

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**PROCESO DE EJECUCIÓN DEL SISTEMA DE
UTILIZACIÓN EN MEDIA TENSIÓN 10 kV y
SUBESTACIÓN DEL HOSPITAL ESSALUD SANTA
ANITA ATE-VITARTE – LIMA**

INFORME DE COMPETENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR:

JOSÉ MELANIO RUMICHE PINDAY

**PROMOCIÓN
1991-I**

**LIMA – PERÚ
2008**

**PROCESO DE EJECUCIÓN DEL SISTEMA DE
UTILIZACION EN MEDIA TENSION 10 kV Y
SUBESTACION DEL HOSPITAL ESSALUD SANTA ANITA
(ATE - VITARTE – LIMA)**

Con la humildad y cariño de siempre, éste logro va dedicado a los seres más importantes de mi vida:

A mis cuatro adorados hijos: José Carlos, José Luis, Ruth Karina y Ruth Roxana, por ser la razón de mi vida.

A mi amada Ruth por la paciencia y comprensión brindada, digna de una esposa.

A mis eternamente recordados y adorados padres: Hipólito y Hermenegilda, mil gracias por haberme traído al mundo y haberme bien encaminado.

A mis siempre unidos diez hermanos, por ser ejemplo de paz y solidaridad, enorgullecidos por el progreso de nuestra familia.

A mis padres políticos por el cariño que siempre me demuestran.

SUMARIO

El presente trabajo describe el procedimiento de la Ejecución del SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION – 10 KV y el montaje de la subestación de 325 kVA del Hospital ESSALUD de Santa Anita.

Concretamente éste trabajo describe el procedimiento de como llevar energía eléctrica en el nivel de tensión existente de 10 kV al nuevo hospital de ESSALUD; partiendo de un punto de alimentación que para nuestro caso es una derivación de una línea existente ubicado en la carretera Central propiedad del concesionario Luz del Sur, ésta línea está tendida cerca al terreno del hospital, Se procede instalando una cruceta en un poste para montar un transformador mixto de tensión-corriente para la medición respectiva a través de una línea de cable subterráneo N2XSY de 3-1x 25 mm² hacia la subestación particular que se encuentra dentro del referido hospital.

INDICE

PRÓLOGO	01
CAPITULO I	
MEMORIA DESCRIPTIVA	03
1.1 Generalidades	03
1.2 Justificación del Proyecto	03
1.3 Cargas Eléctricas	05
1.4 Alcances	05
1.5 Descripción de los Trabajos Ejecutados	06
1.5.1 Suministro de Energía	11
1.5.2 Sistema de Protección y Medición	11
1.5.3 Sistema de Puesta a Tierra	11
1.5.4 Cuadro de Cargas	11
CAPITULO II	
JUSTIFICACIÓN DE CÁLCULOS ELÉCTRICOS	15
2.1 Cable Seleccionado	15
2.1.1 Por Capacidad de Corriente Nominal	15
2.1.2 Por Corriente de Cortocircuito	16
2.1.3 Por Caída de Tensión	18
2.2 Fusibles	19
2.3 Cálculo del Pozo de Tierra	21
CAPITULO III	
MONTAJE ELÉCTRICO DE LA SUBESTACIÓN	24
3.1 Conductores	24
3.2 Crucetas	24
3.3 Seccionador Fusible Cut – O ut	24
3.4 Pararrayos	24
3.5 Terminales	26
3.6 Bajada de Cable	26

3.7	Tendido de Cable Subterráneo y Compactación de Zanja	26
3.7.1	Pruebas.	27
3.8	Subestación de Superficie de Tipo Convencional	30
3.8.1	Montaje de Equipos de Protección	30
3.8.2	Transformadores de Distribución	30
3.8.2.1	La protección.	31
3.8.2.2	La Ventilación	31
3.8.2.3	El desfogue de Aceite.	31
3.8.3.	Puesta en servicio	32
CAPITULO IV		
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS		34
4.1	Subestación Exterior	34
4.1.1	Seccionador Fusible Unipolar Cut –Out	34
4.1.2	Terminales	34
4.1.3	Trafomix	35
4.2	Zanjas	36
4.3	Conductor Alimentador en 10 Kv	36
4.3.1	Características Físicas	36
4.3.2	Características Eléctricas	37
4.3.3	Normas Aplicables	37
4.4	Sistemas de Puesta a Tierra	37
4.4.1	Características del Conductor	37
4.4.2	Electrodo de Puesta a Tierra	37
4.4.3	Conectores	38
4.4.4	Pozo de Tierra	38
4.4.5	Pararrayos	38
4.4.6	Normas Aplicables	38
4.5	Subestación Interior	39
4.5.1	Transformador	39
4.5.1.1	Condiciones Normales de Operación	40
4.5.1.2	Diseño y construcción.	40
4.5.1.3	Características del tanque	41
4.5.1.4	Construcción de la parte activa.	42

4.5.1.4.1 Bobinas	42
4.5.1.4.2 Pruebas	
4.5.2 Celdas	43
4.5.2.1 Celdas de llegada	43
4.5.2.2 Celda de transformación	
4.5.2.2.1 Celda de transformación No 01	43
4.5.2.2.2 Celda de transformación No 02	43
4.5.2.2.3 Seccionador de potencia	44
4.5.2.2.4 Seccionador Unipolar	44
4.5.2.5.5 Normas aplicables.	45
4.5.2.5.6 Elementos auxiliares de maniobra	45
4.5.2.5.7 Medidor de energía	45

CAPITULO V

ANALISIS Y COSTOS UNITARIOS .

Descripción del montaje y suministros	46
Mano de obra.	46
Supervisor.	46
Técnico A.	46
Técnico 1	46
Técnico 2.	46
Técnico 3	46
5.1 Estructura de Derivación	46/53
5.2 Sistema de Puesta a Tierra	48/53
5.3 Excavación de zanja	49/53
5.4 Cable de energía N2XSY 3-1x25 mm2 directamente enterrado	49/54
5.5 Relleno de zanja 0.60 x 1.10 m	50/54
5.6 Celda de llegada	51/54
5.7 Celda de medición	51/55
5.8 Celda de transformación No 01	51/55
5.9 Celda de Transformación No 02	52/55

CAPITULO VI**PRESUPUESTO DE LA OBRA**

56

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**PLANOS****ANEXOS**

ANEXO A : Características, parámetros físicos y eléctricos del Cable N2XSY UNIPOLAR dados por el fabricante.

ANEXO B : Protocolo de pruebas de transformadores y pérdidas en el fierro y en el cobre de transformadores standarizados.

ANEXO C : Seccionador fusible de potencia automático tripolar de 10 kV

ANEXO D : Manual sobre soldaduras en puestas a tierra.

ANEXO E : Normas de crucetas.

ANEXO F : Norma de procedimiento para la elaboración de proyectos y ejecución de obras en sistemas de distribución y sistemas de utilización en media tensión.

ANEXO G : Norma para las condiciones de funcionamiento de los cables tendidos bajo tierra.

ANEXO H : Standar de prevención de riesgos para el montaje y tendido de líneas de transmisión de energía eléctrica.

BIBLIOGRAFÍA

“Transformadores de potencia, de medida y de protección”

Dr. Ing. Ind. Enrique Ras Oliva, 5ta. Edición, 1983, Marcombo Editores. México.

-“Fundamentos de instalaciones eléctricas de mediana y alta tensión”

Ing. Gilberto Enríquez Harper, 7ma. Reimpresión, 1985, Editorial Limusa, México.

-“ Diseño de sub-estaciones”.

-“Protección de instalaciones eléctricas industriales y comerciales 2da edición” Ing. Gilberto Enríquez Harper.

-“Instalaciones Eléctricas en edificaciones” Seminario de actualización profesional organizado por la promoción de Ingeniería Eléctrica 86-1 UNI. Centro Cultural “Santiago Antunez de Mayolo”, Curso corto, U.N.I., 1985 Lima-Perú.

PRÓLOGO

Viendo la necesidad de los estudiantes universitarios de Ingeniería Eléctrica, sobre todo los futuros profesionales que incursionarán en el campo de las redes de distribución primaria, he visto por conveniencia el desarrollo del presente informe basado en la ejecución de uno de los proyectos en el cual he participado como adjunto, éste proyecto es el SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION 10 Kv y el MONTAJE DE LA SUBESTACION DE 325 kVA para el Hospital ESSALUD de Santa Anita.

El objetivo del presente informe es transmitir al interesado una metodología de ejecución y montaje basado en nuestra experiencia como bachiller en Ingeniería Eléctrica, en éste tema se puede notar como está compuesto un sistema de utilización en media tensión y que componentes la forman:

- * El punto de partida es el punto de alimentación que para éste caso es una línea existente de propiedad del concesionario.
- *Tendido de la línea de transmisión de energía mediante una red subterránea con cable del tipo N2XSY 3x25 mm².
- * El Montaje de una subestación particular de 325 kVA del tipo convencional compuesta por:
 - 01 transformador de 75 KVA utilizado exclusivamente para equipos de Rayos X.
 - 01 transformador de 250 KVA para las cargas generales del hospital.
 - 01 celda de llegada.
 - 02 celdas de salida.

La energía eléctrica de un hospital es uno de los factores primordiales para el continuo funcionamiento de éstos centros de atención medica, a un hospital no se le debe dejar por ningún motivo sin energía, dado a que en cualquier momento puedan estar en peligro numerosas vidas humanas; por tanto, el suministro de la energía para estos centros de atención debe garantizarnos el buen funcionamiento de los equipos y usuarios que a diario recurren a éstos centros.

Cabe indicar que para el desarrollo de éste tema se ha tenido que tomar en cuenta las sugerencias por parte del personal profesional y técnico especializado de la compañía contratista, el cual confió en nosotros para el desarrollo de éste trabajo; debido a todo esto quedamos agradecidos a la compañía Graña y Montero Contratistas Generales.

CAPÍTULO I MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 Generalidades

La presente Memoria descriptiva se refiere al proceso de Ejecución del Sistema de Utilización en Media Tensión - 10 kV y el montaje de la subestación del tipo convencional de 325 kVA del Hospital ESSALUD, construido en el kilómetro 3,5 de la Carretera Central, Distrito de Ate, Provincia y Departamento de Lima, por la compañía Graña y Montero Contratistas Generales S.A.; en el que el suscrito ha participado como responsable en la ejecución del trabajo mencionado. La figura 1.1 muestra el plano de ubicación del referido hospital.

1.2 Justificación del Proyecto

Dentro de las funciones que tiene ESSALUD, entidad del Estado; es la de velar por la salud de los Trabajadores y público en general que por ley aportan mensualmente de acuerdo a sus ingresos mediante los aportes previsionales, que realizan ya sea por intermedio de sus empleadores o por aportes independientes.

Una de las obligaciones del estado es la de implementar centros de atención para la salud para el trabajador, tales como Hospitales, consultorios, postas médicas, etc.

Dado a qué, también una de las ideas del gobierno de turno es la de descentralizar éste tipo de centros de atención, sobre todo en las zonas donde no se contaba con éste tipo de infraestructuras; ésta entidad optó por la construcción de un conjunto de Hospitales en diversos conos de la capital, uno de los cuales es el Hospital I de Ate – Santa Anita, construido por la Compañía G y M S.A., en el cual se participa en calidad de responsable de la ejecución del Sistema de utilización en Media Tensión y del sistema de distribución de Baja Tensión, dicho hospital se inició a construir en Septiembre del año 1999 y se terminó en Febrero del 2000.

El presente informe se refiere justamente al proceso de ejecución del SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION -10 kV para dicho hospital.

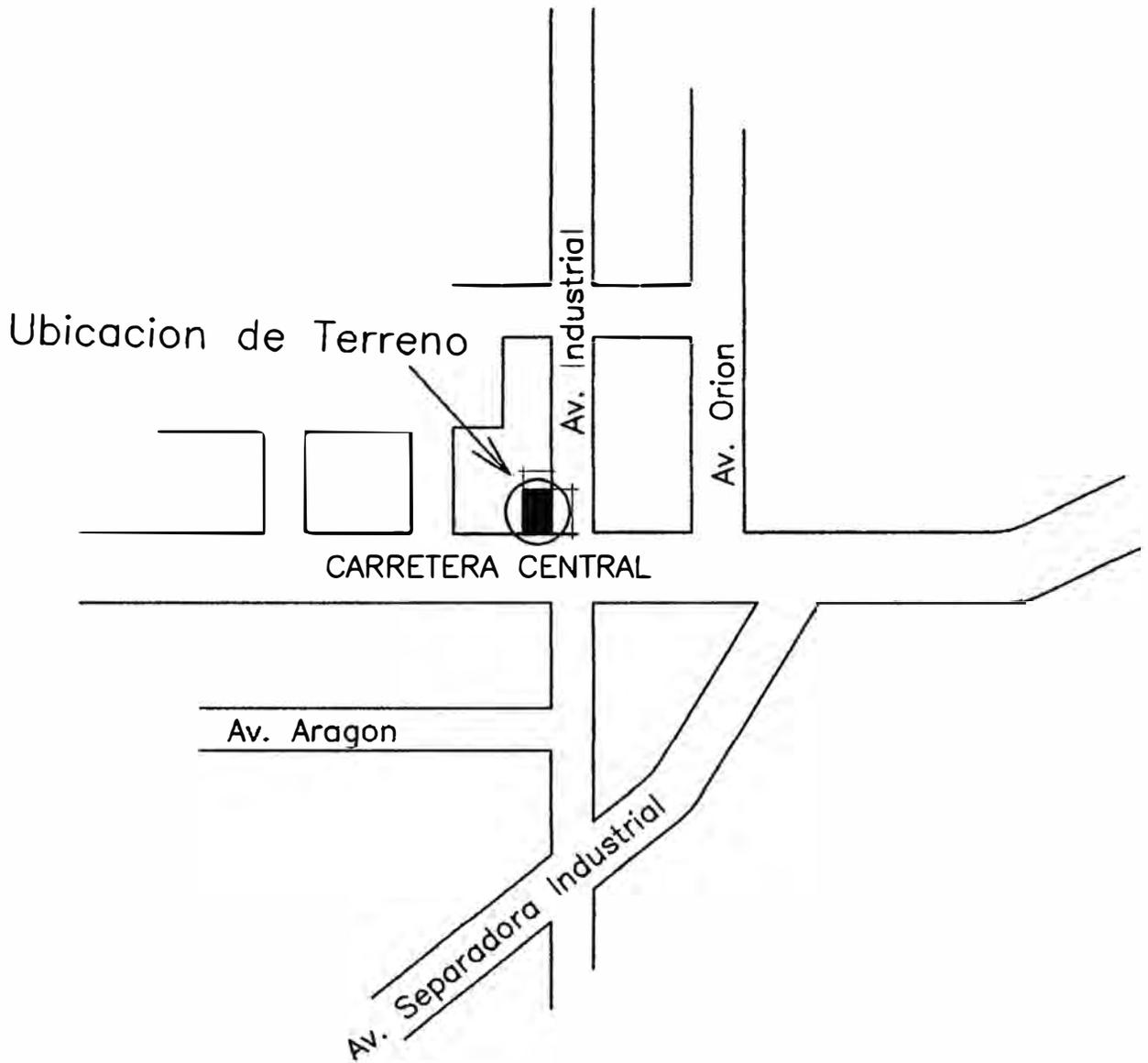


FIG. 1.1
PLANO DE UBICACION

FIGURA 1.1
PLANO DE UBICACION

1.3 Cargas Eléctricas

Según el proyecto de IIEE y cumpliendo con los requisitos del Código Nacional de Electricidad, la ley No 25844 de Concesiones Eléctricas y su Reglamento, la Norma DGE-004B-P1/1984 y el Reglamento Nacional de Construcciones, se ha tomando en cuenta las cargas eléctricas mas importantes para el equipamiento del hospital, y luego de la aplicación de los factores correspondientes se ha determinado que las Demandas Máximas están de acuerdo con la tabla 1.1

