efectuara con la participación de un representante del proveedor, quien dispondrá del personal y los equipos necesarios para la descarga, inspección física y verificación de la cantidad de elementos a ser recepcionada.

Conductor de Cobre Aislado Tipo NYY:

La finalidad del presente es establecer las especificaciones técnicas mínimas que deberán cumplir los conductores de cobre aislados tipo NYY, en cuanto a materia prima, diseño, fabricación, pruebas, transporte y operación.

Para la conexión del transformador al tablero de baja tensión se empleara cable de energía de conformación triple (Fases) y unipolar (Neutro) de temple recocido, forrados, tipo NYY, 1 kV, 80 °C, de secciones que se indican en el cuadro siguiente.

a) Normas a Cumplir:

El suministro cumplirá con las últimas versiones de las siguientes normas:

N.T.P. 370.042 : Conductores de cobre recocido para uso eléctrico

N.T.P. 370.050 : Cables de energía y control aislado con material extruido solido con Tensiones hasta Eo/E: 0.6/1 kV.

b) Características Técnicas:

Sección (mm ²)	N° Hilos	Espesores		Peso (kg/km)	Capacidad de Corriente (A)		
		Aislamiento (mm)	Cubierta (mm)		Enterrado	Aire	Ducto
3x1x70	19	1.4	1.6	2440	282	250	222

CONDUCTOR DE CU BAJADAS A LOS SECCIONADORES Y

TRANSFORMADOR:

El conductor para unir las bajas a los Cut Out y al transformador, será de cobre desnudo temple duro, cableado y recocido, de las siguientes características:

- Sección Nominal (mm²) : 35
- Numero de hilos : 7
- Diámetro Nominal del hilo (mm) : 2.52

- Diámetro Nominal exterior : 7.56
- Aislamiento : PVC
- Cubierta : PVC
- Peso aproximado (kg/km) : 316
- Resistencia Máxima a 20°C (W/km) : 0.534
- Tiro de Rotura (KN) : 13.60
- Coef. Térmico de resistencia a 20°C : 0.00524
- Coef. De Dilatación lineal 20°C : 19×10^{-6}
- Conductibilidad % (IACS) : 99.9
- Densidad a 20°C (Gr/cm³) : 8.89
- Resistividad a 20°C (Wmm²/km) : 17.241
- Módulo de Elasticidad (kg/mm²) : $(9-10.5) \times 10^3$
- Temple : Duro

ACCESORIOS DEL CONDUCTOR.

Conectores Tipo Cuña:

En general para los conectores o grapas, la máxima presión ejercida sobre el conductor no permitirá el deslizamiento del mismo hasta el 90% de la carga, no ocasionara deterioros en los hilos que forman el conductor.

Serán del tipo compresión con resistencia a la tracción no menor al 100 % de la carga de rotura del conductor.

La conductividad eléctrica y la capacidad de corriente del empalme realizado, no deben ser menores a los de la misma longitud de conductor.

Características:

- Material del cuerpo : Aluminio
- Ancho (mm) : 42
- Alto (mm) : 45
- Material del Perfil : Cobre Estañado
- Longitud (mm) : 26
- Ancho (mm) : 6
- Número de pernos : 2
- Diámetro de pernos (Pulg). : 1/4"
- Conductor Principal Aluminio
 - Sección mínima del conductor (mm²) : 35
 - Sección máxima del conductor (mm²) : 120
- Conductor secundario Cobre
 - Sección mínima del conductor (mm²) : 35
 - Sección máxima del conductor (mm²) : 70

Terminales de Compresión:

Para la unión del cable a los terminales de salida de los equipos y transformador, se usará conectores de cobre del tipo compresión, adecuados para una sección de 50 mm² y una capacidad de corriente mayor a 200 Amperios.

Cinta aislante vinílica:

Será de Poli cloruro de Vinilo – PVC de alta performance, la cual debe ser resistente a la abrasión, humedad, calor, frío, rayos ultravioletas, ácidos, agentes

químicos y corrosión, retardante a la llama, con Rigidez Dieléctrica superior a 560,000 V/m y temperatura de operación entre $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $80\text{ }^{\circ}\text{C}$, adecuada para usarse con este tipo de voltaje.

Será utilizado para aislar los empalmes de los conductores de la red de media tensión, así mismo los conductores de derivación. Viene en rollos de 38.1 mm x 32.9 m x 0.177 mm y serán similar a la cinta Scotch Super 33 de 3M.

Cinta Autofundente:

Cinta Scotch especial de soporte de EPR y Mastic de Goma Autofundente, contra ingreso de humedad. Se utilizará como aislamiento complementario a la Cinta Aislante Vinílica de alta performance y serán de 19mm x 9.1 m x 0.76 mm, similar a la Cinta Scotch 23 (Rubber Splicing Tape) de 3M. Temperatura de operación entre $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $130\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Cinta Band-it y Hebillas:

Para asegurarlos cables tipo NYY de bajada del transformador al tablero, se utilizara cinta metálica tipo band – it de 19 mm (3/4”) de ancho x 1.6 mm (1/16”) de espesor.

Para asegurar la cinta metálica se utilizara hebillas de AoGo que se aplica el ajuste con ensanchadora especial para tal fin.

SISTEMA DE PUESTA A TIERRA:

Las especificaciones técnicas se refieren al suministro, fabricación, pruebas y entrega de las varillas de puesta a tierra, conectores y planchitas de puesta a tierra y describen su calidad mínima aceptable.

Las subestaciones de distribución tendrán 2 puestas a tierra para los equipos de media y baja tensión respectivamente.

Los postes de la línea de media tensión tendrán su puesta a tierra tal como figura en el respectivo plano de detalle.

Normas a Cumplir:

El suministro cumplirá con la última versión de las siguientes normas:

CONDUCTOR:

- N.T.P. 370.042 : Conductores de cobre recocido para el uso eléctrico
- ASTM B38 : Standard specification for concentric-lay Stranded copper conductors, hard, medium-hard or soft
- NTP 370.043 : Conductores de cobre duro para uso electric
Punto 7: Inspección y Recepción
- ASTM B227 : Hard-Drawn Copper Clad Steel Wire
- ASTM B228 : Concentric – lay Stranded Copper.Clad Steel
Conductors Electrodo y conector
- UL-467 : Standard for grounding and bonding equipment
- NBR 13571 : Haste de aterramiento aco-cobre e accesorios
- NTP 370.056 : Electrodo de cobre para puesta a tierra

ELECTRODO Y CONECTOR:

- UL-467 : Standard for grounding and bonding equipment
- NBR 13571 : Haste de aterramiento aco-cobre e accesorios
- NTP 370.056 : Electrodo de cobre para puesta a tierra

ELEMENTOS QUÍMICOS:

- NTP 370.052 : Materiales que constituyen el pozo de puesta a tierra
- Punto 7 : Características técnicas de los materiales.
- CNE : Código nacional de Electricidad Suministro. Sección 3, Punto 036B: Sistemas de Puestos a Tierra en un Punto

CAJAS DE CONCRETO

- NTP 334.081 : Cajas portamedidor de agua potable y de registro de Desagüe

TAPA DE CONCRETO

- NTP 350.085 : Marco y tapa para caja de medidor de agua y para caja de desagüe
- NTP 350.002 : Malla de alambre de acero soldado para concreto armado.
- ISO 1083 : Spheroidal graphite cast iron – classification

ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA:

Será de tipo copperweld de 15.87 mm (5/8") de diámetro x 2.40 m. (8") de longitud.