Tabla 1.1 CARGAS ELECTRICAS

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CARGA UNITARIA kW	CARGA INSTALADA kW	FACTOR DEMANDA	MÁXIMA DEMANDA kW
Alumbrado general	4000	0.02	80.00	50kW al 40% 30kW al 20%	20.00 6.00
Alumbrado Centro Quirúrgico y Emergencia	1000	0.02	20.00	1.00	20.00
Tomacorrientes 274 unid.	274	0.15	41.10	0.70	28.77
ESTERILIZACIÓN					
Esterilización a vapor	1	14.00	14.00	1.00	14.00
Esterilización de aire caliente.	1	4.00	4.00	1.00	4.00
Destilador de agua.	1	4.00	4.00	1.00	4.00
EQUIPOS DE CASA DE FUERZA					
Bomba de agua fría	1	6.00	6.00	0.50	3.00
Bomba de agua blanda.	1	4.00	4.00	0.50	2.00
Bomba de agua caliente.	1	2.00	2.00	0.50	1.00
Bomba de petróleo.	1	0.60	0.60	0.50	0.30
Bomba alarma contra incendio.	1	10.00	10.00	0.50	5.00
Aire acondicionado 4 Tn.	7	2.30	16.10	1.00	16.10
Ascensor.	2	15.00	30.00	1.00	30.00
Rayos X	1	24.00	24.00	0.30	7.20
TOTALES			255.80		161.37

1.4 Alcances

El concesionario del servicio eléctrico Luz del Sur, cuenta con una línea existente de 10 kV, ubicado a lo largo de la carretera Central; desde el cual se tomó el Punto de Alimentación que está ubicado aproximadamente en el km 3,5

de la Carretera en mención, éste punto se tomó mediante una estructura poste simple.

Se instaló una red primaria de 120 m de distancia para 10 kV, sistema subterráneo mediante un cable del tipo N2XSY-8.7/15kV de 3-1x25 mm², desde dicho punto de alimentación hasta la Subestación proyectada de 325 kVA, 10/0.38 kV, que suministra la energía al hospital.

La figura 1.2 nos muestra el plano de planta general del Hospital.

En el presente informe, se contempla los cálculos necesarios de verificación, las especificaciones técnicas del suministro de los materiales utilizados, especificaciones técnicas del montaje electromecánico, metrado y presupuesto.

1.5 Descripción de los Trabajos Ejecutados

Existe una estructura de la red aérea de propiedad de Luz del Sur, en el que se instaló un **punto de entrega** mediante una derivación, desde el cual se ha llevado energía al hospital. Para esto, en éste punto de alimentación se ha instalado una cruceta asimétrica de concreto armado vibrado, en la que se ha instalado tres seccionadores del tipo Cut-Out como dispositivo de seccionamiento, tres pararrayos de oxido metálico como dispositivo de protección y una plataforma donde se instaló el transformador de tensión – corriente (Trafomix) para las mediciones respectivas, tal como se muestra en las figuras 1.3; 1.4 y 1.5.

De estos seccionadores y utilizando terminales termoretráctibles para montaje exterior, mediante un cable N2XSY, 8.7 / 15 KV de 3-1x25 mm², instalado en forma subterránea, se llevó energía eléctrica hasta la Subestación de distribución así como también un cable de control hasta el medidor de energía en MT ubicado en el frontis del Hospital.

La Subestación instalada es del tipo Superficie Convencional, de una potencia de 325 kVA, 10 / 0.38 kV trifásica y 60 Hz. Esta subestación está compuesta por 01 celda de llegada, 02 celdas de transformación: 01 de 250 kVA 10 / 0.23 kV y 01 celda de transformación de 75 kVA 10 / 0.38 kV ésta última exclusivamente para los equipos de Rayos X.

La figura 1.6 y 1.7 nos muestra un plano de planta y de corte de ésta subestación.

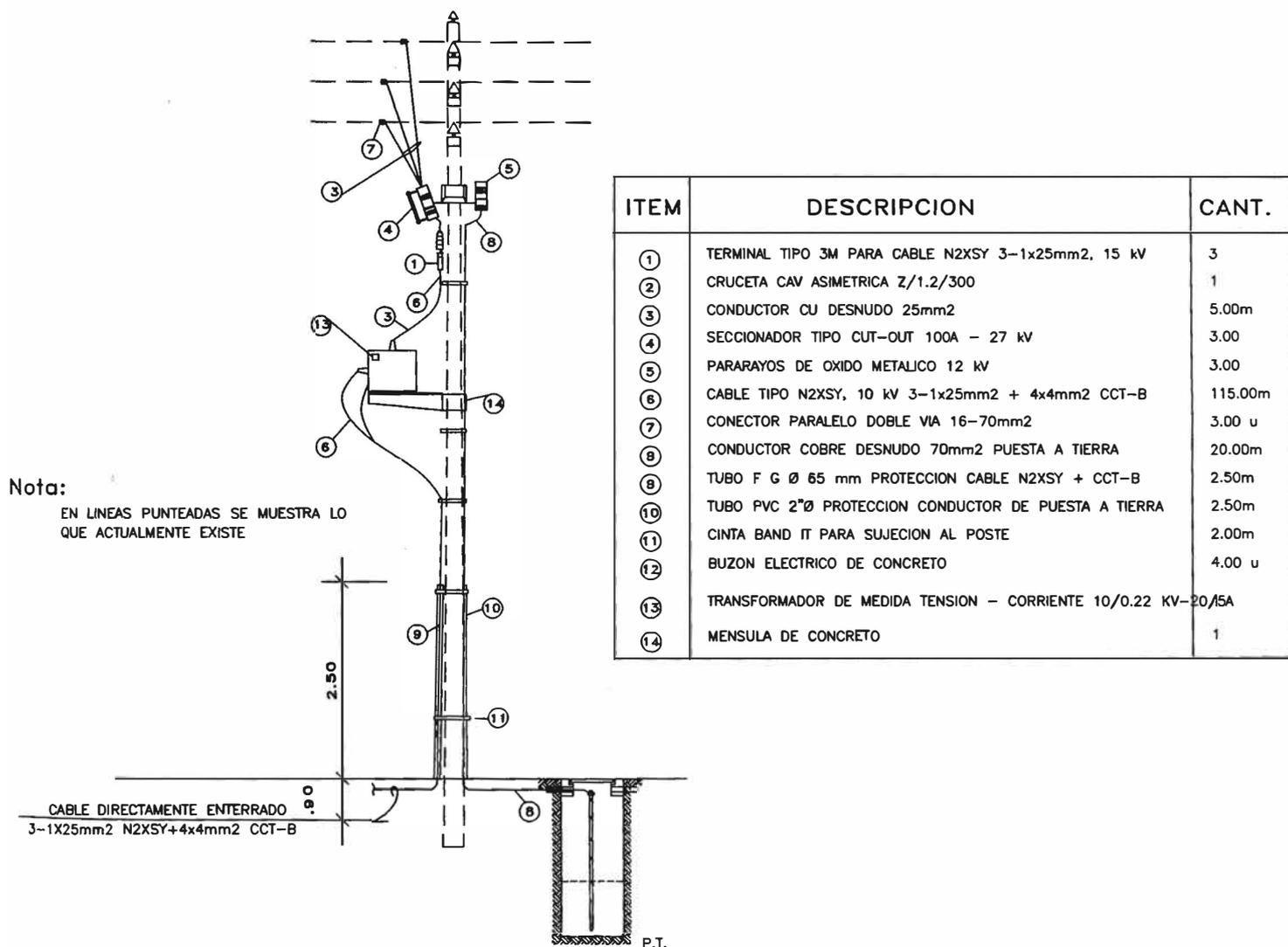
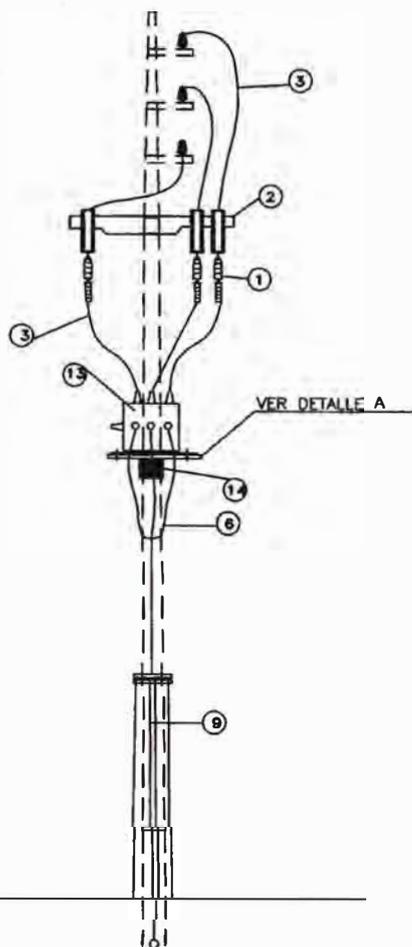


FIGURA 1.3
ESTRUCTURA DE DERIVACION Y SUS COMPONENTES
VISTA DE FRENTE



ITEM	DESCRIPCION	CANT.
①	TERMINAL TIPO 3M PARA CABLE N2XSY 3-1x25mm ² , 15 kV	3
②	CRUCETA CAV ASIMETRICA Z/1.2/300	1
③	CONDUCTOR CU DESNUDO 25mm ²	5.00m
④	SECCIONADOR TIPO CUT-OUT 100A - 27 kV	3.00
⑤	PARARAYOS DE OXIDO METALICO 12 kV	3.00
⑥	CABLE TIPO N2XSY, 10 kV 3-1x25mm ² + 4x4mm ² CCT-B	115.00m
⑦	CONECTOR PARALELO DOBLE VIA 16-70mm ²	3.00 u
⑧	CONDUCTOR COBRE DESNUDO 70mm ² PUESTA A TIERRA	20.00m
⑧	TUBO F G Ø 65 mm PROTECCION CABLE N2XSY + CCT-B	2.50m
⑩	TUBO PVC 2"Ø PROTECCION CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA	2.50m
⑪	CINTA BAND IT PARA SUJECION AL POSTE	2.00m
⑫	BUZON ELECTRICO DE CONCRETO	4.00 u
⑬	TRANSFORMADOR DE MEDIDA TENSION - CORRIENTE 10/0.22 kV-20/5A	1
⑭	MENSULA DE CONCRETO	1

FIGURA 1.4
ESTRUCTURA DE DERIVACION Y SUS COMPONENTES
VISTA DE PERFIL

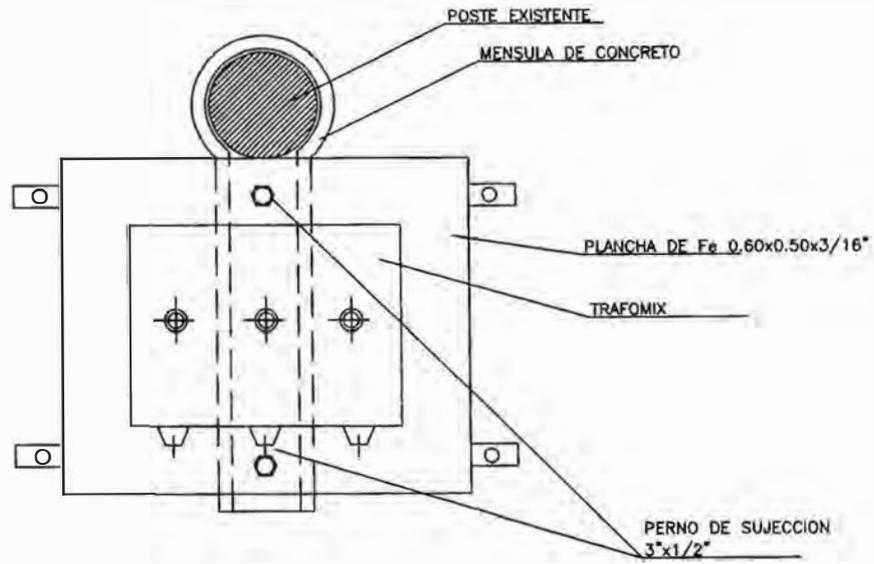


FIG. 1.5
VISTA DE PLANTA

FIGURA 1.5
ESTRUCTURA DE DERIVACION Y SUS COMPONENTES
VISTA DE PLANTA

FIGURA 1.5
ESTRUCTURA DE DERIVACION Y SUS COMPONENTES
VISTA DE PLANTA

1.5.1 Suministro de Energía

Cerca al terreno del hospital recorre una línea aérea en 10 kV del cual se ha tomado la alimentación eléctrica en el nivel mencionado; éste es el indicado por el concesionario Luz del Sur.

1.5.2 Sistema de Protección y Medición

El sistema de protección es mediante un seccionador de potencia de 100 A – 17 kV, además se instalaron fusibles unipolares dispuestos tal como están mostrados en las figuras 1.3 y 1.4.