CONECTOR CABLE DE TIERRA - VARILLA:

Serán de bronce o cobre, con aditamentos que permitan una sujeción adecuada entre el cable de puesta a tierra de 25 mm² y la varilla de cobre de 5/6" diámetro.

La conductibilidad eléctrica y la capacidad de corriente de la conexión no serán menor a los de la varilla, en la misma longitud.

PLANCHA DOBLADA DE COBRE:

Se utilizara para conectar el conductor de puesta a tierra con los accesorios metálicos de fijación de los aisladores, cuando se utiliza postes y crucetas de concreto, serán fabricados con plancha de cobre en forma de "J" de 3 mm de espesor y se aplicara al poste sujetando al conductor, irán provistos de un ojal para ingreso de perno de 3/5" de diámetro.

CONECTOR PARA CABLE DE PUESTA A TIERRA:

Sera de tipo Split – Bolt, fabricado en cobre de alta resistencia mecánica, tendrá un separador fabricado de bronce, estañado en alta conductividad eléctrica.

El suministro vendrá acompañado de un lote de un compuesto antioxido similar al Penetroxa.

CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA:

El conductor para unir las partes sin tensión eléctrica de las estructuras con tierra, será de cobre desnudo temple blando, cableado y recocado, de las siguientes características:

- Sección Nominal (mm²) : 25
- Numero de hilos : 7
- Diámetro Nominal del hilo (mm) : 2.52
- Diámetro Nominal exterior : 7.56
- Aislamiento : PVC
- Cubierta : PVC
- Peso aproximado (kg/km) : 316
- Resistencia Máxima a 20°C (W/km) : 0.534
- Tiro de Rotura (KN) : 13.60
- Coef. Térmico de resistencia a 20°C : 0.00524
- Coef. De Dilatación lineal 20°C : 19x10⁻⁶
- Conductibilidad % (IACS) : 99.9
- Densidad a 20°C (Gr/cm³) : 8.89
- Resistividad a 20°C (Wmm²/km) : 17.241
- Módulo de Elasticidad (kg/mm²) : (9-10.5)x10³
- Temple : Blando

TRATAMIENTO DE POZA DE TIERRA:

La tierra para el enterrado tendrá el siguiente tratamiento por poza:

- Sal Común granulada (75 kg)
- Bentonita (60 kg)
- Tierra vegetal cernida en malla de ¼ "

CAJA DE REGISTRO DE PUESTA A TIERRA:

Se colocara una caja de concreto armado, de dimensiones de 395 mm ϕ exterior, con tapa de 340 mm ϕ , la cual protegerá el pozo a tierra, donde será marcado con el logotipo de puesta a tierra; se tendrá cuidado de colocar asa de F°G° para manipulación de la tapa.

Tubo de PVC:

Para la protección del conductor de puesta a tierra de Cobre de 35 mm², a la salida del poste de CA (en la base y zona de cimentación), se utilizara un tubo de PVC – SAP, de 1" ϕ x 2.5 m de longitud, el mismo que se fijará y empotrará en la referida zona, con el material de cimentación (concreto).

TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN.

El presente establece las especificaciones técnicas mínimas que deben cumplir los transformadores de distribución, en cuanto a materia prima, diseño, fabricación, pruebas, transporte y operación, que se utilizaran en la Empresa Concesionaria de Energía Eléctrica.

Norma a Cumplir:

El suministro cumplirá con las últimas versiones de las siguientes normas:

NTP 370.002 : Transformadores de Potencia

IEC 60076 : Power Transformes

ASTM B 187 : Standard specification for copper bar, bus, bar, rod, an shapes.

- IEC 60137 : Aisladores pasantes para tensiones alternas superiores a 1000 V.
- IEC 60354 : Loading guide for oil-immersed power transformers
- IEC 60296 : Specification for unused mineral insulating oils for transformers and switchgear
- IEC 60156 : Líquidos aislantes. Determinación de la tensión de ruptura dieléctrica a frecuencia Industrial Método de Ensayo.

CONDICIONES TÉCNICAS:

CONDICIONES AMBIENTALES DE SERVICIO:

Los transformadores se instalarán en los sistemas eléctricos de la Empresa Distribuidora, cuyas características ambientales son las siguientes:

- Altitud sobre el nivel del mar : < 1000 m
- Humedad relativa : 10 - 70 %
- Temperatura ambiental : 15 - 45° C
- Precipitación pluvial : moderada entre enero y abril
- Contaminación ambiental : severa
- Nivel de Tensión : 22.9 Kv

CONDICIONES DE OPERACIÓN:

Las características de operación del sistema son las siguientes:

- Nivel de Tensión : 22.9 kV.
- Frecuencia de Servicio : 60 Hz.

Condiciones para la Entrega:

- **Embalaje**, cada transformador será embalado en una jaba de madera resistente, apropiada para transporte con montacargas y asegurada mediante correas de bandas de acero inoxidable
- **Rotulado**, cada jaba deberá tener impresa la información, nombre de la Empresa de Distribución, nombre de fabricante, destino, vía de transporte, dimensiones, potencia y relación del transformador, peso neto y bruto.
- **Placa**; sobre la superficie del tanque se colocara placa con la información siguiente:
 - Nombre de la Empresa Distribuidora
 - Potencia Nominal
 - Numero de fases
 - Frecuencia
 - Tensiones
 - Conexión
 - Método de Enfriamiento
 - Nivel de aislamiento
 - Tensión de CC en % a 75°C y temperatura ambiente
 - Peso de Aceite
 - Peso de parte Activa
 - Altura de Trabajo m.s.n.m
 - Año de fabricación y número de serie de la unidad

- Diagrama de conexiones interiores
- Identificación de las fases
- **Garantía**, Obligatoriamente de reposición de algún suministro por fallas atribuibles al proveedor, será de 2 (dos) años como mínimo, contados a partir de la fecha de entrega en almacenes.
- **Pintura**, el transformador requiere de un pintado especial, ya que se instalara en zona de alta corrosión, por lo que debe considerarse:
 - Una capa de pintura anticorrosiva epoxica de por lo menos 1.5 mils de espesor seco (40 micrones)
 - Dos capas de pintura esmalte epoxica de por lo menos 2.5 mils (65 micrones) de espesor seco, cada capa
 - Dos capas de pintura en base poliuretano de por lo menos 1.0 mils (25 micrones) de espesor seco, cada capa y de color gris RAL 3035
- **Núcleo**, Se fabricara con láminas de acero silicio de grano orientado de alto grado de magnetización, baja perdida por histéresis y de alta permeabilidad. Cada lámina deberá cubrirse con material aislante resistente al aceite caliente. El armazón que soporta al núcleo será una estructura reforzada que reúna la resistencia mecánica adecuada y no presente deformaciones permanentes en ningún de sus partes.
- **Arrollamiento**, Se fabricaran con conductores de cobre aislado con papel de alta estabilidad térmica y resistencia al envejecimiento, las

bobinas y el núcleo serán ensamblados para secar en vacío e inmediatamente impregnarse de aceite dieléctrico, las conexiones a los pasatapas serán protegidos por tubos – guías sujetadas rígidamente para evitar daños por vibraciones.

- **Tanque**, Sera construido de chapas de acero de bajo porcentaje de carbón y alta graduación comercial, las bridas, juntas, argollas de montaje; serán fijadas al tanque mediante soldadura, estará provisto de ganchos para el izaje, adecuados para levantar, estarán provistos de una válvula para vaciado y toma de muestras de aceite, purga de gases, conmutador.

PRUEBAS:

- **Pruebas de Rutina**, son las siguientes:
 - Medición de la resistencia eléctrica de los arrollamientos
 - Medición de la relación de transformador y polaridad
 - Medición de impedancia de cortocircuito y de las perdidas bajo carga
 - Medición de pérdidas en vacío y de corriente de excitación
 - Prueba de tensión aplicada
 - Prueba de tensión inducida
 - Prueba de rigidez dieléctrica del aceite
 - Prueba de nivel de ruido en decibelios
- **Pruebas Tipo:**
 - Pruebas de calentamiento

- Prueba de impulso a la onda completa 1,2/50 s.

DATOS TÉCNICOS DEL TRANSFORMADOR:

Potencia	kVA	75
Altura de Instalación	m.s.n.m.	0 - 1000
Lugar de Instalación		Costa

Ítem	Características	Unid.	Valor Requerido
1.0	Generales		
1.1	Norma		NTP 370.002, IEC 60076
1.2	Tipo		Trifásico
1.3	Potencia	kVA	75
1.4	Frecuencia Nominal	Hz	60
1.5	Primario	kV	22.9± 2x2.5 %
1.6	Secundario	kV	0.40-0.23
1.7	Bornes Primario		3
1.8	Bornes Secundario		6
1.9	Taps en Primario		5
1.10	Montaje		Exterior
1.11	Enfriamiento		ONAN
2.0	Aislamiento Primario		
2.1	Tensión Máxima	kV	24
2.2	Tensión sostenimiento Impulso 1.2/50 Us	kVp	125
2.3	Tensión sostenimiento Frecuencia Industrial	kV	50
3.0	Aislamiento Secundario		

3.1	Tensión Máxima	kV	1.1
3.2	Tensión sostenimiento Impulso 1.2/50 Us	kVp	
3.3	Tensión sostenimiento Frecuencia Industrial	kV	3
4	Grupo Conexión		Dyn5 o Dd6
5	Tensión Corto Circuito 75°C	%	4
6.0	Perdidas		
6.1	En vacío Tensión y Frecuencia Nominal	kW	Según Potencia
6.2	En corto circuito 75°C Cu	kW	Según Potencia
6.3	Total	kW	Según Potencia

SISTEMA DE SECCIONAMIENTO Y PROTECCION.

Para el sistema de seccionamiento y protección, para el lado primario 22.9 kV, será utilizara, equipos tipo CUT-OUT con fusible tipo "K" y para el secundario, interruptores Termo magnéticos.

Seccionadores-Fusibles tipo Cut Out:

En el presente se establece las especificaciones técnicas mínimas que deben cumplir el seccionador fusible tipo expulsión, en cuanto a diseño, materia prima, fabricación, transporte y operación, que se utilizaran en la concesión de la Empresa de Distribución Eléctrica.

Serán unipolares del tipo CUT-OUT, para montaje a la intemperie, el cuerpo aislador será de porcelana vidriada. La posición cerrada de los seccionadores estará asegurada mediante un dispositivo flexible tipo resorte que haga las funciones de enclavamiento mecánico.

El conjunto será suficientemente confiable a prueba de aberturas accidentales.

El conjunto permitirá ser operado por pértiga como seccionador y como elemento fusible.

Poseerán dispositivos de indicación visual que muestren claramente cuando un fusible ha operado.

Las grampas terminales de los seccionadores fusibles a emplearse en la protección de transformadores permitirá fijar, ajustados mediante pernos, conductores cableados calibre 35 mm².

Mecánicamente sus aisladores serán capaces de soportar una fuerza en voladizo superior a los 300 Kg.

Vendrán provistos de abrazaderas empernadas para su montaje en cruceta de madera y/o concreto vibrado.

a) Normas a Cumplir:

El suministro cumplirá con la última versión de las siguientes normas:

ANSI C37.40 : Standard Service Conditions and Definitions for High Voltage Fuses, Distribution Enclosed – Pole Air Switches, Fuse Disconnecting Switches & Accessories.

ANSI C37.41 : Design for High – Voltage Fuses, Distribution Enclosed Single – Pole Air Switches, Fuse

Disconnecting Switches, and Accessories (includes supplements).

ANSI C37.42 : Switchgear – Distribution Cutouts and Fuse Links – Specifications

b) Condiciones Técnicas:

El seccionador fusible tipo expulsión se instalaran en los sistemas eléctricos de las Empresas de Distribución, cuyas características ambientales son las siguientes:

- Altitud sobre el nivel del mar : < 1000 m
- Humedad relativa : 10 - 70 %
- Temperatura ambiental : 15 - 45° C
- Precipitación pluvial : moderada entre enero y abril
- Contaminación ambiental : severa
- Nivel de Tensión : 22.9 Kv
- Frecuencia de Servicio : 60 Hz.

c) Datos Técnicos Seccionador Fusible Tipo Expulsión:

Ítem	Características	Unidad	Valor Requerido
1	Seccionador		
1.1	Norma		ANSI C37- 40/41/42
1.2	Corriente Nominal	A	100
1.3	Tensión Nominal	kV	27
1.4	Corriente de Cortocircuito Simétrica	kA	5
1.5	Corriente de Cortocircuito	kA	12

	Asimétrica		
1.6	Tensión de Impulso Negativo	kV	175
1.7	Tensión de Impulso Positivo BIL	kV	150
1.8	Flashover en Seco a 60 Hz	kV	70
1.9	Flashover en Húmedo a 60 Hz	kV	60
1.10	Material Aislante		Porcelana
1.11	Línea de Fuga	mm	500
1.12	Materiales de Contacto		Cobre Electrolítico Plateado
2	Accesorios		
2.1	Fusible		
	Norma		ANSI C37- 40/41/42
	Tipo		K
	Corriente Nominal	A	Selección
2.2	Tubo porta fusible		
	Norma		ANSI C37- 40/41/42
	Tensión Nominal	kV	38
	Corriente de cortocircuito Simétrica	kA	12
2.3	Accesorios de fijación		
	Tipo de Fijación		B
	Material		Acero
	Norma		ASTM A 575
	Norma de Galvanizado		ASTM A 153
	Espesor galvanizado	Gr/cm2	600

d) Fusible Expulsión Tipo “K” ANSI:

Portará elementos fusibles ANSI tipo K, dimensionados eléctricamente en función de la potencia del transformador, que protegen en conformidad con la curva respectiva.

Se preverán pértigas adecuadas para operar los fusibles suministrados. Serán construidas de madera recubierta con maplac, de epoxiglas, plástico laminado u otro material resistente a la humedad a prueba de condensación interior capaz de soportar por cinco minutos una tensión de 75 kV. Por pie de longitud.

SISTEMA DE MEDICION

Transformador Mixto de Medición:

El presente ítem establece las especificaciones técnicas mínimas que deben cumplir los transformadores mixtos de medición en cuanto a diseño, materia prima, fabricación, pruebas, transporte y operación, que se utilizaran en la concesión de las Empresas de Distribución Eléctrica.

a) Normas a cumplir:

El suministro cumplirá con la última versión de las siguientes normas:

IEC 60044-1 : Transformadores de medida. Parte1:
Transformadores de intensidad.

IEC 60044-2 : Transformadores de medida – Parte 2:
Transformadores de tensión inductivos.

- IEC 60137 : Aisladores pasantes para tensiones alternas superiores a 1000 V.
- IEC 60354 : Loading guide for oil-inmersed power transformers.
- IEC 60296 : Specification for unused mineral insulating oils for transformers and switchgear.
- IEC 60156 : Líquidos aislantes. Determinación de la tensión de ruptura dieléctrica a frecuencia industrial. Método de ensayo.
- ASTM D 624 : Standard test method for tear strength of conventional vulcanized Rubber and thermoplastic elastomers.
- DIN 53504 : Determination of tensile stress/strain properties of Rubber.
- IEC 60587 : Test methods for evaluating resistance to tracking and erosion of Electrical insulating materials used under severe ambient conditions.
- ASTM G 154 : Standard practice for operating fluorescent light apparatus for UV exposure of onmetallic materials.