El sistema de medición es mediante la utilización de un transformador combinado de tensión y corriente o también llamado “trafomix”, que se encuentra instalado en la estructura del punto de medición a la intemperie mostrado en las figuras mencionadas en el párrafo anterior.

1.5.3 Sistema de Puesta a Tierra

Al costado de la estructura de derivación se ha construido un pozo de tierra para Media tensión, mientras que; debemos indicar que la subestación interna cuenta con dos pozos: uno de media tensión (10 kV) y otro de baja tensión (220 V), tener muy en cuenta que todas las partes expuestas se llevan a tierra con un conductor de cobre desnudo de 35 mm² de sección. Ver figura 1.7.

1.5.4 Cuadro de Cargas

Las cargas eléctricas, se calculan de acuerdo a lo dispuesto por el Código Nacional de Electricidad y a las capacidades de los equipos de fuerza y alumbrado a instalar; para éste caso lo observamos en la tabla No 1.1

No obstante es necesario tener en cuenta el concepto de EQUIPAMIENTO PROGRESIVO, equipamiento por partes, o también llamado equipamiento por etapas; para esto, previamente recordemos que:

El índice de carga C de un transformador se define como:

$$C = \frac{I}{I_N} \quad (1.1)$$

donde:

C = Índice de carga.

I = intensidad de corriente a un determinado régimen de carga.

I_N = Intensidad nominal.

También hay que tener presente que, el rendimiento de un transformador es máximo cuando las pérdidas en el cobre se igualan a las pérdidas en el hierro.

Esto ocurrirá cuando $C \approx \frac{1}{2}$, es decir $\frac{I}{I_N} \approx \frac{1}{2} \rightarrow I \approx \frac{I_N}{2} = 50\% I_N$

Lo que significa que la corriente a un determinado régimen de carga en el transformador debería ser el 50% de su corriente nominal.

En la práctica, un transformador operará óptimamente cuando trabaje alrededor del 60% de su potencia nominal.

Pero, siendo un Hospital recientemente inaugurado juntamente con su sub estación eléctrica, se puede observar según la tabla 1.1 que cubre a los requerimientos de la carga con que éste Hospital inicia sus actividades.

Naturalmente la carga tenderá a aumentar, se adicionarán equipos médicos eléctricos y sobre todo electrónicos de tecnología de punta, dando por resultado una mayor demanda de potencia, ésta fácilmente a mediano plazo será el doble y posiblemente tienda a cuadruplicarse en el largo plazo, tenemos que tener presente siempre que los transformadores trabajan óptimamente al 60% de su potencia nominal.

Con estos considerandos, se espera llegar a una potencia de transformación de 1000 kVA, sugiriendo 3 etapas de equipamiento:

1ra. Etapa: Transformador de 250 kVA, 10/0.23 kV

Transformador de 75 kVA, 10/0.38 kV

Con los cuales se inicia el funcionamiento del hospital.

2da. Etapa: Transformador de 250 kVA

3ra. Etapa: Transformador de 400 kVA

CAPÍTULO II JUSTIFICACIÓN DE CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Dado a que el Ingeniero residente o supervisor Electricista tiene que verificar los cálculos realizados por los ingenieros calculistas del proyecto, en este caso se verifican los parámetros más importantes, para éstas verificaciones tenemos que tener presente lo siguientes datos generales :

V_n : Tensión nominal	10 kV
P_{cc} : Potencia de cortocircuito (dado por el concesionario)	200 MVA
L: Longitud del conductor alimentador	120 m
T: Temperatura del terreno.	30° C
t: Tiempo de actuación de la protección (por el concesionario)	0,10 s
Potencia instalada	250 kVA
Factor de potencia (asumida)	0,90

2.1 Cable Seleccionado

2.1.1 Por Capacidad de Corriente Nominal

La potencia total suministrada a través de los transformadores es de

$$325\text{kVA} \quad (=250 + 75) \quad (2.1)$$

Puesto que:

$$I = \frac{N}{\sqrt{3}} U \quad (2.2)$$

Donde:

I : Corriente de carga (A)

N : Potencia a transmitir (kVA)

U : Tensión de Operación (kV)

Dando valores:

$$N = (250 + 75) \text{ kVA} = 325 \text{ kVA}$$

$$U = 10 \text{ kV}$$

Resulta:

$$I = 18.79 \text{ A}$$

Pero, tenemos que ponernos en el caso que el hospital va a realizar un equipamiento progresivo, expuesto en 1.5.4; entonces se calcula la corriente de carga para una potencia de transformación de 1000 kVA, resultándonos:

$$I = \frac{1000}{\sqrt{3} \times 10} \quad (2.3)$$

$$I = 57,80 \text{ A}$$

De acuerdo a la norma DGE 013 – CS – 1, se aplican los siguientes factores de corrección:

- Temperatura del suelo (15° C)	1,04
- Resistividad térmica del suelo (80° C cm /w)	1,07
- Proximidad de otros cables tendidos bajo el suelo	0,74
- Profundidad del tendido (0,90 m)	0,97

Tenemos:

$$\text{Factor de Corrección total (FC)} = 1.04 \times 1.07 \times 0.74 \times 0.97 = 0.7988$$

$$(\text{FC}) = 0,7988$$

Reemplazando valores nos resulta que:

$$I_c = \frac{I}{\text{FC}} \quad (2.4)$$

$$I_c = \frac{57,80}{0.7988} = 72,36 \text{ A}$$

En consecuencia la Intensidad corregida I_c será de 72,36 A.

De acuerdo a las características eléctricas proporcionadas por el fabricante (ver anexos); el conductor seleccionado mínimo que corresponde es el de N2XSY 3-1x25 mm² 8,7 / 15 kV. que tiene una capacidad admisible de 180 A.

2.1.2 Por Corriente de Cortocircuito

El conductor alimentador debe ser capaz de soportar los esfuerzos dinámicos y térmicos debido a los cortocircuitos.

Para las solicitaciones dinámicas es determinante el impulso de la corriente de cortocircuito (I_s), y para las solicitaciones térmicas es determinante el valor eficaz medio de la corriente de corto circuito (I_{cc}).

En cuanto a las solicitaciones dinámicas los esfuerzos a soportar son proporcionales al cuadrado del impulso de la corriente del cortocircuito.

En cuanto a las solicitaciones térmicas, el calentamiento del conductor depende del valor eficaz medio de la corriente del cortocircuito y de su tiempo de duración.

De la potencia inicial de corto circuito simétrica (P_{cc}) se obtiene el valor de la corriente alterna de cortocircuito (I_{cc}), mediante la formula:

$$I_{cc} = \frac{P_{cc}}{\sqrt{3}xV_N} \quad (2.5)$$

Para nuestro caso:

$$I_{cc} = \frac{200MVA}{\sqrt{3}x10kV} = 11,56kA$$

La corriente de cortocircuito térmicamente admisible (I_{KM}) para el conductor alimentador en función del tiempo y de la sección del conductor alimentador, se calcula mediante la formula:

$$I_{KM} = \frac{0.14356xS}{\sqrt{t}} \quad (kA) \quad (2.6)$$

Donde:

I_{KM} = Corriente de cortocircuito térmicamente admisible (kA)

S = Sección transversal del conductor (mm^2)

t = Tiempo de apertura del sistema del protección.(seg) = 0.10 seg

Entonces calculamos la sección del cable conductor, necesario para soportar la corriente alterna de cortocircuito (I_{cc}) por efecto térmico, haciendo $I_{KM} = I_{cc}$ y reemplazando:

$$S = \frac{I_{cc}x\sqrt{t}}{0.14356} \quad (2.7)$$

$$S = \frac{11,56x\sqrt{0,1}}{0,14356} = 25.46mm^2$$

Luego el conductor seleccionado N2XSY 3-1 x 25 mm^2 , 15 kV, cumple con las condiciones por efecto de cortocircuito.

Considerando que el conductor seleccionado no debe transportar mas del 80% de su corriente admisible (80% de 180 =144 A), el conductor elegido satisface plenamente los resultados del cálculo.

2.1.3 Por Caída de Tensión

$$\Delta V = K I L 10^{-3} \text{ (V)} \quad (2.8)$$

donde:

I = Corriente (A) = 144 A

L = Distancia en metros. = 120 m

K = Factor que depende de la sección del conductor

$$K = K = \sqrt{3(R^2 + X^2)} \quad (2.9)$$

Donde:

R = Resistencia lineal

$$R = R_o (1 + \alpha \Delta T) \quad (2.10)$$

Siendo:

R_o = Resistencia a DC a 20 ° C = 0.727 Ohm / km que lo proporciona el fabricante.

R = Resistencia a 90 °C

α = Coeficiente de resistividad térmica del Cu = 0.00403 /°C.

ΔT = Variación de Temperatura = 70 °C.

Reemplazando datos resulta:

$$R = 0,9321 \text{ } \Omega / \text{Km}$$

Reactancia Inductiva lineal

$$X = 0,1746 \text{ Log } \frac{DMG}{RMG} \text{ (} \Omega / \text{Km)} \quad (2.11)$$

Donde:

RMG = 0,726 r, para el caso de 7 hilos el cual es nuestro caso.

r = radio del conductor = 2,8209446 mm

RMG = 2,048 mm

DMG = Distancia Media geométrica.

DMG = $\sqrt[3]{d_{12} d_{23} d_{13}}$

d_{12} = 88 mm

d_{23} = 88 mm

d_{13} = 176 mm

Resulta:

$$DMG = 110,87 \text{ mm} \quad (2.12)$$

Reemplazando en:

$$X = 0,1746 \text{Log} \frac{DMG}{RMG} \Omega / Km \quad (2.13)$$

Resulta:

$$X = 0,30267 \text{ (} \Omega / Km \text{)}$$

Por tanto

$$K = \sqrt{3} \sqrt{0,9321^2 + 0,30267^2} \quad (2.14)$$

Resulta:

$$K = 1,6974 \quad (2.15)$$

La Caída de Tensión será:

$$\begin{aligned} \Delta V &= 1.6974 \times 144 \times 120 \times 10^{-3} \text{ Voltios} \\ \Delta V &= 29,33 \text{ Voltios} \end{aligned} \quad (2.16)$$

Además: el 3.5% de 10 kV es = 350 V

Como vemos: 29.33 V < 350 V que es la caída de tensión permisible según el CNE.

2.2 Fusibles

Es el elemento más simple de protección contra sobrecorriente, incorporando el elemento detector y el medio de interrupción.

Calcularemos primero la protección del cable alimentador contra sobrecargas.

El tiempo de fusión del fusible varía inversamente con la corriente de sobrecarga.

La intensidad límite de fusión es de:

$I_F = 2,1 I_N$, hasta 4 horas de duración, para protección de cables alimentadores.

$I_F = 1,3 I_N$, hasta 1 hora de duración, para protección de transformadores.

De ahí que, para nuestro conductor alimentador N2XSY, tomando $I_N = 180$ A:

Obtenemos:

$$I_F = 2,1 \times 180 \text{ A} = 378 \text{ A} \quad (2.17)$$

Comercialmente, se tienen los fusibles de 400 A.

Se optó por el Fusible Unipolar 3x400 A, 12 kV, para la apertura sin carga

Adicionalmente se eligió el Seccionador de Potencia, automático, tipo SCR- sg – V- de FELMECDUESTELLE, 400 A, 12 kV, para la apertura con carga.

Para el caso de los transformadores, tenemos:

-Transformador: 250 kVA, 10/0,23 kV, trifásico, 60 hz.

En el lado de Media Tensión = 10 kV:

$$I_N = \frac{250kVA}{\sqrt{3} \times 10kV} = 14,43A \quad (2.18)$$

Entonces, $I_F = 1,3 \times 14,43 A = 18,76 A$

Comercialmente se tienen los fusibles de 25 A

Se optó por el Fusible Unipolar 3x 25 A, HH, 10 kV.

En el lado de Baja Tensión = 0,23 kV:

$$I_N = \frac{250kVA}{\sqrt{3} \times 0,23kV} = 627,55A \quad (2.19)$$

Entonces, $I_F = 1,3 \times 627,55 A = 815,8 A$

Comercialmente se tienen los fusibles de 800 A

Se optó por el Interruptor Termomagnético 3 x 800 A, instalado en el Tablero General de baja tensión.

-Para el transformador de 75 kVA, 10/0,38 kV, trifásico, 60 hz.

En el lado de Media Tensión = 10 kV:

$$I_N = \frac{75kVA}{\sqrt{3} \times 10kV} = 4,33A \quad (2.20)$$

Entonces, $I_F = 1,3 \times 4,33 A = 5,63 A$

Comercialmente se tienen los fusibles de 16 A

Se optó por el Fusible Unipolar 3x 16 A, HH, 10 kV.

En el lado de Baja Tensión = 0,38 kV:

$$I_N = \frac{75kVA}{\sqrt{3} \times 0,38kV} = 113,95A \quad (2.21)$$

Entonces, $I_F = 1,3 \times 113,95 A = 148,14 A$

Comercialmente se tienen los fusibles de 150 A

Se optó por el Interruptor Termomagnético 3x 150 A, instalado en el Tablero de Rayos X.

2.3 Cálculo del Pozo de Tierra

El suelo peruano presenta altas resistividades, tanto en las áreas urbanas, por su filiación aluvial o diluvial como en las extensas zonas rurales. En la costa, casi exenta de precipitaciones pluviales predominan los arenales y suelos secos con base pedregosa. En la sierra, dotada de lluvias estacionales, el subsuelo es rocoso. Y en la selva, los estratos superficiales variables han perdido sus sales naturales sobre el basamento profundo.

Estas apreciaciones, en correlación con los datos de las medidas de campo, permiten establecer (a excepción de las áreas de cultivo) resistividades equivalentes promedio de $200 \Omega \cdot m$, parámetro que puede ser asumido directamente.

Con ésta consideración, y para un electrodo en posición vertical tal como se muestra en la figura 2.1 podemos calcular la resistencia del pozo a tierra, usando la siguiente fórmula:

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} * \ln\left(\frac{4L}{d}\right) \quad (2.22)$$

Donde:

R = Resistencia del dispensor (resistencia del pozo de tierra), según el CNE debe estar entre 5 – 25 ohmios .

ρ = Resistividad del terreno en $\Omega \cdot m = 200 \Omega \cdot m$ caso de la zona.