ASTM G 155 : Standard practice for operating xenón arc light apparatus for exposure of non-Metallic materials.

b) Condiciones Técnicas:

Condiciones ambientales de servicio.

Los transformadores mixtos de medición se instalaran en los sistemas eléctricos de las Empresas de Distribución, cuyas características ambientales son las siguientes.

- Altitud sobre el nivel del mar : < 1000 m
- Humedad relativa : 10 - 70 %
- Temperatura ambiente : 15 - 45° C
- Precipitación pluvial : enero y abril
- Contaminación ambiente I : severa
- Nivel de Tensión : 22.9 Kv
- Frecuencia de Servicio : 60 Hz.

c) Pruebas:

Todos los transformadores mixtos de medición que forman parte del suministro serán sometidos durante su fabricación a todas las pruebas, controles, inspecciones o verificaciones prescritas en las normas indicadas en el punto 2, con la finalidad de comprobar que los materiales y equipos satisfacen las exigencias, previsiones e intenciones del presente documento.

Dentro de los 30 días calendarios siguientes a la firma del contrato, el proveedor alcanzara al propietario la lista de pruebas, controles e inspecciones que deberán ser sometidos estos equipos.

- **Pruebas de rutina de materiales**

Serán realizadas según los procedimientos de la norma IEC 60044-1 e IEC 60044-2.

- **Costo de las pruebas**

Los costos de las pruebas, controles e inspecciones serán incluidos en la oferta.

- **Acceso a talleres y laboratorios**

El proveedor permitirá al propietario el acceso a sus talleres, laboratorios y le suministrara toda la información necesaria para efectuar las pruebas, inspecciones o verificaciones.

- **Convocatoria y presencia de los inspectores**

El proveedor comunicara por escrito al propietario con quince (15) días calendarios de anticipación, la fecha y el lugar de las inspecciones, verificaciones o pruebas. El propietario comunicara al proveedor, por lo menos con cinco (05) días calendarios de anticipación su intención de asistir o no a ellas.

a) Características técnicas de Transformador Mixto de Medición:

Según los datos proporcionados por la Unidad de Clientes Mayores de ENOSA, será un transformador mixto de 3 sistemas, será suministrado

por ENOSA y constará de 3 transformadores de corriente y 3 transformadores de tensión, con potencia de bobinado de tensión 3x20A, 10000/220V, C.P 0.2, grupo de conexión estrella con neutro YynO, bobinado de corriente 3x15A, 10/5A, clase de precisión 0.2S, grupo de conexión IlyynO Estrella. Con refrigerante dieléctrico Envirottemp FR3, 06 aisladores de porcelana en MT, caja de conexiones en el lado de BT, borneras tipo RITZ, grado de protección de la tapa de conexiones IP-55, la polaridad deberá ser K-L en alto relieve y pintada con un color diferente al de la cuba.

TABLA DE DATOS TRANSFORMADOR MIXTO DE MEDICIÓN

Tensión de operación del sistema Kv	22.9 kv
Lugar de instalación Altura (m.s.n.m)	COSTA (0-1000)

ITEM	Características		Valor Requerido	Valor Garantizado
1	Características Generales			
1.1	País de procedencia	---	---	
1.2	Fabricante	---	---	
1.3	Cantidad	U	1	
1.4	Modelo	---	---	
1.5	Frecuencia	Hz	60	
1.6	Montaje	---	Exterior	
1.7	Conexión	---	Estrella con neutro aislado	
2	Transformadores de corriente			

2.1	Relación de transformación			
	Corrientes del primario	A	22.9	
	Corriente del secundario	A	5	
	Número de bobinas de corriente	—	3	
2.2	Potencia	VA	15	
2.3	Clase de Precisión	CI	0.2S	
3	Transformador de tensión			
3.1	Relación de transformación			
	Tensión nominal del devanado primario	KV	$22.9 / \sqrt{3}$	
	Tensión nominal del devanado secundario	KV	$0.22 / \sqrt{3}$	
	Número de bobinas de tensión	—	3	
3.2	Potencia	VA	20	
3.3	Clase de Precisión	CI	0.2	
4	Nivel de aislamiento interno y externo (aisladores pasatapas)			
4.1	Nivel de aislamiento primario			
	Tensión máxima de operación	KV	12	
	Tensión de onda de impulso 1.2 / 50 Us	KVp	75	
	Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial	KV	28	
4.2	Nivel de aislamiento secundario			
	Tensión máxima de operación	KV	1.10	
	Tensión de	KV	3	

	sostenimiento a frecuencia industrial			
5	Aceite			
5.1	Material	---	Mineral refinado	
5.2	Norma	---	IEC 60296, IEC 60156	
5.3	Rigidez dieléctrica	KV/2.5 mm	>50	
6	Aisladores pasatapas			
6.1	Material	---	Aislador de porcelana	
6.2	Norma	---	Según punto 2	
6.3	Línea de fuga (según Norma IEC Pub 60815)	mm/Kv	31	
6.4	Número de campanas de porcelana como mínimo	Und	3	
7	Accesorios			
7.1	Indicador de aceite	---	Si	
7.2	Resistencia antiferroresonante	---	Si	
7.3	Grifo de vaciado	---	Si	
7.4	Perno de puesta a tierra	---	Si	
7.5	Caja de bornes para baja tensión	---	Si	
7.6	Ganchos de suspensión	---	Si	
7.7	Placa de características	---	Si	
7.8	Abrazaderas para colgar en poste	---	Si	

DATOS PROPORCIONADOS POR UCM-ENOSA

Medidor Electrónico

a) La características:

El medidor electrónico que deberá adquirirse será suministrado por ENOSA y deben contar con registro de magnitudes de energía activa total, energía activa horas punta, energía activa horas fuera de punta, energía reactiva, potencia en horas punta, potencia en horas fuera de punta, perfil de carga de potencias activa y reactiva, certificado de garantía, tipo A3RALN, cuatro (04) hilos, tensión 120-480 Voltios, 60 Hz, Clase 0.2

DATOS TECNICOS GARANTIZADOS MEDIDOR POLIFASICO ELECTRONICO (UCM ENOSA)

KIT DE MEDICION

- | | | |
|-------------------------|---|--------------------------------|
| a) Marca | : | Elster |
| b) Modelo | : | A3RAL |
| c) Tensión | : | 120 – 480 Volts |
| d) Corriente | : | 2.5 (20) A |
| e) N° de hilos | : | 04 |
| f) Precisión | : | 0.2% ANSI |
| g) Comunicación | : | Tarjeta RS 232 |
| h) Kit de modem celular | : | Modem y accesorios ensamblados |

KIT DE MODEM CELULAR

Caja de paso con grado de protección IP55, incluye:

- Modem SA+ GSM1308
Tetrabanda 850/900/1800/1900 MHz
Modulo interno Enabler IIG GSM/GPRS
 - Antena 1214 Tetrabanda, 5 dBi, base magnética
 - Fuente de Poder 100 - 240 Vac, 5VDC, 50/60 Hz
 - Adaptador RJ11 a DB9 macho
 - 2 leds de estado (poder y registro)
 - Soporta UDP, API, UDP PAD, IP Din y TCP/IP
 - Adaptador RJ11
 - Carcasa de Plástico
- Prensaestopas para sujeción del cable de alimentación
- Cable vulcanizado para alimentación del Kit Módem
- Jack RJ11 para conexión con el medidor

b) Cable para Medición

Son de cuatro conductores de cobre electrolíticos recocidos, flexibles, cableados en haz, aislados con PVC, trenzado, con relleno de PVC y cubierta exterior común de PVC.

Presenta gran flexibilidad, terminación compacta y resistencia a la abrasión, humedad y al aceite; retardante a la llama.

Las características principales de los cables tipo NLT y NMT son las siguientes:

CABLES PARA MEDICIÓN

Calibre Nominal mm ²	Sección Nominal AWG	Nº Hilos	Espesor		Diámetro Exterior Mm	Peso Kg/km	Capacidad de Corriente A
			Aislamiento mm	Cubierta mm			
4x2.08	4x14	41	0.6	0.8	9.5	145	15
Calibre Nominal mm ²	Sección Nominal AWG	Nº Hilos	Espesor		Diámetro Exterior Mm	Peso Kg/km	Capacidad de Corriente A
Aislamiento mm	Cubierta mm						
4x3.31	4x12	65	0.7	1	11.4	220	20

Cajas Metálicas Tipo "LT"

Será construido con plancha doblada de fierro laminado en frío de 1/32" de espesor, sometida a un tratamiento de limpieza profunda y aplicación de pintura anticorrosiva y acabado en pintura esmalte plomo de dimensiones 250x525x225 mm, y servirá para la instalación del medidor, en la tapa llevara una ventana de 105x60 mm y servirá para la toma de lecturas, será de acuerdo al diseño aprobado por la Concesionaria.

Tubo de F°G° 1 1/4"

Para la protección del cable de conexión del Transformador mixto de medición con el medidor se utilizará un tubo de F°G° con una curva en uno de los extremos para impedir el ingreso de la lluvia, serán de las siguientes características:

- Material : F°G°
- Diámetro del tubo (Pulg) : 1 1/4"
- Longitud (m) : 6
- Clase Curva PVC : 1 1/4" (clase 10)

5.0 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MONTAJE MATERIALES Y EQUIPOS ELECTRICOS.

5.1 GENERALIDADES.

Las presentes Especificaciones se refieren a los trabajos a efectuar por el Contratista para la construcción de la sub-estación y redes de distribución primaria, materia de este proyecto y tienen como base lo establecido por el Código Nacional de Electricidad, Tomo I y IV y la práctica común de ingeniería. Así mismo el Contratista deberá cumplir estrictamente la distancia mínima estipulado en el Código Nacional, lo referente a instalaciones eléctricas y telefónicas.

Para la ejecución de esta obra, el contratista nominará un Ingeniero Mecánico Electricista colegiado y hábil para ejercer la profesión, como Residente de la Obra.

El contratista ejecutará todos los trabajos necesarios para construir las redes de distribución primaria, de tal forma que entregue al propietario una instalación completa y lista para entrar en servicio.

Las tareas principales se describen a continuación y queda entendido, sin embargo, que será responsabilidad del contratista, efectuar todos los

trabajos que sean razonablemente necesarios, aunque dichos trabajos no estén específicamente indicados y/o descritos en la presente especificación.

El contratista será responsable de efectuar todo trabajo de campo necesario para replantear la ubicación de las estructuras de las redes de distribución indicando la ubicación definitiva de las estructuras. Estos planos pasarán a poder del propietario.

5.2 TRANSPORTE Y MANIPULEO DE MATERIALES.

El ejecutor transportará y manipulará todos los materiales y equipos con el mayor cuidado.

Los materiales serán transportados hasta el almacén de la obra; al ser descargado de los vehículos (camiones) no deben ser arrastrados o rodados por el suelo. Todo material que resulte deteriorado durante el transporte, deberá ser reemplazado.

5.3 REPLANTEO.

El contratista será responsable de efectuar todo el trabajo de campo necesario para replantear la ubicación de las estructuras de soporte de la línea.

El replanteo deberá ser efectuado por personal experimentado, utilizando métodos de trabajo producto de la experiencia, tratando de evitar errores en las distancias de seguridad y pruebas eléctricas.

El replanteo incluirá las siguientes operaciones:

UBICACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS:

El contratista ubicará los ejes de cada estructura y los estacará y colocará hitos en los vértices de la línea. Si durante el replanteo o la construcción de la línea, el contratista detectara un error en el perfil, deberá notificar inmediatamente al supervisor, si en opinión del supervisor, el error es de suficiente magnitud, para requerir cambios en cuanto al proyecto original, ordenará por escrito al contratista efectuar dichos cambios.

SECCIONES TRANSVERSALES:

Al efectuar el replanteo, el contratista verificará la inclinación lateral del terreno y su incidencia en la línea, debiendo informar al supervisor de cualquier aspecto saltante que pueda comprometer la adecuada separación conductor-suelo ante oscilaciones del conductor; cuando se requiera, se deberá levantar secciones transversales o perfiles laterales, para completar los datos considerados en el levantamiento topográfico del proyecto.

DETERMINACIÓN DE CANTIDADES FINALES:

En un plazo inmediato, a partir de la fecha de la firma del contrato, el contratista presentará al supervisor una lista mostrando las cantidades finales de postes y accesorios requeridos para la línea; dicha lista será preparada en base a los resultados del replanteo de la línea efectuada por el contratista incluyendo las modificaciones que el supervisor haya ordenado en función de los trabajos hechos en el campo.

INSTALACIÓN DE POSTES.

El trazado de la línea deberá ceñirse a la disposición indicada en los planos.

El contratista efectuará la excavación de los huecos para la cimentación de los postes con las dimensiones especificadas en los respectivos planos, conforme al procedimiento que él proponga y que el Ingeniero Supervisor apruebe. El contratista tomará las precauciones necesarias para evitar derrumbes durante la excavación.

Se evitará golpear los postes o dejarlos caer bruscamente, no se permitirán arrastrar manualmente los postes. Los postes no deberán exceder un error de verticalidad de 0.05 m. por metro de longitud del poste. En las estructuras de anclaje y ángulo se colocará el poste con una inclinación en sentido contrario a la dirección al eje del tiro de los conductores, para prever el efecto del mismo al producirse el templado; dicha inclinación será igual al diámetro del poste en la punta.

Previo a cimentación de postes se construirá un solado de concreto $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$.

Una vez que los postes hayan sido instalados y delineados perpendicularmente, se deberá proceder a cimentación con mezcla de concreto relación 1 a 8 (cemento-hormigón) con 25% de piedra mediana y deberá satisfacer al Ingeniero Supervisor.

Previo al hincado del poste se untará con brea 2.20m desde la base del poste.

Asimismo el Contratista enumerará correlativamente todos los postes, identificará las puestas a tierra además efectuará la señalización del peligro de acuerdo al Código Nacional de Electricidad.

5.4 INSTALACIÓN DE MEDIA LOSA Y PALOMILLA

La instalación de la media losa y palomilla se efectuará de acuerdo a la conformación del tipo de armado indicado en la lámina del proyecto.

La media losa y palomilla de concreto y el poste deberán ser ensamblados totalmente antes de ser izados, tratando que las estructuras de alineamiento queden perpendiculares al eje de la línea y los de cambios de dirección conserven su posición correcta, la unión poste cruceta será trabada y cimentada utilizando mezcla de concreto fino.

5.5 PUESTA A TIERRA.

Después de instalado el poste, se procederá a instalar la puesta a tierra según plano respectivo.

Para colocar el dispensor se excavará 2.60 m., de tal manera el dispensor se instale en forma libre, considerando que quedara a 0.20 m. del nivel del terreno.