L = Longitud del electrodo en m. = 2,40 m

d = diámetro del electrodo. = $\frac{3}{4}$ " = 0,01905 m

Reemplazando valores resulta:

$$R = 82.57 \Omega$$

Resultando que el valor obtenido está fuera de lo que recomienda el CNE.

Para éste caso entonces es necesario aplicar el tratamiento del terreno con alguna sustancia química para disminuir éste valor, dando lugar de un lado a la proliferación del uso de compuestos químicos, algunos de ellos tóxicos y de otro lado al uso indiscriminado y depredatorio de la tierra de cultivo, para la preparación de los rellenos, un pozo de puesta a tierra debilita o elimina $5 m^2$ de área cultivable. Se recomienda utilizar electrodos auxiliares en forma de espiral.

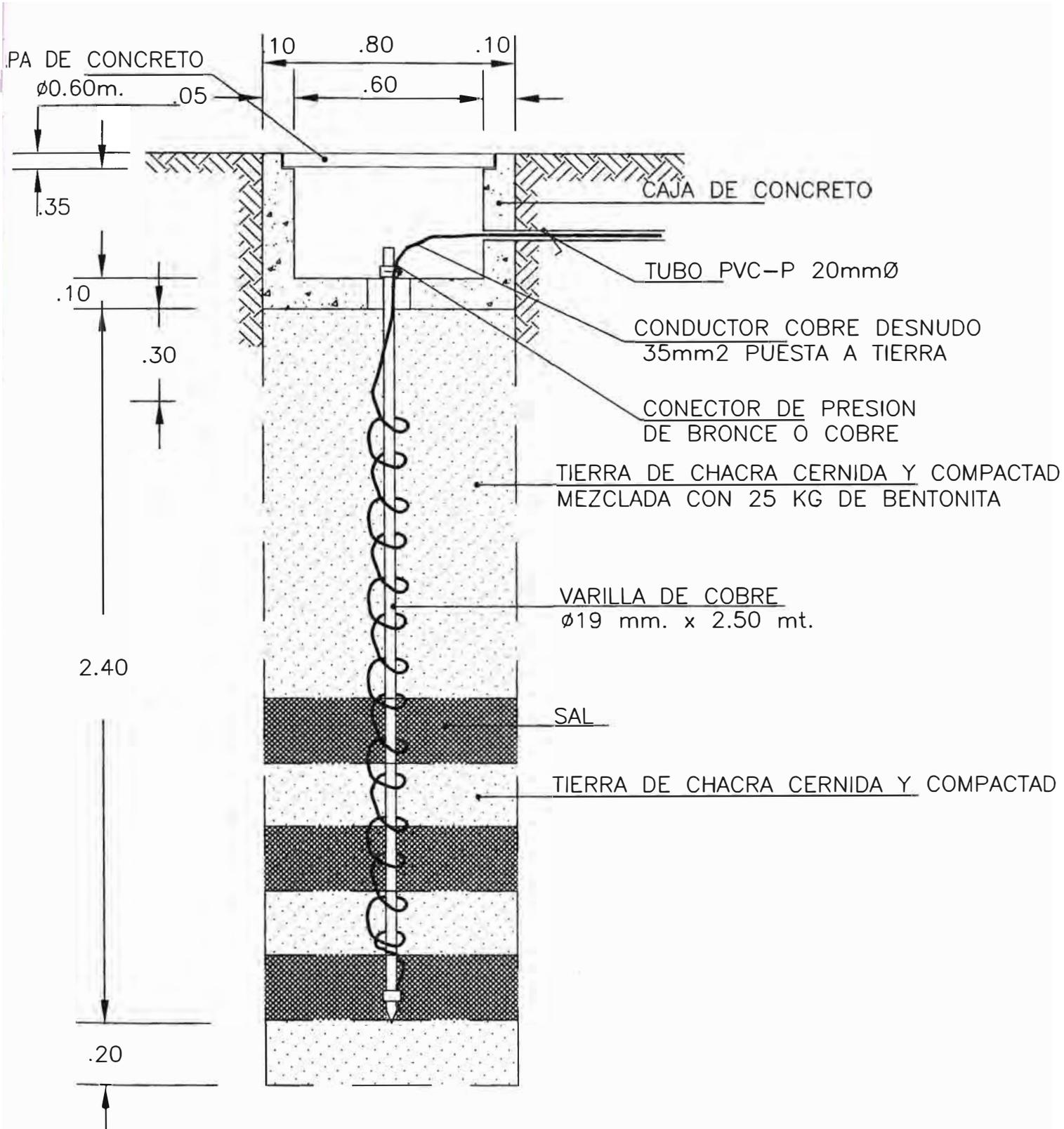


FIGURA 2.1
POZO DE TIERRA CON VARILLA VERTICAL

FIGURA 2.1
POZO DE TIERRA CON VARILLA VERTICAL

Todos estos inconvenientes actualmente han sido superados en forma racional con el método ecológico simplificado.

Algunos diseñadores consideran a los pozos con las dimensiones: de 1 m. de diámetro por 3.00 m de profundidad; en la práctica éstos se construyen con un diámetro de 1.50 m dado a que la persona que realice los trabajos tenga comodidad para excavar y construir dicho pozo. Para mejorar la resistividad del terreno es decir tratar de disminuir la resistencia de tierra a cada pozo se le adiciona: 25 kg de bentonita mezclado con tierra vegetal cernida para la primera mitad del pozo, la segunda mitad del pozo se le adiciona 100 Kg. de sal industrial acompañado con 20 Kg. de carbón vegetal y tierra vegetal cernida, además se le adiciona un dispersor helicoidal para facilitar la dispersión de la corriente eléctrica.

Luego del tratamiento respectivo del terreno, se logra obtener lo siguiente:

$$\rho = \text{Resistividad del terreno} = 40 \, \Omega \cdot \text{m} .$$

$$L = \text{Longitud del electrodo} = 2,50 \text{ m}$$

$$d = \text{diámetro del electrodo.} = 19 \text{ mm} = 0,019 \text{ m}$$

Reemplazando los valores en (2.17), resulta:

$$R = 16,50 \, \Omega$$

Como vemos es un valor que está dentro del rango permitido.

CAPÍTULO III MONTAJE ELÉCTRICO DE LA SUBESTACIÓN

3.1 Conductores

Desde el punto de Alimentación propiedad de Luz del Sur, que para nuestro caso es un punto de una red aérea que va tendido cerca al terreno del hospital; se ha realizado la derivación mediante conductores de cobre desnudo cableados de 25 mm² de sección, los mismos que se conectan a los conductores de la red existente a través de conectores de cobre doble vía dispuestos como se indica en la figura 1.3 y 1.4. Estos conductores van directamente conectados a los Cut – Out. de 100 A-27 kV.

3.2 Cruceta

Estas crucetas se instalan teniendo en cuenta la normas DGE 019 CA-2/1983, DGE 015-PD-1 y DGE 013-CS-1 que los mostramos en el ANEXO E, las crucetas han sido fijadas al poste como se muestra en las figuras 1.3, 1.4 y 1.5, éstas son fraguadas usando para tal fin una mezcla de cemento y yeso, para permitir el fraguado rápido y correcto.

Se tiene que tener en cuenta que para realizar esta instalación, se tiene que sacar fuera de servicio al sistema para proceder a desmontar la cruceta existente; luego de éste paso se procede a montar la cruceta de derivación para después volver a montar la cruceta antes desmontada.

3.3 Seccionador Fusible de potencia automático – tripolar 10 kV Cut – Out

Los seccionadores fusibles Cut-Out de 100 A – 27 kV se instalan con sus abrazaderas respectivas en la cruceta de Concreto armado vibrado (CAV), tal como se muestra en las figuras mencionadas en el párrafo anterior, teniendo cuidado que el pivote de vasculación se encuentre en la parte inferior, para que no se complique la apertura con pértiga. En la hoja del anexo B mostramos un tipo de seccionador fusible de potencia automático tripolar de 10 kV.

3.4 Pararrayos

Los pararrayos al igual que los seccionadores, se instalan con sus respectivas abrazaderas en la misma cruceta de CAV como observamos en las figuras mencionadas en 3.2 (figuras 1.3, 1.4 y 1.5)

3.5 Terminales

Estos terminales se instalan de acuerdo a normas DGE 019 CA-2/1983, DGE 015-PD-1 y DGE 013-CS-1 mostrados en el ANEXOS G, teniendo presente la adecuada limpieza del cobre del cable conductor respectivo.

Los terminales deben evitar el acceso de la humedad al aislamiento del cable ya que tal penetración es perjudicial al mismo.

Los terminales están asegurados y soportados de modo que se mantienen instalados en su posición.

3.6 Bajada de Cable

Para la protección contra vandalismo, el cable se protege con un tubo PVC-P de 65 mm de diámetro hasta una altura de 2,40 m. sobre el nivel del suelo. La tubería PVC-P así como el cable N2XSY de 25 mm² se fijan al poste mediante cinta Band It de ¾" de ancho.

3.7 Tendido de Cable Subterráneo y Compactación de Zanja

Teniendo presente la norma DGE 013-CS-1 que lo mostramos en los ANEXOS G se realiza el tendido del conductor que en algunos tramos es directamente enterrado en zanja de 1,1 m de profundidad por 0,60 m. de ancho, en tramos en donde está expuesto a esfuerzos mecánicos con ductos de concreto de dos vías taponeados con yute en los extremos inicial y final del tramo mencionado, también hay tramos donde se usa ductos que es en zona de jardines, para protegerlo de posibles movimientos de tierra. Ver figuras 3.1 y 3.2.

El cable N2XSY se tiende directamente sobre la cama de arena cernida de la zanja o dentro de una de las vías del ducto de concreto, desenrollándolo de la bobina que lo contiene, la misma que se sienta en un eje metálico apoyado en dos soportes laterales.

No se recomienda dar tirones sobre el cable para su extracción, por lo que la bobina será girada por dos o mas operadores, frenándola cuando tienda a sobre girar.

Cuando se realiza la excavación se tiene que tener en cuenta lo siguiente:

- La tierra de excavación y el pavimento existente se deposita por separado.
- La tierra de excavación se tiene que colocar a no menos de 50 cm. de los bordes de la zanja, para evitar posibles derrumbes de la misma.

El tamizado de la tierra se realiza con zaranda cuya malla es de $\frac{1}{4}$ " el cual se coloca con una inclinación de 45° con respecto al piso.

El proceso del tendido del cable, el llenado y compactación de zanja se realiza, tal como debe indicar en las especificaciones técnicas y los planos respectivos, es decir:

3.7.1 Se llena una capa de arena de aproximadamente 20 cm. bien compactada en el fondo de la zanja

3.7.1 Pruebas

Antes de instalar cualquier equipo, se procede a realizar las pruebas a todos los cables y las conexiones demostrando su continuidad y segregación de cualquier contacto a tierra. Estas pruebas se realizan en presencia del inspector y las mediciones del aislamiento se efectúan usando un Megger de no menos de 2.5 kV a todos los cables instalados.

Las mismas pruebas se repetirá después de terminada la instalación y antes de la energización de los circuitos, aplicándoles potencial de corriente continua o alterna durante no menos de 3 minutos.

FIG. 3.1
RECORRIDO CABLE SUBTERRANEO

FIG. 3.2
VISTA DE CORTE DE LA INSTALACION DEL CABLE N2XSY DIRECTAMENTE
ENTERRADO

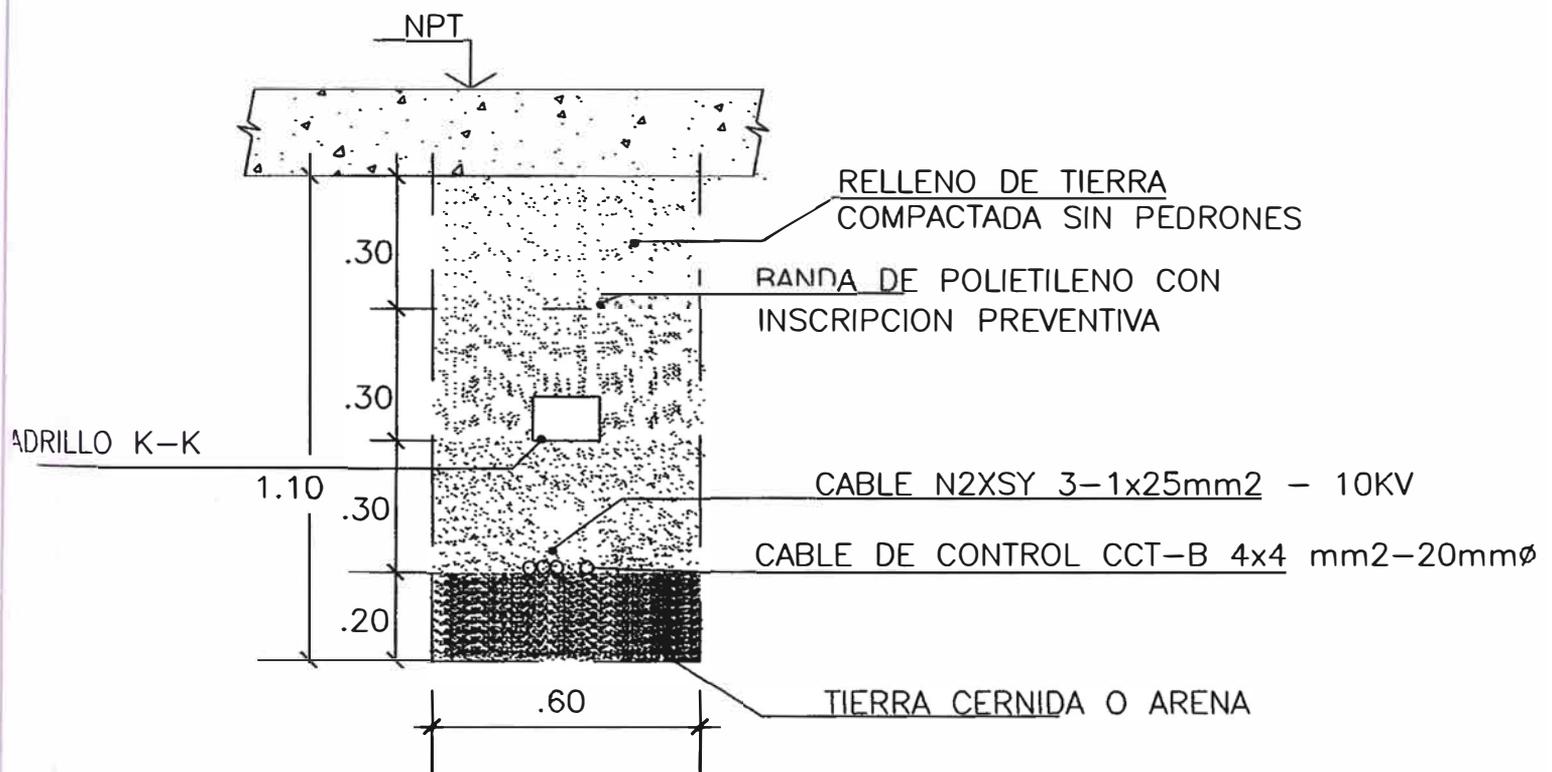


FIGURA 3.2
 VISTA DE CORTE DE LA INSTALACION DE CABLE DIRECTAMENTE ENTERRADO

3.7.2 Luego, apoyados con un carrete portabobinas se tiende el cable conductor N2XSY de 3-1x25 mm².

3.7.3 Se llena una capa de arena sin pedregones de 30 cm. Bien compactado

3.7.4 Colocamos ladrillos KK separados 10 cm. a lo largo de todo el recorrido, tal como indicamos en los planos

3.7.5 Se llena una capa de 20 cm de arena bien compactada.

3.7.6 Se procede a colocar la cinta señalizadora color rojo brillante que lleva inscrito el mensaje de "PELIGRO DE MUERTE – CABLE DE ALTA TENSION 10 Kv" en letras negras y en la ubicación tal como mostramos en planos.