El conexionado del conductor con las varillas se hace mediante conectores.

En el montaje de las varillas se debe respetar las distancias indicadas.

La puesta a tierra de la sub-estación se hará conectando, las partes metálicas de los equipos y la caja del tablero de Distribución a las respectivas varillas de tierra.

Se debe obtener una resistencia de puesta a tierra en el sistema entre los valores, no mayor a cinco (05) ohmios y si fuera superior se aumentará el número de dispersores.

Para la instalación de las puestas a tierra tipo varilla, se suministra una caja de concreto armado, el cual permitirá efectuar mantenimiento de las puestas a tierra, asimismo suministra las sales químicas para el tratamiento de las puestas a tierra.

5.6 INSTALACIÓN DE AISLADORES.

AISLADORES POLIMÉRICOS TIPO PIN:

Los aisladores tipo espiga de las redes de distribución primaria se instalarán en las crucetas montadas en sus respectivos postes, antes del izado y montaje de los mismos. Se verificará antes de su instalación, el buen estado de los diferentes elementos.

AISLADORES DE ANCLAJE POLIMÉRICOS:

El armado de los aisladores, se efectuará en forma cuidadosa, prestando especial atención que los seguros queden debidamente instalados.

Antes de proceder al ensamblaje, se verificará que sus elementos no presenten defectos y que estén limpios.

La instalación se realizará en el poste ya instalado, teniendo cuidado que durante el montaje de los aisladores a su posición, no se produzcan golpes que puedan dañar las campanas y herrajes. La parte metálica del aislador, así como perno ojo, arandelas y otros elementos de sujeción, encintados con una capa de grasa neutra.

5.7 INSTALACION DE CABLES Y CONDUCTOR.

INSTALACIÓN DE CONDUCTOR AÉREO:

La instalación del conductor se hará de tal manera que no afecte a éste de ninguna manera. Se evitará rozar el conductor por el suelo o con los armados.

Los tramos de conductor se unirán entre sí con manguitos de unión, no estando permitido utilizarse entorchado para ninguna de las secciones de conductor especificadas.

El tendido se hará de tal manera que no deberá haber más de un manguito por conductor y por vano.

Si por un caso especial se deteriora el conductor por rotura de uno o dos hilos, se procederá a su reparación mediante manguito.

El conductor se deberá tender de acuerdo a las curvas de templado que se muestran en los gráficos correspondientes, las cuales deberá verificar el contratista para la siguiente hipótesis inicial 10°C con viento de 15.12 Kg/m^2 .

El conductor, sobre todo el de media tensión, deberá permanecer colgado de las poleas 48 horas antes de hacerle los ajustes del templado y fijarlo a los aisladores.

Los detalles de amarres típicos se muestran en los planos del proyecto.

Cuando los conductores atraviesan zonas donde hay árboles, deberá podarse éstos a fin de que no ocasionen problemas en la red de distribución.

Los empalmes aéreos (caso derivaciones) a efectuarse se deberán cubrirse mediante la cinta exterior, EPR autofundente (2229 de 3M) y cinta vinílica de alta performance (33 de 3M).

5.8 MONTAJE DE SUB-ESTACION AEREA MONOPOSTE.

Se montará la subestación en una estructura Monoposte y constituida por los equipos y accesorios se detallan a continuación:

- 01 Poste de C.A.C. 13/600/180/375
- 01 Media losa de C.A.V. de 1.30/750
- 01 Media palomilla de C.A.V. 1.10
- 01 transformador trifásico 22.9/0.40-0.23 kV de 75 kVA.
- 01 Tablero de distribución de uso exterior.
- 03 Seccionador Cut Out 27 Kv

Se procederá a montar la subestación, de acuerdo al orden siguiente:

- Izaje del poste de 13m, con sus respectivas, palomillas y medias lozas.
- Conexionado de puestas a tierra todas las partes metálicas, de los

seccionadores, portafusibles y del transformador serán conectados a pozo de tierra de media tensión ubicado a 2.5m de la S.E.

- El tablero general de distribución, se conectarán a un pozo de tierra de baja tensión.

5.9 MONTAJE SECCIONADOR FUSIBLE.

Se instalarán de acuerdo a los planos y láminas del Proyecto.

El desplazamiento de los mismos al ser abiertos no debe pasar más allá del plano vertical. Los contactos deben estar limpios de óxidos, grasa y los portafusibles deben llevar los fusibles descritos.

Se instalarán seccionadores-fusibles en la estructura de seccionamiento y en el PMI.

5.10 INSTALACIÓN DEL PUNTO DE MEDICION A LA INTEMPERIE (PMI)

La estructura del Punto de medición a la intemperie estará constituida por un poste de concreto, una media loza de concreto de 1.30, una media palomilla de 1.50m, todo el conjunto se ubicara en el lugar indicado en el plano.

El transformador mixto de medición (Trafomix) se ubicara en la primera estructura de la línea, sobre una media loza de concreto vibrado de 1.30m con un esfuerzo capaz de soportar el peso del Trafomix, y en la cruceta asimétrica se instalaran los seccionadores Fusibles tipo Cut Out.

La caja porta medidor tipo "LT" se colocara en un muro de concreto armado, a un costado de la base del poste.

La conexión del Trafomix con el medidor se realizara mediante cable NLT el cual ira dentro del tubo de PVC adosado al poste y fijado con Cinta Band It.

5.11 NUMERACION Y ROTULACION.

Las estructuras que comprenden el presente proyecto y la Subestación Compacta tipo Pedestal, serán numeradas correlativamente y rotuladas, con las características que indique ENOSA, con números de pintura negra fondo amarillo, ubicados a tres metros del suelo.

5.12 RUEBAS

Al concluir los trabajos de montaje, se deberán de realizar las pruebas que se detallan a continuación en presencia del Ingeniero Supervisor de Obras, empleando instrucciones y métodos de trabajo apropiado para éste, y el ejecutor realizará las correcciones o reparaciones que sean necesarias hasta que los resultados de las pruebas sean satisfactorios a juicio del Supervisor de Obras.

Con la ejecución de estas pruebas, el ejecutor en presencia

Previamente del Ingenieros Supervisor de Obras, efectuará cualquier otra labor que sea necesaria para dejar las líneas listas a ser energizadas.

Cuando el Ingeniero Supervisor de Obras, considere necesario efectuar cualquier otra prueba, el ejecutor deberá realizarla, recibiendo en tal caso una compensación adicional fijada de común acuerdo.

DETERMINACIÓN DE LA SECUENCIA DE FASES:

Se debe demostrar que la posición relativa de los conductores de cada fase **corresponde a lo prescrito.**

PRUEBA DE CONTINUIDAD:

Para esta prueba, se pone en cortocircuito las salidas de las líneas de la Subestación y después se prueba en cada uno de los terminales de red su continuidad.

PRUEBA DE AISLAMIENTO:

En las líneas de redes aéreas primarias se medirá la resistencia de aislamiento de cada fase de la línea y tierra, y entre fases.

El nivel de aislamiento deberá estar de acuerdo a lo especificado en la Resolución Directoral. N° 018-2002-EM/DGE, que considera los siguientes valores mínimos:

VALORES DE AISLAMIENTO

Tipo de Condiciones	Red Distribución Primaria		Red Distribución Secundaria	
	Aéreas	Subterráneas	Aéreas	Subterráneas
Condiciones Normales				
Entre Fases	100 MΩ	50 MΩ	50 MΩ	20 MΩ
De fase a tierra	50 MΩ	20 MΩ	20 MΩ	10 MΩ
Condiciones Húmedas				
Entre Fases	50 MΩ	50 MΩ	20 MΩ	10 MΩ
De fase a tierra	20 MΩ	20 MΩ	10 MΩ	5 MΩ

PRUEBAS CON TENSIÓN:

Después de haber realizado las pruebas anteriores se aplicará la tensión nominal a toda la red durante 72 horas consecutivas, y si no se detecta ninguna situación anormal se puede poner en funcionamiento todo el sistema.