3.7.7 Finalmente se rellena con tierra natural bien compactada hasta llegar a la superficie del suelo; cabe indicar que para el proceso de compactación se usa de preferencia una apisonadora tipo loro, asegurándonos que no se produzcan posibles asentamientos de tierra en el futuro.

Cabe destacar que al final de todo éste proceso se debe considerar que en una futura excavación el operario que excave encuentre primero la cinta señalizadora, luego encuentre los ladrillos y así tome las debidas precauciones.

3.8 Subestación de Superficie de Tipo Convencional

3.8.1 Montaje de Equipos de Protección

Se verifica que los Equipos eléctricos de protección que se instalan en una subestación del tipo superficie convencional cumplen con las principales normas de fabricación: VDE, CEI e ITINTEC, así como las principales normas de montaje de la DGE del Ministerio de Energía y Minas, éstas normas las mostramos en el ANEXO F para justificar dicho montaje.

Todos estos equipos son del tipo fijo para montarse en soportes correspondientes a las celdas, éste montaje se realiza teniendo en cuenta la seguridad y facilidad de maniobras para operarlos desde la parte frontal, esto a su vez facilita las operaciones de inspección y mantenimiento que tienen que tener nuestros equipos.

3.8.2 Transformadores de Distribución

Después de haber revisado minuciosamente a los transformadores comprobando que no han sufrido daños en la cuba, radiadores, aisladores e instrumentos se pasó a realizar lo siguiente:

- Verificación de pérdida de aceite y filtraciones.
- Control del nivel de aceite.

Se comprueba que todas las válvulas y respiraderos lleguen herméticamente cerrados por ser una condición del montaje.

Luego de todas estas verificaciones se pasó a ver los aspectos importantes que hay que tener en cuenta para una adecuada instalación, los cuales son: La Protección, La ventilación y el desfogue de aceite.

La Protección

Como es una subestación del tipo Interior, lógicamente que en el lado de Alta se protege con fusibles unipolares de 3x400 A, 15 kV, además de éstos se cuenta con un seccionador de potencia de 400 A – 12 kV y fusible de 15 A y 16 A para los dos transformadores. Como es de conocimiento, estos fusibles deben estar diseñados de tal forma que cumplan con las siguientes condiciones mínimas:

- Que actúen en el tiempo máximo de 2 segundos, en caso de cortocircuito en bornes del secundario.
- Que no actúen, en caso de cortocircuito en la barra de baja tensión, ya que en este caso debe actuar el elemento de protección de ese lado, que para nuestro es el Interruptor de 3x800 A y el interruptor de 3x150 A para rayos X.

La Ventilación

Para el caso del proyecto en mención los transformadores se instalan en un lugar seco y bien ventilado sentados en dos rieles tipo U con la seguridad que los transformadores queden totalmente encima de la entrada del aire fresco, con respecto al desfogue del aire caliente ésta subestación cuenta con una ventana superior que abarca todo el perímetro de la zona de los transformadores, dando así una buena ventilación.

El desfogue de Aceite

Para este caso, en la canaleta de ingreso (zanja) por debajo de los transformadores se construye a la altura de los tanques de aceite sumideros para drenaje, esto para evitar posibles lagunas o acumulaciones de aceite en el caso que accidentalmente ocurriesen fugas de aceite.

3.8.3 Puesta en Servicio

Luego de las verificaciones dadas y antes de poner en servicio nuestra subestación tenemos que asegurarnos que se cuenta con una relación de equipos de maniobra, que comprende las herramientas y los elementos necesarios para realizar las maniobras de puesta en servicio y de desconexión de la subestación, los cuales están constituidos por lo siguiente:

Una pértiga de maniobras con aislamiento de 12 kV, de tensión nominal.

Un par de guantes de goma para media tensión de 20 kV.

Una banqueta para media tensión 12 kV, con 4 aisladores.

Un aviso de peligro que se colocará en las celdas con la siguiente leyenda: "PELIGRO DE MUERTE / MEDIA TENSION".

Un extintor de polvo químico seco ABC.

Un balde de arena.

Luego de asegurarnos que contamos con todo lo anterior pasamos a realizar lo siguiente:

- Se verifica que la Tensión y la frecuencia de la red, así como la altitud y la temperatura ambiente de la instalación concuerden con las características del Transformador.
- Se verifica que los bornes a tierra estén bien ajustados y bien dimensionadas, tener en cuenta que las partes metálicas de la celda de llegada y de la celda de transformación, no deben mantener potencial eléctrico y menos conducir corriente; por tal razón debemos asegurarnos que estén conectados al sistema de tierra de media tensión que debe tener una resistencia máxima de 25 Ohmios; recordar que el tanque del transformador también debe conectarse a tierra según el CNE. Se deben limpiar también los aisladores.
- Una vez de haber cumplido todos los requisitos explicados en el párrafo anterior pasamos a colocar los fusibles del cut out, así como también los fusibles del lado primario de los transformadores éstos lógicamente en el lado de alta y

seguros de tener los Interruptores generales de baja tensión ya sea para el tablero general y el Tablero de Rayos "X" abiertos, procedemos a energizar la subestación.

CAPÍTULO IV

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS

En esta parte se detallan las especificaciones y características técnicas de los materiales y equipos que se han utilizado en la obra, correspondiente a la Subestación y la instalación del cable alimentador de media tensión 10 kV

4.1 Subestación Exterior

4.1.1 Seccionador Fusible Unipolar (Cut – Out).

Es del tipo Cut-Out, de montaje exterior con abrazadera; cuerpo de porcelana vidriada, de apertura manual con pértiga, automática al fundirse el elemento fusible; con cierre superior a prueba de apertura accidental; provisto de grapas terminales de canales paralelos tipo universal, para el conductor de cobre que es de 25 mm²., con las siguientes características:

- | | |
|------------------------------------|------------|
| - Tensión Nominal | 17 kV. |
| - Corriente Nominal | 100 A. |
| - Capacidad de Interrupción | 10 kA. |
| - Nivel Básico de aislamiento | 95 kV BIL. |
| - Tensión de Contorneo en Seco | 42 kV. |
| - Tensión de Contorneo Bajo lluvia | 36 kV. |
| - Fusible Tipo Chicote “K” | 15 A. |

4.1.2 Terminales

Las características técnicas de fabricación para los terminales usados para la conexión de los cables de energía con los equipos de protección, ya sea exterior e interior, se rigen a las siguientes Normas mostradas en anexos E y G:

- Norma DGE 019 CA-2/1983.
- Norma DGE 015 – PD – 1
- Norma DGE 013 – CS – 1.

Se instalaron 02 Kits de terminales. Estos terminales son unipolares del tipo 3M, adecuados para instalar con cable N2XSY, 8.5/15 KV de 3-1x25 mm², ya sea en el exterior para el caso del punto de alimentación e interior en la celda de

llegada de la subestación interior. Y por norma deberán tener suficiente resistencia térmica, mecánica y electromagnética para soportar las corrientes de cortocircuito y de la expansión térmica. Los pasatapas con aislamiento de porcelana, deberán estar provistos del terminal respectivo para unir al conductor de cobre.

4.1.3 Trafomix

Se le llama así al transformador combinado de tensión y corriente, para la medición trifásica desbalanceada, compuesto por tres bobinados de tensión y tres bobinados de corriente conectados en estrella, de las siguientes características:

Tipo	: TMEA-33.
Altura de trabajo	: 1000 msnm.
Frecuencia	: 60 Hz.
Número de fases	: 3Ø
Clase de aislamiento	: OA
Enfriamiento	: ONAN
Nivel de Aislamiento en A.T.	: 12 / 95 kV
Nivel de Aislamiento en B.T.	: 0.6 / 2 kV
Ubicación de los aisladores	: Sobre la tapa
Neutro del Sistema	: Aislado.

1 Bobinados de Tensión.

Relación	: 10/0.23 kV
Conexión	: Estrella.
Clase de Precisión	: 1
Potencia	: 20 VA.

2 Bobinados de corriente.

Relación	: 15 / 5 A.
Conexión	: Simple relación.
Clase de Precisión	: 5P10
Corriente Térmica Máxima	: 100 In.
Potencia	: 20 VA

3 Normas aplicables.

IEC Publicación 185-186.

4.2 Zanjas

La zanja para el tendido del cable subterráneo, es de 0.60 m de ancho y 1.10 m de profundidad. El fondo de la zanja está prevista de tierra suave bien compactada y sin pedregones. La zanja se rellenó por capas; una primera capa de 20 Cm. es de tierra cernida, sobre esta capa va colocado el cable extendido, seguidamente y con una altura de 20 cm se colocó el mismo material. Sobre ésta capa y en toda la longitud se colocó ladrillos tipo king kong. El resto de la zanja va llenado con tierra natural debidamente cernido y sin pedregones bien compactada, teniendo la precaución que encima de la primera va la cinta señalizadora color rojo de 5"x0.04" de espesor, en la que está escrita la siguiente expresión en letras de color negro: "PELIGRO CABLES DE ALTA TENSIÓN 10 KV".

4.3 Conductor Alimentador en 10 KV

El Cable utilizado es de fabricación nacional, hecho por un fabricante de reconocido prestigio; es de cobre electrolítico recocido, cableado comprimido o compactado. Cinta semiconductor o compuesto semiconductor extruido sobre el conductor. Aislamiento de polietileno Reticulado (XLPE). Cinta Semiconductor o compuesto semiconductor extruida y cinta o alambres de cobre electrolítico sobre el conductor aislado. Barrera térmica de poliéster. Chaqueta exterior de PVC color rojo; y tiene las siguientes características: (Anexo A)

4.3.1 Características Físicas

Tipo	N2XSY
Sección Transversal	3-1x25 mm ² .
Forma del alma	Circular Cableado.
Numero de Hilos	7
Diámetro del Conductor	6,3 mm
Aislamiento	4,5 mm
Cubierta	1,8 mm
Diámetro Exterior	22,1 mm
Peso	707 kg/km.

4.3.2 Características Eléctricas

Tensión Nominal	8,7/15 kV
Tensión Máxima Adm. en serv.	12 kV.

Resistencia lineal a 20 °C	0,927 Ohm/km.
Reactancia inductiva lineal	0,2964 Ohm/km.
Capacidad de Corriente	180 A.
Corriente Máx. Permisible.	144 A.

4.3.3 Normas Aplicables

El material indicado se ajusta estrictamente a las Normas:

- ITINTEC 370.050
- IEC 502
- DGE-13-CS-1
- Código Nacional de Electricidad.

4.4 Sistema de Puesta a Tierra

En la estructura de derivación los pararrayos, y en la subestación de distribución del Hospital: todas las partes metálicas van conectadas mediante un conductor de cobre desnudo cableado de 1x35 mm² al pozo de puesta a tierra respectivo.

4.4.1 Características del Conductor

Es de cobre electrolítico de 99.99% de pureza mínima, recocido, semiduro, desnudo, cableado concéntrico de 7 hilos.

Este conductor es de 35 mm² de sección y cumple las pruebas de características mecánicas y eléctricas de la norma ITINTEC 370.044.

Sección Nominal	35 mm ²
Numero de Hilos	7
Diámetro nominal del Hilo	2,52 mm.
Diámetro nominal exterior	7,56 mm.
Peso aproximado	314 Kg/Km.
Resistencia máxima a 20 ° C	0,53 ohm/Km.
Tiro de rotura	363 Kg.

4.4.2 Electrodo de Puesta a Tierra

Es de cobre puro de ¾" de diámetro y 2,40 m de longitud; el cual está rodeado de una espiral fijado a cada extremo de dicha varilla, tal como se muestra en la figura 1.8; dicho espiral estará hecho con cobre desnudo de 35 mm². para mejorar la dispersión de la corriente eléctrica en caso de descargas.

4.4.3 Conectores

Los conectores usados son de cobre de $\frac{3}{4}$ " Ø tipo AB o Anderson y se ha usado para conectar el electrodo de puesta a tierra con el conductor de tierra, también se ha usado para fijar el espiral a la varilla de cobre.

4.4.4 Pozo de Tierra

Con respecto al sistema de Media Tensión se han construido 02 pozos, 01 en la estructura de derivación y 01 en la Subestación de distribución proyectada interior. Ambos pozos tienen como resistencia valores menores a 25 ohmios.

Dado a que en la zona construida la resistividad promedio del suelo es de 200 ohmios-metro, éstos pozos se han construido con las siguientes dimensiones: de 1 m. de Ø por 3.00 m de profundidad; y cada uno se le ha adicionado: 25 Kg de Bentonita mezclado con tierra vegetal cernida para la primera mitad del pozo, la segunda mitad del pozo está compuesta de 100 Kg. de sal industrial, 20 Kg. de carbón vegetal y tierra vegetal cernida.

4.4.5 Pararrayos

Los Pararrayos son de Oxido Metálico sin descargadores, para uso exterior, de conexión directa, de las siguientes características:

- Tensión Nominal 10 kV.
- Frecuencia Nominal 60 Hz.
- Intensidad de Evacuación 10 kA.
(Valor Cresta)
- Mínimo Nivel Básico de aislamiento
 - Al Impulso 61 kV
 - A la Frecuencia Nominal 95 kV
- Accesorios de Fijación en Cruceta de Concreto.
- Altura de Trabajo 1000 msnm.

4.4.6 Normas Aplicables

El material cubierto por esta especificación cumple con las prescripciones de las siguientes normas, según donde corresponda, de acuerdo a la fecha de ejecución de la obra para este caso es:

ASTM B.56

DGE 019-CA-2/1983.

ASTM B-227

4.5 Subestación Interior

En ésta parte se tratará de los requerimientos mínimos que cumplen los accesorios, equipos y componentes de la subestación de distribución instalada.

4.5.1 Transformador

Como responsables de la ejecución de las Instalaciones Eléctricas, se tiene que exigir y supervisar que el fabricante; suministre el transformador con todos los accesorios necesarios para asegurar el buen comportamiento del equipo durante su vida útil.

Dentro de las exigencias que se tiene que tomar en cuenta durante la recepción del transformador, es que; éste contenga y cumpla con las siguientes características:

- Placa inoxidable con indicación indeleble de las características del Transformador, como son:
 - Tipo de Instalación
 - Número de fases
 - Frecuencia
 - Tensiones.
 - Conexión en A.T.
 - Conexión en B.T.
 - Grupo de Conexión.
 - Tensión de Corto circuito.
 - Sobre elevación de Temperatura del aceite.
 - Temperatura ambiental.
 - Peso, marca y tipo de aceite.
 - Peso de la parte activa.
 - Peso Total.
 - Fabricante y Número de serie de la unidad
 - Normas de fabricación.
- Placa del diagrama de conexión interior.
- Conmutador tripolar de tomas, con mando exterior de 5 posesiones bien diferenciadas, para ser accionados desde la tapa del transformador.

La placa de instrucciones de operación están ubicadas en lugar visible, donde indica claramente que para efectuar una maniobra de conmutación se debe de desconectar la alimentación del lado de alta tensión.

- El Transformador debe venir con dos ganchos u orejas para el izamiento o montaje.
- Indicador del nivel de aceite.
- Válvula de vaciado de aceite.
- Pozo termométrico.
- Plancha para conexión a tierra del tanque.
- Que las salidas de alta y baja tensión estén con terminales blindados.
- Que el tanque conservador de aceite, se ubicara en el lado de baja tensión paralelo a la dimensión mayor a una altura mínima de 9 cm respecto a la tapa del transformador, para permitir sin ninguna dificultad la salida de baja tensión con barras.
- Que el termómetro indicador de máxima temperatura sea con mira orientable hacia cualquier dirección horizontal respecto del plano termométrico.
- Que contenga una válvula para escape de sobre presión.
- Que las ruedas de las que está provista sean de tipo orientable.

1 Condiciones Normales de Operación

Las condiciones normales de operación se indican a continuación:

Número de fases	3
Tensión Nominal del Primario	10 kV.
Potencia Nominal	250 kVA.
Tensión Nominal en el Secundario	230 V.
Conexión Lado Primario	Triángulo
Conexión Lado Secundario	Triángulo.
Grupo de Conexión	Dd6
Frecuencia Nominal	60 Hz.
Tipo de Refrigeración	ONAN.
Tipo de Montaje	Interior.
Condiciones ambientales	
Humedad relativa Máxima	80%.
Temperatura ambiental	5 a 40°C.

Altura de Trabajo	1000 msnm.
Tensión de Corto Circuito	4,5 %.

2 Diseño y Construcción

El transformador está construido de tal forma que debe satisfacer la norma Técnica ITINTEC 370.002, referente a los transformadores de potencia en los que se contempla que los transformadores deberán cumplir las recomendaciones de CEI, publicación No 76 (de 1976), así como también la guía de las Normas 354 (de 1972), para la capacidad de sobrecarga.

Asumiendo las condiciones ambientales de diseño que se indican en dichas Normas, los transformadores se construyeron de modo que operando a plena carga, las elevaciones de temperatura no le afecten y no deberán de superar los siguientes valores:

- Sobre elevación de temperatura en la punta más caliente de los devanados 78 ° C.
- Sobre elevación de temperatura promedio de devanados 60 ° C.
- Sobre elevación de temperatura de aceite en la parte superior del tanque 80 ° C.

3 Características del Tanque

Al recibir un transformador, el cliente tiene que exigir al fabricante, que antes de introducir el aceite a los tanques respectivos, éste debe ser sometido a la prueba de rigidez dieléctrica.

El aceite en los transformadores tiene doble función, actúa como aislante y como agente refrigerante (por convección).

La rigidez dieléctrica de los aceites usados en transformadores es del orden de los 200 kV/cm.

El aceite experimenta un proceso de envejecimiento. Significa que con el tiempo, se altera, se oxida, forma productos ácidos, y puede llegar a crear lodos. Con el envejecimiento, el aceite empeora en cuanto a características aislantes y refrigerantes, llegando a resultar inservible. De ahí la importancia de su vigilancia y conservación.

La prueba de rigidez dieléctrica de aceite para transformadores se efectúa de acuerdo a lo prescrito por la norma ASTM D1816-79.

Para ello se toman cuidadosamente, 10 muestras a los cuales se les introduce un par de electrodos y se les aplica un alto voltaje alterno que es elevado hasta obtener una tensión de descarga o ruptura dieléctrica, la cual se mide.

La tensión de ruptura dieléctrica para aceites nuevos es de 30 kV, para niveles de tensión ≤ 36 kV.

La tensión de ruptura dieléctrica para aceites usados es de 25 kV, para niveles de tensión ≤ 36 kV.

Otros datos son:

Separación entre electrodos	: 2 mm
Velocidad de variación de la tensión	: 500 VPS
Intervalo de tiempo entre descargas	: 60 seg
Tipo de electrodos	: Semi esféricos.

La prevención de fallas en los transformadores e interruptores de alta tensión exige la realización periódica del ensayo de rigidez dieléctrica del aceite que contienen dichos aparatos.

Cabe mencionar que un valor bajo es una señal de peligro para el aparato llenado con ese aceite. La causa reside normalmente en una contaminación por humedad y / o partículas sólidas en suspensión. El procedimiento indicado en este caso consiste en someter el aceite a un proceso de purificación, o en el peor de los casos el cambio total del aceite.

4 Construcción de la Parte Activa

a Bobinas

Por otro lado las bobinas están construidos con un conductor de cobre, de por lo menos 99.8% de pureza. Los conductores redondos llevan como aislante eléctrico, esmalte especial de características mecánicas y químicas, que aseguren el nivel de aislamiento y durabilidad requeridos.

En las platinas rectangulares, el aislamiento será de papel o similar.

Las conexiones de las bobinas entre si o con los terminales exteriores, están forrados con papel o cinta aislante compatible con el aceite y las condiciones térmicas del transformador.

5 Pruebas

Las pruebas que se realizaron a los transformadores antes de la recepción respectiva fueron:

- Prueba de continuidad.
- Prueba de aislamiento.
- Prueba de la relación de transformación.
- Prueba de la tensión de corto circuito.
- Prueba de las pérdidas en el Cobre.
- Prueba de las pérdidas y la Corriente en vacío.
- Ensayo de la tensión inducida.
- Ensayo de la tensión aplicada.

4.5.2 Celdas

1.-Celda de llegada.

Destinada para recibir la alimentación desde la red de Luz del Sur, cuenta con los siguientes equipos:

- Tres terminales termoretractibles para cable N2XSY, 10 kV 3-1x25 mm².
- Seccionador de potencia, de accionamiento automático para 12 kV tipo SCR, para uso interior.
- Juego de barras de 50x5 mm.
- Tres seccionadores unipolares para accionamiento sin carga 400 A, 12 kV.

2.-Celdas de Transformación

a.-Celda de transformación No 01

Contiene lo siguiente:

- 01 transformador de Potencia de 250 kVA, 10/0.23 kV.
- Un juego de barras de 50x5 mm
- 03 fusibles Unipolares 25 A 10 kV.

b.- Celda de transformación No 02

- 01 transformador de Potencia de 75 kVA, 10/0.38 kV.
- Un juego de barras de 50x5 mm
- 03 fusibles Unipolares 16 A 10 kV.

Los paneles de protección de las celdas están firmemente conectadas a la red de tierra, mediante un conductor de cobre desnudo cableado de $1 \times 35 \text{ mm}^2$, el que está conectado al pozo de alta tensión, igualmente las partes metálicas no vivas están conectadas a dicha red de tierra.

3.-Seccionador de Potencia

Se ha instalado un seccionador del Tipo SCR – 12 kV– sg – V de FELMEC DUESTELLE (o similar).

Estos están diseñados para montarse en el interior de las sub estaciones convencionales. Están previstos para operar y proteger alimentadores laterales subterráneos o aéreos, con el auxilio de fusibles limitadores de corriente de alta capacidad de ruptura, apertura con carga, accionamiento manual.

Este seccionador tiene las siguientes características:

Tensión Nominal	12 kV.
Tipo	SCR-Tripolar.
Instalación	Interior.
Intensidad Nominal	400 A.
Poder de cierre (Valor Cresta)	50 kV.
Tensión de Prueba a frecuencia Industrial (50 HZ, 1 min)	
Tierra – Polos	35 kV.
Distancia de seccionamiento	45 kV.
Tensión de Impulso (1.2/50 μ s)	
Tierra – Polos	75 kV.
Distancia de seccionamiento	85 kV.
Valor cresta de la intensidad admisible	50 kA.
Fusible	25 A.

4.-Seccionador Unipolar

Se instaló un juego de 3 seccionadores unipolares. Estos están diseñados para montaje interior en las celdas de llegada de las subestaciones trifásicas convencionales. Están previstos para operarse sin carga usando una pértiga aislada.

Sus características técnicas son:

Tensión Nominal.	12 kV
------------------	-------

Corriente Nominal.	400 A
Máxima corriente de cortocircuito de choque	10 kA
Accionamiento sin carga.	

5.-Normas Aplicables

- VDE 0670 sección 3/2-66
- IEC 265-1968
- IEC 420
- UNE 20135 referentes a combinados interruptor fusibles.

6.-Elementos Auxiliares de Maniobra

Para éste proyecto de M.T. se consideraron los siguientes elementos de maniobra:

- Pértiga de seccionamiento de Cut-Out de dos cuerpos para media tensión con 22 kV de nivel de aislamiento.
- Guantes de jebe de 15 kV de aislamiento como mínimo.
- Banco de maniobra de 15 kV de aislamiento como mínimo.
- Extractor de fusibles tubular con mordaza regulable, para colocación y remoción del elemento fusible, de media tensión, 22 kV de aislamiento mínimo.

4.6 Medidor de Energía

Ubicado en la parte exterior del ambiente y en un lugar accesible para su lectura por personal del concesionario.

Es trifásico tres hilos, del tipo electrónico o inducción, para sobreponer con medición de energía activa, reactiva y máxima demanda en doble tarifa, con contador acumulador, clase 0.5, de las siguientes características.

- | | |
|-------------------------------|---------------------------------------|
| - Tensión Nominal | : 3x220 V |
| - Corriente Nominal | : 5 A. |
| - Frecuencia | : 60 Hz. |
| - Indicador de Máxima Demanda | : Si. |
| - Tipo | : ALPHA POWER
PLUS AIR
95-528V. |

CAPITULO V

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

Descripción del Montaje y Suministros

Antes de pasar a realizar los costos unitarios de cada partida pasaremos a describir todos los insumos de materiales así como las cuadrillas de mano de obra que intervienen en éste análisis.

Mano de obra

Supervisor: Es el Ingeniero Electricista o Mecánico Electricista que está a cargo de la ejecución de la obra.

Técnico A: Técnico calificado que se desempeña como capataz de la obra, es el encargado de dirigir al personal técnico de la obra, éste tiene que ser un técnico de mucha experiencia y trayectoria en la especialidad.

Técnico 1: Técnico calificado que es capaz de realizar los trabajos de instalación, conexión y puesta en servicio de un sistema eléctrico; éste tiene que ser un técnico de mucha experiencia y trayectoria en la especialidad.

Técnico 2: Técnico que debe realizar trabajos de instalación y conexión de un sistema eléctrico; éste tiene que ser un técnico que una vez que reciba las indicaciones del técnico 1, realice sus trabajos con mucha confiabilidad debe ser de regular experiencia en la especialidad.

Técnico 3: Es el técnico quizá de menor experiencia en el ramo, hace el papel de apoyo o de ayudante en los diversos trabajos que se le encomienda, generalmente son los recién egresados de las Instituciones Superiores De Electricidad.

5.1 Estructura de Derivación

5.1.1 Mano de Obra:

Para tener un Rendimiento de 0.5 Un / día, quiere decir que el trabajo lo debemos terminar en 2 días, para que esto se cumpla debemos de contar con la siguiente Cuadrilla:

Descripción	Cantidad	Incidencia
Supervisor	01	5%
Técnico A	01	10%
Técnico 1	01	100 %
Técnico 2	02	100 %
Técnico 3	01	100 %

5.1.2 Materiales._

Cable de cobre desnudo:

Conductor de cobre desnudo cableado de 25 mm² de sección. Es el conductor que va desde el empalme de derivación a la entrada del Trafomix.

Conector de cobre doble vía 16-35 mm²

Este conector es de cobre y nos sirve para el empalme de derivación de la línea existente con el conductor de cobre desnudo de 25 mm².

Seccionador fusible cut-out 15 kV.

Dispositivo que nos sirve para operar y proteger el alimentador aéreo, éste dispositivo está auxiliado por fusibles limitadores de corriente de alta capacidad de ruptura, tienen las sgtes. Características:

- Tensión nominal: 10 kV.
- Corriente Nominal 200 A.
- Capacidad de apertura a un factor de potencia de 0.7. 200 A
- Capacidad de Cierre 75 kA.

Pararrayos Oxido metálico.

Estos equipos van colocados en la estructura de derivación y se instalan en cada línea conductora.