Se deberá verificar:

Tensión y Secuencia de Fases

PRUEBA DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA:

La resistencia de la puesta a tierra, de las estructuras o armados, no deberá tener un valor mayor de 25 Ohmios y en el caso de las subestaciones el sistema secundario un valor no mayor de 10 ohmios de acuerdo a lo estipulado en el Código Nacional de Electricidad.

5.13 PLAN DE SEGURIDAD Y PREVENCIÓN DE RIESGOS

GENERALIDADES:

Se pretende cuidar la salud e integridad física de los trabajadores, otorgando un ambiente de trabajo seguro y saludable, previniendo la ocurrencia de incidentes por actos inseguros o condiciones inseguras a fin de evitar posibles daños a la persona, medio Ambiente, equipos, así como las pérdidas en el proceso productivo.

OBJETIVO GENERAL:

Definir las medidas preventivas, los procedimientos operativos y los requerimientos logísticos para hacer frente a posibles contingencias que se puedan presentar durante la ejecución de los trabajos del montaje de las Redes Primarias.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Capacitar, entrenar y motivar a los trabajadores para que realicen sus actividades laborales cuidando su integridad y respetando las normas y procedimientos de seguridad establecidos. Así como también fortalecer el desarrollo de una cultura de prevención de riesgos, para garantizar su seguridad en el trabajo y en su vida personal y familiar.
- Capacitar a los trabajadores en la comprensión de su propio comportamiento y el de los demás, como una base para propiciar su seguridad y desarrollo personal.
- Fortalecer la autoestima del trabajador partiendo de una mejor comprensión del significado de su trabajo en la empresa.
- Capacitar y entrenar a los supervisores en técnicas modernas de administración de seguridad.
- Capacitar y entrenar a todos los trabajadores en cursos según sus ocupación

ACTIVIDADES A DESARROLLAR:

- Las Reuniones Ordinarias del Comité Central de Seguridad se realizarán como mínimo una vez cada dos meses.
- Las Reuniones Ordinarias del comité de seguridad de la delegación de electricidad se realizarán una vez al mes.
- Las Reuniones Ordinarias de los subcomités de las unidades operativas se realizarán una vez por mes.

- Charlas de 5 minutos que se realizarán todos los días al inicio de la jornada laboral o de un proceso de trabajo

ENTRENAMIENTOS EN PROGRAMAS DE PREVENCIÓN:

- Entrenar y orientar al trabajador nuevo.
- Programas de orientación e inducción.
- Entrenamiento a todos los niveles de supervisión.
- Entrenamiento contra Inducción Eléctrica.
- Formación de brigadas de rescate.
- Entrenamiento en primeros auxilios.

EMERGENCIAS

Las operaciones de emergencia se efectuarán manteniendo el siguiente orden de prioridad:

Seguridad de las personas

Seguridad en el Proceso

Conservación del Medio Ambiente.

Las operaciones de emergencia se efectuarán considerando los siguientes grados de emergencia (Escenarios probable).

- **Grado "A".-** Grado leve que requiere la operación normal de las áreas de emergencia.
- **Grado "B".-** Grado medio que requiere la participación del personal extra para las Áreas de Emergencia.

- **Grado "C".-** Grado con alto nivel de consideración, lesiones daños al medio ambiente. En estos casos se requerirá el apoyo externo (Cia. de Bomberos, Defensa Civil, Centros Médicos).

Para este fin se contará con el comité de Emergencia conformado por:

Supervisor de ENOSA

Ing. Residente de Obra

Ing. Jefe de Seguridad

En caso de requerir se pedirá apoyo externo a las siguientes entidades:

DESCRIPCIÓN	DEPARTAMENTO	Nº. TELEFONO
Compañía de Bomberos	Central de Emergencia	
Ambulancia 2000	Central	
Cruz Roja	Central	
Essalud	Central de Emergencia	
Defensa Civil	Central	

DISTANCIAS DE SEGURIDAD Y ESPACIOS DE TRABAJO:

Las Partes energizadas de las instalaciones deberán respetar las distancias mínimas de seguridad con respecto al lugar donde las personas habitualmente se encuentren circulando o manipulando objetos alargados como escaleras, tuberías, fierro de construcción, etc.

Asimismo se deberá considerar los espacios de trabajo requerido para ejecutar trabajos o maniobras, de acuerdo a lo indicado en el Código Nacional de Electricidad.

MEDIOS DE PREVENCIÓN Y SEGURIDAD:

Los trabajadores deberán utilizar, de acuerdo a la actividad a desarrollar, los siguientes medios de protección y seguridad:

- Equipo de puesta a tierra temporal
- Herramientas con un aislamiento apropiado para el tipo de trabajo.
- Equipo de protección personal adecuado
- Equipo de detector de tensión
- Medios de señalización y comunicación apropiados
- Botiquín de primeros auxilios
- Permisos de trabajos, boletas, tarjetas, carteles o avisos de seguridad

MANTENIMIENTO Y MANIOBRAS DE COMPONENTES DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS DE MEDIA TENSIÓN:

- Las labores de maniobras, mantenimiento y reparaciones se efectuarán conforme a lo prescrito en los manuales y disposiciones del Reglamento Interno de Seguridad para las instalaciones que se refieran, en donde se exige por lo menos el empleo de las órdenes de trabajo, autorización de maniobra, permisos para trabajar, la colocación de avisos y tarjetas de seguridad y la constatación de su cumplimiento.
- Antes de iniciar los trabajos de mantenimiento o reparaciones se verificará que el circuito esté sin tensión, mediante el empleo del detector

de tensión y se instalará equipos de puesta a tierra temporal antes y después del lugar de trabajo y en caso de líneas de transmisión, adicionalmente tierra franca (seccionador de puesta a tierra) en sus dos extremos.

- En una instalación de media, alta y muy alta tensión se restablecerá el servicio cuando se tenga la absoluta seguridad de que no queda nadie trabajando en ella y de acuerdo a los procedimientos establecidos en el Reglamento.
- En las operaciones que conducen a la puesta en servicio de las instalaciones, una vez terminado el trabajo, se tomará en cuenta la siguientes pautas:
 1. En el lugar de trabajo, se retirará las puestas a tierra temporales y el material de protección complementario y se realizará la limpieza general del área donde se laboró; y, el supervisor, después del último reconocimiento, dará aviso que el trabajo ha concluido.
 2. En el origen de la alimentación, una vez recibida la comunicación de que el trabajo ha terminado, se retirará las tarjetas y avisos de seguridad y se desbloqueará los mandos de los equipos de maniobra (interruptores y seccionadores).

TRABAJOS EN LÍNEAS AÉREAS DE DOS O MÁS CIRCUITOS:

En las líneas eléctricas de dos o más circuitos y en la que una de ellas se requiere ponerla fuera de servicio, para efectuar trabajos de mantenimiento, reparación o renovación de sus aisladores y conductores, se ejecutarán siguiendo los procedimientos espacialmente elaborados por

la empresa en su Reglamento interno y las pautas contenidas en el código Nacional de electricidad.