Los Pararrayos son de Oxido Metálico sin descargadores, para uso exterior de conexión directa, las características de éstos equipos los podemos observar en el capítulo IV Especificaciones Técnicas pagina 38.

Terminal tipo 3M, 10 kV.

Son dispositivos que se usan para la conexión de los cables de energía con el trafomix que es equipo de protección, son del tipo exterior; se rigen a las siguientes Normas mostradas en anexos E y G:

- Norma DGE 019 CA-2/1983.

- Norma DGE 015 – PD – 1
- Norma DGE 013 – CS – 1.

Estos terminales son unipolares del tipo 3M, por norma deberán tener suficiente resistencia térmica, mecánica y electromagnética para soportar las corrientes de cortocircuito y de la expansión térmica, éstos dispositivos deben ser instalados por personal especializado, ya que dependiendo de su instalación se pueden evitar futuras fugas de corriente.

Trafomix.-

Este equipo va instalado en la estructura de concreto y es el transformador combinado de tensión y corriente, sirve para la medición trifásica desbalanceada, está compuesto por tres bobinados de tensión y tres bobinados de corriente conectados en estrella, las características de éste equipo lo podemos observar en el capítulo IV pagina 36.

Cruceta Asimétrica.-

Estas crucetas son de concreto armado centrifugado y sirven como base para montar los equipos de protección, que para nuestro caso es el son los cut-out, se instalan teniendo en cuenta la normas DGE 019 CA-2/1983, DGE 015-PD-1 y DGE 013-CS-1 que los mostramos en el ANEXO E, las crucetas han sido fijadas al poste como se muestra en las figuras 1.3, 1.4 y 1.5, éstas son fraguadas usando para tal fin una mezcla de cemento y yeso, para permitir el fraguado rápido y correcto.

5.2 Sistema de Puesta de Tierra

5.2.1 Mano de Obra:

Para tener un Rendimiento de 0.5 pozos / día, quiere decir que el trabajo lo debemos terminar en 2 días, para que ésto se cumpla debemos de contar con la siguiente Cuadrilla:

Descripción	Cantidad	Incidencia
Supervisor	01	5%
Técnico A	01	10%
Técnico 2	01	100 %
Técnico 3	02	100 %

5.2.2 Materiales.

Varilla de cobre 19 mm x 2.40 m.

Viene a ser una varilla de cobre puro de diámetro y longitud indicado que tiene un extremo terminado en punta, ésta varilla es el electrodo que va instalado verticalmente en el pozo de tierra.

Conector de presión tipo AB.

Es un accesorio de cobre que nos sirve para la conexión del cable de tierra con el electrodo, éste debe ser de bronce y debe mantenerse cada cierto tiempo.

Tierra de Cultivo.

Su mismo nombre lo dice proviene de zonas agrícolas o de cultivo y es el material que se usa para bajar la resistividad del terreno, sobre todo en zonas donde el tipo de terreno es con piedras o rocas. Debe ser limpia sin restos de plantas, sin trozos de tierra; necesariamente antes de llenar el pozo con éste material se debe cernir.

Bentonita.-

Este material tiene múltiples usos en la industria y en los sistemas de puesta a tierra debido a su gran poder de absorción está hecho a base de arcilla natural.

Sal Industrial.-

Material proveniente de las canteras de las salinas, y nos sirve también para ayudar a bajar la resistividad del terreno, viene en bolsas de 15, 25 y 50 kg.

Conductor de cobre desnudo de 35 mm²

Es el conductor de cobre puro, cableado que sirve como espiral que va excéntrico al electrodo de tierra; tiene como función mejorar la dispersión de la corriente de falla.

Tapa de Registro.-

Es una tapa de concreto que sirve para registrar o revisar el pozo de tierra, ésta debe ser capaz de soportar cargas o fuerzas mecánicas en caso de transporte.

5.3 Excavación de Zanja 0.60 x 1.10 Mts.

5.3.1 Mano de Obra

El tipo de excavación que se realiza es manual, debido a los posibles cruces con instalaciones existente; se ha considerado un rendimiento de 7.58 m³ por día, para este precio se ha considerado un peón.

La zanja para el tendido del cable subterráneo, es de 0.60 m de ancho y 1.10 m de profundidad. El fondo de la zanja debe estar prevista de tierra suave bien compactada y sin pedregones.

5.4 Cable de Energía 3-1x25 Mm2 N2XSJ Directamente Enterrado

5.4.1 Mano de Obra.-

Para el tendido de este alimentador se ha tomado como Rendimiento 5 ml por día, debido a que se tiene que tender el cable con mucho cuidado que no se deteriore y no baje el nivel de aislamiento, además en ésta partida se está considerando la colocación de la cama de arena que va debajo y encima del conductor, se considera también la cinta señalizadora de alta tensión, la cuadrilla de personal que hará este tendido está conformado por:

Descripción	Cantidad	Incidencia
Supervisor	01	5%
Técnico A	01	10%
Técnico 1	01	100 %
Técnico 2	02	100 %
Técnico 3	05	100 %

5.4.2 Materiales.

El Cable utilizado es de fabricación nacional y cumple con las normas ITINTEC 370.050, IEC 502, hecho por un fabricante de reconocido prestigio; es de cobre electrolítico recocido, cableado comprimido o compactado. Cinta semiconductor o compuesto semiconductor extruído sobre el conductor. Aislamiento de polietileno Reticulado (XLPE). Cinta Semiconductor o compuesto semiconductor extruida y cinta o alambres de cobre electrolítico sobre el conductor aislado. Barrera térmica de poliéster. Chaqueta exterior de PVC color rojo; su temperatura de operación es de 90 °C para operación normal y 130 °C para una sobrecarga de emergencia así como también de 250 °C para operaciones de corto circuito.

5.5 Relleno de Zanja 0.60x1.10 mts.

5.5.1 Mano de Obra.-

Para este caso se ha considerado un rendimiento de 20 m por día con la siguiente Cuadrilla:

Descripción	Cantidad	Incidencia
Técnico A	01	10%
Técnico 2	01	100 %
Técnico 3	02	100 %

La zanja se rellena por capas; una primera capa de 20 Cm. es de tierra cernida, sobre esta capa va colocado el cable extendido, seguidamente y con una altura de 20 cm se coloca el mismo material. Sobre ésta capa y en toda la longitud se coloca ladrillos tipo king kong. El resto de la zanja va llenado con tierra natural debidamente cernido y sin pedregones bien compactada, tenemos que tener en cuenta que el relleno se tiene que compactar en capas de 20 cm. para evitar futuros hundimientos de terreno, para esto tenemos que contar con un equipo que se llama compactadora de preferencia el llamado vibropisonador.

5.5.2 Materiales._

Arena gruesa.

Proviene de canteras y de preferencia tiene que ser sin pedregones, ésta se rellena en la zanja por capas de 20 cm debajo y encima del conductor.

5.6 Celda de Llegada.

5.6.1 Mano de Obra.-

Este equipamiento generalmente se ejecuta durante 6 días de 8 horas diarias, esto significa que el rendimiento diario sería de 0.17 pzas/día, y se realiza el trabajo con la siguiente cuadrilla:

Descripción	Cantidad	Incidencia
Supervisor	01	10 %
Técnico A	01	05 %
Técnico 1	02	100 %
Técnico 2	02	100 %

5.6.2 Materiales.-

En esta celda van instalados 3 terminales de del tipo 3M, 10 kV para cable de 25 mm² del tipo interior.

Un interruptor seccionador unipolar de 12 kV-400 A

Un seccionador de potencia de 12 kV y fusible de 80 A.

Aisladores portabarras.

Conductor de cobre desnudo de 25 mm².

5.7 Celda de Medición.

5.7.1 Mano de Obra.-

Este equipamiento generalmente se ejecuta durante 2 días de 8 horas diarias, esto significa que el rendimiento diario sería de 0.5 pzas/día, y se realiza el trabajo con la siguiente cuadrilla:

Descripción	Cantidad	Incidencia
Supervisor	01	10 %
Técnico A	01	05 %
Técnico 1	02	100 %
Técnico 2	02	100 %

5.7.2 Materiales.-

En esta celda va instalado el equipo de medición conformado por el medidor y accesorios.

5.8 Celda de Transformación No 01.

5.8.1 Mano de Obra.-

Esta celda es para la carga general del hospital, este equipamiento generalmente se ejecuta en 2 días de 8 horas diarias, esto significa que el rendimiento diario sería de 0.5 pzas/día, y se realiza el trabajo con la siguiente cuadrilla:

Descripción	Cantidad	Incidencia
Supervisor	01	10 %
Técnico A	01	05 %
Técnico 1	02	100 %
Técnico 2	02	100 %

5.8..2 Materiales.-

En esta celda va instalado el transformador de 250 kVA 10/0.23 kV.

Un juego de barras de 50x5 mm

03 fusibles Unipolares 25 A 10 kV.

5.9 Celda de transformación No 02.

5.9.1 Mano de Obra.-

Esta celda es para la carga exclusiva de los equipos de Rayos X, este equipamiento generalmente se ejecuta en 2 días de 8 horas diarias, esto significa

que el rendimiento diario sería de 0.5 pzas/día, y se realiza el trabajo con la siguiente cuadrilla:

Descripción	Cantidad	Incidencia
Supervisor	01	10 %
Técnico A	01	05 %
Técnico 1	02	100 %
Técnico 2	02	100 %

5.9.2 Materiales.-

En esta celda va instalado el transformador de 75 kVA 10/0.38 kV.

Un juego de barras de 50x5 mm

03 fusibles Unipolares 16 A 10 kV.

5.4 CABLE DE ENERGIA 3-1x25 mm2 N2XSJ DIRECTAMENTE ENTERRADO

Rendimiento

5 M/DIA

Descripción	Cuad	Un	Cant.	P.U. (S/)	Parcial (S/.)	Total (S/.)
MANO DE OBRA						
Supervisor	0.05	hh	0.08	12.0000	0.9600	
Técnico A	0.1	hh	0.16	10.2000	1.6320	
Técnico 1	1	hh	1.6	8.5000	13.6000	
Técnico 2	2	hh	3.2	7.6000	24.3200	
Técnico 3	5	hh	8	6.5000	52.0000	92.5120
HERRAMIENTAS, INSTRUMENTOS Y/O EQUIPOS						
Herramientas básicas		%	5	4.6256	0.2313	0.2313
MATERIALES						
Arena fina		Ml	0.12	16.0000	1.9200	
Ladrillo kk de arcilla		Un	7	0.3000	2.1000	
Cable de energía N2XSJ 3-1x25 mm2		Ml	1.02	105.0000	107.1000	
Cinta señalizadora MT		Ml	1.02	0.3000	0.3060	111.4260
Total						204.1693

5.5 RELLENO DE ZANJA 0.60x1.10 mts.

Rendimiento

20 ML/dia

Descripción	Cuad	Un	Cant.	P.U. (S/)	Parcial (S/.)	Total (S/.)
MANO DE OBRA						
Supervisor		hh	0.0000	12.0000	0.0000	
Técnico A	0.1	hh	0.0400	10.2000	0.4080	
Técnico 1		hh	0.0000	8.5000	0.0000	
Técnico 2	1	hh	0.4000	7.6000	3.0400	
Técnico 3	2	hh	0.8000	6.5000	5.2000	8.6480
HERRAMIENTAS, INSTRUMENTOS Y/O EQUIPOS						
Herramientas básicas		%	5.0000	0.4324	0.0216	
Compactadora	1	HM	0.4000	6.5000	2.6000	2.6216
MATERIALES						
Arena gruesa		M3	0.2400	25	6.0000	6.0000
Total						17.2696

5.6 CELDA DE LLEGADA

Rendimiento

0.17 Un/dia

Descripción	Cuad	Un	Cant.	P.U. (S/)	Parcial (S/.)	Total (S/.)
MANO DE OBRA						
Supervisor	1	hh	48	12.0000	576.0000	
Técnico A	0.5	hh	24	10.2000	244.8000	
Técnico 1	2	hh	96	8.5000	816.0000	
Técnico 2	2	hh	96	7.6000	729.6000	2366.4000
HERRAMIENTAS, INSTRUMENTOS Y/O EQUIPOS						
Herramientas básicas		%	10	2366.4000	236.6400	236.6400
MATERIALES						
Celda de llegada		Ml	1	2200.0000	2200.0000	
Terminal tipo 3M, 10 kV p/cable 25 mm2		Un	3	420.0000	1260.0000	
Interruptor seccionador unipolar 12 kV-400A		Un	3	750.0000	2250.0000	
Seccionador de potencia 12 kV F=80 A		Un	1	5800.0000	5800.0000	
Aisladores portabarras		Un	9	120.0000	1080.0000	
Conductor de cobre desnudo 1x25 mm2		Ml	5	8.5000	42.5000	12632.5000
Total						16235.5400

5.7 CELDA DE MEDICION

Rendimiento

0.5 Un/día

Descripción	Cuad	Un	Cant.	P.U. (S/)	Parcial (S/.)	Total (S/.)
MANO DE OBRA						
Supervisor	1	hh	16	12.0000	192.0000	
Técnico A	0.5	hh	8	10.2000	81.6000	
Técnico 1	2	hh	32	8.5000	272.0000	
Técnico 2	2	hh	32	7.6000	243.2000	788.8000
HERRAMIENTAS, INSTRUMENTOS Y/O EQUIPOS						
Herramientas básicas		%	10	788.8000	78.8800	78.8800
MATERIALES						
Celda de medición (Inc. Medidor y/o accesorias)		Un	1	5000.0000	5000.0000	5000.0000
Total						5867.6800

5.8 CELDA DE TRANSFORMACION No 01

Rendimiento

0.5 Un/día

Descripción	Cuad	Un	Cant.	P.U. (S/)	Parcial (S/.)	Total (S/.)
MANO DE OBRA						
Supervisor	1	hh	16	12.0000	192.0000	
Técnico A	0.5	hh	8	10.2000	81.6000	
Técnico 1	2	hh	32	8.5000	272.0000	
Técnico 2	2	hh	32	7.6000	243.2000	
Técnico 3						788.8000
HERRAMIENTAS, INSTRUMENTOS Y/O EQUIPOS						
Herramientas básicas		%	10	788.8000	78.8800	78.8800
MATERIALES						
Transformador 250 kVA 10/0.23 kV		Un	1	16500.0000	16500.0000	
Barra de 50x5 mm		Un	1	120.0000	120.0000	
Fusible unipolar 25 A - 10kV		Un	3	35.0000	105.0000	16725.0000
Total						17592.6800