TRABAJO EN ESTRUCTURAS:

- Las líneas de media tensión serán consideradas como energizadas mientras no se compruebe fehacientemente lo contrario; por lo tanto, antes de iniciar cualquier trabajo en lo alto de sus estructuras, es obligatorio conocer su nivel de tensión y la verificación mediante pruebas con el equipo apropiado, de que efectivamente están desenergizados.
- Todo trabajo en estructuras metálicas, postes y pórticos se efectuará con dos personas como mínimo y será supervisado permanentemente por otra persona desde tierra en la zona de trabajo. Todo liniero estará asegurado a la estructura con correa o arnés de seguridad en forma permanente mientras dure la labor en lo alto de la estructura.
- La realización de trabajos en lo alto de las estructuras metálicas, postes y pórticos, requiere que el trabajador esté en buen estado físico y anímico; y, provisto de óptimos implementos de seguridad y equipos de protección.

INSTALACIÓN DE LÍNEAS PARALELAS A LÍNEAS ENERGIZADAS:

- Antes que se instale líneas nuevas paralelas a líneas energizadas existentes, la empresa deberá determinar la tensión Aproximada que SE INDUCIRÁ EN LAS NUEVAS LÍNEAS para aplicar la protección necesaria durante todo el tiempo de ejecución de los trabajos. En su defecto, la obra se ejecutará suponiendo que la tensión inducida es

peligrosa y se tomará las medidas pertinentes para trabajos en líneas energizadas.

- La empresa deberá tomar en cuenta las siguientes precauciones:
 1. Cada conductor desnudo deberá ser puesto a tierra en intervalos de tal manera que ningún punto a lo largo del conductor se encuentre a más de tres km de una puesta tierra.
 2. Las puestas a tierra referidas en lo anterior deberán dejarse en su lugar hasta que se complete la instalación del conductor.
 3. Se retirará las puestas a tierra referidas en el inciso "1" en la última fase de limpieza de la línea.
 4. Si los trabajadores están laborando en contacto con conductores desnudos, las puestas a tierra deberán instalarse en cada lugar donde ellos estén trabajando y también deberán instalarse puestas a tierra en todos los puntos muertos o puntos de soporte de la estructura adyacente.
 5. Si dos conductores desnudos van a ser empalmados, previamente deberán ser puenteados, puestos a tierra y el empalme será realizado con guantes dieléctricos.

5.14 DISTANCIAS DE SEGURIDAD.

- Toda línea aérea nueva o ampliación (de titular o tercero) deberá cumplir con el ancho mínimo de la faja de servidumbre.
- No deberán instalarse líneas aéreas sobre edificaciones de terceros.
- No deberán utilizarse conductores desnudos para líneas de baja tensión.

- Las distancias de seguridad establecidas se adoptan para las instalaciones permanentes y temporales.
- Los conductores de suministro expuestos hasta 750V deberán ser suspendidos a una distancia no menor de 6.5 m sobre áreas donde se espera el paso de camiones, o 4.5 m sobre áreas limitadas solamente a peatones o al tráfico restringido de vehículos donde no se espera el paso de vehículos durante un caso de emergencia. Se incrementará las distancias verticales de los conductores de suministro expuestos de más de 750 V.
- Para este fin, se definen como camiones a todos los vehículos cuya altura sobrepasa los 2.5 m. las áreas no expuestas al tráfico de camiones son las áreas por donde el tráfico de camiones no es normal ni razonablemente esperado o restringido de alguna otra forma.
- Los espacios y vías expuestas a peatones o al tráfico restringido son solo aquellas áreas por donde se prohíbe el paso de vehículos u otras unidades rodantes cuya altura sobrepase los 2.5 m por reglamento o debido a las configuraciones permanentes del terreno o de alguna otra forma no es común ni razonablemente esperado o restringido.

6.0. CONCLUSIONES

El desarrollo de la investigación, ha permitido identificar aspectos de las redes en MT que evidencian que esta tecnología debe ser considerada como una alternativa importante

Las plantas transforman la energía con alto voltaje en energía con medio voltaje por medio de subestaciones, después pasan a los transformadores y la transforman en energía de bajo voltaje para que llegue a los locales. En el camino se va perdiendo energía debido a varios factores. En las casas se utilizan watts por comodidad para realizar los pagos en la CFE, ya que se mide la cantidad de transferencia de energía en un determinado tiempo, ya que el volt se refiere únicamente a la circulación de la corriente sin especificar el tiempo en que ocurre, por lo que es más difícil cobrar. A cada casa le corresponde un determinado voltaje (constante), aunque no se utilice todo, ya que los watts que consumen los aparatos eléctricos varía. Así mismo existen varias opciones tarifarias que la distribuidora da a conocer la elección.

Un circuito eléctrico es una serie de elementos o componentes eléctricos, tales como resistencias, inductancias, condensadores y fuentes, o electrónicos, conectados eléctricamente entre sí con el propósito de generar, transportar o modificar señales eléctricas.

La interrelación correcta implica que los distintos elementos tienen que estar conectados electrónicamente, de modo que sus partes metálicas situadas en los terminales de conexión se mantengan en contacto para permitir el paso de la

corriente. Generalmente, un circuito eléctrico está sujeto a una entrada o excitación y se producirá una respuesta o salida a dicha entrada.

Por consiguiente, La importancia de los instrumentos eléctricos de medición es incalculable, ya que mediante el uso de ellos se miden e indican magnitudes eléctricas, como corriente, carga, potencial y energía, o las características eléctricas de los circuitos, como la resistencia, la capacidad, la capacitancia y la inductancia. Además que permiten localizar las causas de una operación defectuosa en aparatos eléctricos en los cuales, como es bien sabidos, no es posible apreciar su funcionamiento en una forma visual, como en el caso de un aparato mecánico.

Las mediciones eléctricas se realizan con aparatos especialmente diseñados según la naturaleza de la corriente; es decir, si es alterna, continua o pulsante. Los instrumentos se clasifican por los parámetros de voltaje, tensión e intensidad.

7.0. RECOMENDACIONES

Poner énfasis en el tema de seguridad ciudadana, principalmente en horario nocturno, en los frentes de trabajo que son cercados por mallas metálicas, ya que podrían generar el incremento de actos delincuenciales,

- Se deberá realizar seguimiento continuo al Subprograma de Manejo de Residuos Sólidos y Efluentes, con la finalidad de realizar una adecuada gestión de los residuos sólidos generados durante la operación del Sistema Eléctrico

- Se deberá supervisar el cumplimiento del Programa de Salud y Seguridad en el Proyecto, previniendo posibles accidentes u otras condiciones de riesgos que puedan afectar la salud de los trabajadores en su lugar de trabajo, así como Estudio de Impacto Ambiental Semi Detallado del Sistema Eléctrico también se deberá evaluar las condiciones físicas del lugar de trabajo, y los equipos y materiales empleados.

- Se deberá realizar el muestreo, medición y análisis de la calidad de los factores ambientales afectados (agua, aire, ruido, vibraciones y campo magnético), garantizando la periodicidad del cumplimiento de este programa propuesta en el Programa de Monitoreo Ambiental.

8.0. BIBLIOGRAFIA

- Ley de Concesiones Eléctricas N° 25844. y su Reglamento.
- Código Nacional de suministro 2011.
- Normas: MEM/DEP -311, MEM/DEP -312, MEM/DEP -501, MEM/DEP -411, MEM/DEP -412, MEM/DEP -502.
- Otras Normas Técnicas vigentes aprobadas por la Dirección General del Ministerio de Energía y Minas.
- Reglamento Nacional de Construcciones Nacional de suministro 2011.
- Reglamento Nacional de Construcciones.
- Sistema Eléctrico de Distribución – Yebra Moron, Juan Carlos – Edición 2009

9.0. PLANOS