5.9 CELDA DE TRANSFORMACION No 02

Rendimiento

0.5 Un/día

Descripción	Cuad	Un	Cant.	P.U. (S/)	Parcial (S/.)	Total (S/.)
MANO DE OBRA						
Supervisor	1	hh	16	12.0000	192.0000	
Técnico A	0.5	hh	8	10.2000	81.6000	
Técnico 1	2	hh	32	8.5000	272.0000	
Técnico 2	2	hh	32	7.6000	243.2000	788.8000
HERRAMIENTAS, INSTRUMENTOS Y/O EQUIPOS						
Herramientas básicas		%	10	788.8000	78.8800	78.8800
MATERIALES						
Transformador 75 kVA 10/0.38 kV		Un	1	8500.0000	8500.0000	
Barra de 50x5 mm		Un	1	120.0000	120.0000	
Fusible unipolar 16 A - 10kV		Un	3	32.0000	96.0000	8716.0000
Total						9583.6800

CAPITULO VI

PRESUPUESTO DE OBRA

Proyecto Red Primaria y montaje de la subestación del Hospital Santa Anita

Fecha Al 10/08/1999

Item	Descripción	Un	Cant	P.U. (S/.)	Parcial (S/.)
6.1	Estructura de derivación	Un	1	13279.18	13279.18
6.2	Sistema de puesta a tierra	Un	1	1206.30	1206.30
6.3	Excavación de zanja 0.60x1.10 mts	Ml	110	8.34	917.20
6.4	Cable de energía 3-1x25 mm2 N2XS.Y.	Ml	120	204.17	24500.31
6.5	Relleno y compactación de zanja	Ml	120	17.27	2072.35
6.6	Celda de llegada	Un	1	15235.54	15235.54
6.7	Celda de medición	Un	1	5867.68	5867.68
6.8	Celda de transformación No 01 (inc. Trafo 250 kVA)	Un	1	17592.68	17592.68
6.9	Celda de transformación No 02 (inc. Trafo 75 kVA)	Un	1	9583.68	9583.68

Total costo directo	S/.	90254.92
GG + Util	S/.	10830.59
Total Presupuesto	S/.	101085.51

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Dentro de las recomendaciones que se pueden formular para los trabajos de ejecución de obra y / o montaje, se deben mencionar los siguientes:

1. En primer lugar respecto al recurso humano; para llevar a cabo una ejecución óptima y confiable, se debe tener cuidado con la selección del personal técnico de montaje con que se va a contar; éstos deben tener alta capacidad técnica en la especialidad, de preferencia deben ser técnicos calificados de mucha trayectoria en la rama debido al alto riesgo que existe en estos trabajos.
2. Otro de los puntos importantes en un montaje eléctrico es la seguridad, se tiene que evitar accidentes de todo tipo sobre todo del personal, ya que como se sabe los trabajos de Instalaciones eléctricas son considerados de alto riesgo.
3. Tener presente que la seguridad de obra juega un papel importante en los centros de trabajo, sobre todo en la especialidad que estamos exponiendo. Al personal con que se cuenta para el montaje ya sea técnico con mucha o poca experiencia se le tiene que capacitar en este tema, dando charlas diarias de seguridad, enseñándoles y haciéndoles recordar que en el campo deben cumplir ciertas normas de seguridad para evitar y preveer accidentes de trabajo, inculcarles diariamente que tienen que trabajar obligatoriamente con todos los implementos de seguridad tales como: cascos adecuados (certificados), lentes de protección, guantes dieléctricos, uniforme completo, botas dieléctricas (certificadas).
4. En toda obra de esta dimensión se debe de contar con una hoja de estándar de prevención de riesgos que deben cumplir los ingenieros residentes, supervisores, capataces, maestros de obra y trabajadores en general, ésta se puede ver en anexo H.
5. Como en el proceso de ejecución dado en éste informe se ha cumplido con las especificaciones técnicas de montaje, mencionaremos algunas

recomendaciones complementarias que debemos tener en cuenta para mantener en óptimas condiciones el funcionamiento de nuestras instalaciones eléctricas descritas en éste trabajo:

6. Una de las partes de la instalación ejecutada que debe permanecer con un buen mantenimiento es la Subestación, dentro de la cual están los equipos más importantes como son los transformadores y equipos de protección.
7. Dentro del proceso de mantenimiento de los transformadores es necesario llevar el control de la carga y la tensión de servicio tomando lecturas durante una semana completa cada 6 meses, esto indicará cual es la performance del transformador.
8. Dentro del mantenimiento del transformador es muy importante la revisión del estado en que está el aceite dieléctrico, cuyas funciones mas importantes son aislar los arrollamientos del transformador es decir mantener la capacidad aislante y la refrigeración de la misma.
9. El aceite dieléctrico como elemento refrigerante nos va a mostrar también como se encuentra la parte activa, se recomienda la comprobación periódica de los valores y propiedades que determinan la calidad del aceite.
10. La prevención de fallas en los transformadores e interruptores de alta tensión exige la realización periódica del ensayo de rigidez dieléctrica del aceite que contienen dichos aparatos. El proceso de este ensayo se ha expuesto anteriormente.
11. Otro de los componentes que por alguna falla salen de operación son los fusibles; cuando esto ocurra con uno de ellos es recomendable cambiar los tres para asegurar una adecuada protección en caso de fallas futuras.
12. El sistema de puesta a tierra también tiene que estar en constante mantenimiento, se recomienda revisar y si fuera el caso renovar periódicamente los bornes de conexión del tipo AB ya que éstos tienden a sulfatarse o corroerse, se sugiere también inundar con unos 30 o 40 litros de agua al interior de la caja de registro o el hoyo exterior, para que el pozo esté siempre húmedo; un tiempo prudente para el mantenimiento del pozo sería cada 3 a 4 meses, tener presente que la resistividad del terreno está en función de su temperatura y el grado de humedad. ver anexos C.

13. Hacer un seguimiento para que la resistencia de dispersión no sobrepase los 25 Ohm., cuando esto ocurra se recomienda renovar el sistema utilizando la misma tierra del relleno del pozo, lijando completamente los electrodos y poniendo nuevos accesorios de conexión a presión; también se deberá revisar y probar la continuidad del conductor de conexión hasta la subestación; según la experiencia al final de éstos trabajos se obtendrá una resistencia de dispersión mucho menor de 25 Ohm.
14. Una vez concluido los trabajos de ejecución de una obra, se debe sugerir que la empresa cuente con personal calificado para mantenimiento, éste personal tiene que estar capacitado y de no ser así enviarlos a capacitarse frecuentemente, ya que la energía eléctrica es quizá uno de los factores mas importantes que debe tener un hospital.
 - a. Debe de estar operativo ininterrumpidamente; para esto el hospital tiene que contar con sistemas de emergencia especiales.
15. Los transformadores tienen una vida útil que se considera de 25 años; por ello, es recomendable crear un fondo para la adquisición en el futuro, de otro transformador de potencia. Se recomienda también la adquisición de su reemplazo, antes de cumplirse la vida útil de éste. Además de que se contaría con respaldo (o reserva) del primer transformador en caso de falla permanente o por mantenimiento.
16. Puesto que los transformadores instalados son relativamente nuevos a la fecha, con el tiempo y con el aumento de la carga sufrirá recalentamientos. Recomendamos equipar ventiladores para enfriamiento por aire forzado para el transformador de 250 kVA, pues tiene refrigeración ONAN.
17. Se recomienda considerar el concepto de EQUIPAMIENTO PROGRESIVO, debe aplicarse en la instalación de una nueva sub estación eléctrica.
18. A los responsables de obras eléctricas no deben tratar de ahorrar costos contando con personal no calificado o improvisados, sin experiencia que al final de cuentas por tratar de economizar: les resultaría mas caro ya que pueden suceder accidentes lamentables, al terminar los trabajos pueden arrojar muchas observaciones técnicas, no prestan las garantías del caso; y esto da como consecuencia que el cliente se sienta inconforme con los trabajos ejecutados, implicando que siempre el cliente esté llamando a cada

hora para tratar de solucionar los problemas o fallas de la mala instalación efectuada.

19. Todas estas anomalías generan gastos, desprestigio; tanto empresarial como profesional.
20. Para un proyecto de gran envergadura, el arquitecto que diseña tiene que coordinar necesariamente con el Ingeniero electricista, sobre todo para el diseño de los ambientes donde se equipará la Subestación; dado a que se tienen que cumplir ciertas normas para la disposición de los equipos como: los transformadores, celdas de llegada, celdas de salida. Se tiene que ver también que se cumplan las condiciones mínimas de ventilación. A todo lo mencionado en el párrafo anterior se da el caso en que cuando ya la edificación está bien avanzada, el ejecutor electricista que generalmente se aparece después de la primera etapa de ejecutado el proyecto de edificación; se da cuenta que no hay el espacio suficiente para maniobrar el ingreso de los equipos al ambiente, dando como consecuencia a que tenga que demoler muros y adecuar al ambiente de acuerdo a lo requerido.
21. Respecto a los transformadores, un sistema eléctrico con dos transformadores es más confiable que otro de uno solo debido a que si se malogra uno de ellos, el otro puede seguir alimentando a parte de la carga (carga crítica en el Hospital). En la práctica, las alternativas más usadas son de dos o tres transformadores en paralelo.
22. Para el transformador de 250 kVA; la refrigeración con aire de circulación forzada (con ventiladores) tiene la ventaja de incrementar la capacidad del transformador en un 25%, esto es cuando sufra sobrecarga.
23. La proyección, ejecución e implementación de una subestación eléctrica, requiere de la aportación conjunta de los diversos profesionales involucrados en el proyecto. Estos son: un Ingeniero electricista, Ingeniero mecánico electricista y un Ingeniero Civil y su personal adjunto.
24. La correcta puesta a tierra en el sistema eléctrico del Hospital de Santa Anita es de vital importancia para la seguridad de las personas y del equipo. Es también decisiva en la confiabilidad de la operación de los sistemas eléctricos. Una red que tenga un buen sistema de puesta a tierra tendrá mejores posibilidades para detectar y eliminar fallas de aislamiento de

manera oportuna, sin interrumpir el servicio de las demás cargas cuyo estado es correcto, en el anexo D hemos dado un alcance de los tipos de conexiones que en la actualidad se está usando en estos sistemas, se trata de la soldadura cadweld que bien utilizada en mallas de tierra.

25. Por contrapartida, una red con deficiente sistema de puesta a tierra tendrá fallas no detectables hasta que la misma sea tan grave que afecte drásticamente a toda la red.

26. Cuando se hace el presupuesto de la obra, se tiene que realizar necesariamente un análisis de costos unitarios, en éste análisis se observa la incidencia ya sea de los materiales, equipos y/o instrumentos a utilizar, se ve también la incidencia de la mano de obra, dándonos así un valor mas real del proyecto eléctrico. Dado a que muchos egresados de ingeniería eléctrica se dedican a Costos y Presupuestos de proyectos eléctricos y se sabe que en el curriculum de nuestra especialidad no se toma en cuenta el como desarrollar un presupuesto de obra eléctrica, se sugiere a la facultad incluir éste tema u organizar cursos sobre análisis y costos unitarios en un proyecto eléctrico.

BIBLIOGRAFÍA

“Transformadores de potencia, de medida y de protección”

Dr. Ing. Ind. Enrique Ras Oliva, 5ta. Edición, 1983, Marcombo Editores. México.

-“Fundamentos de instalaciones eléctricas de mediana y alta tensión”

Ing. Gilberto Enríquez Harper, 7ma. Reimpresión, 1985, Editorial Limusa, México.

-“ Diseño de sub-estaciones”.

-“Protección de instalaciones eléctricas industriales y comerciales 2da edición” Ing. Gilberto Enríquez Harper.

-“Instalaciones Eléctricas en edificaciones” Seminario de actualización profesional organizado por la promoción de Ingeniería Eléctrica 86-1 UNI. Centro Cultural “Santiago Antunez de Mayolo”, Curso corto, U.N.I., 1985 Lima-Perú.

ANEXO A

Características, parámetros físicos y eléctricos del Cable N2XSJ
UNIPOLAR dados por el fabricante.

1. NORMA DE FABRICACION

Tensión de Servicio : ITINTEC 370.050, IEC 502
 Temperatura de Operación : 3kV, 6kV, 10kV, 15kV, 20kV, 30kV
 : 90°C

2. DESCRIPCION

Conductores de cobre electrolítico recocido, cableado comprimido o compactado. Cinta semiconductor o compuesto semiconductor extruído sobre el conductor. Aislamiento de Polietileno Reticulado (XLPE). Cinta semiconductor o compuesto semiconductor extruído y cinta o alambres de cobre electrolítico sobre el conductor aislado. Barrera térmica de poliéster. Chaqueta exterior de PVC rojo.

3. USOS

Distribución y subtransmisión de energía aérea y subterránea. Como alimentadores de transformadores en subestaciones. En centrales eléctricas, instalaciones industriales y de maniobra, en urbanizaciones e instalaciones mineras en lugares secos o húmedos.

4. CARACTERISTICAS PARTICULARES

Temperatura del conductor de 90°C para operación normal, 130°C para sobrecarga de emergencia y 250°C para condiciones de corto circuito. Buena resistencia a la tracción. Excelentes propiedades contra el envejecimiento por calor. Alta resistencia al impacto y a la abrasión. Excelente resistencia a la luz solar e intemperie. Altísima resistencia a la humedad. Excelente resistencia al ozono, ácidos, álcalis y otras sustancias químicas a temperaturas normales. No propaga la llama.

5. EMBALAJE

En carretes de madera, en longitudes requeridas.

6. COLORES

Aislamiento : Natural
 Cubierto : Rojo

7. CALIBRES

: 10 - 500 mm²

4.21



Los valores aquí expresados son aproximados y de acuerdo a tolerancias de normas de fabricación y en conjunto con la información están sujetos a cambios sin previo aviso.

Tingo María 311 - Breña/Casilla 2951 / Lima Perú Telf.: 431-9324 E-mail: ventas@jorvex.com



N2XSY UNIPOLAR



N2XSY 8,7/15kV

PARAMETROS FISICOS

SECCION NOMINAL	NUMERO HILOS	DIAMETRO CONDUCTOR	ESPESOR		DIAMETRO EXTERIOR	PESO Kg/Km
			AISLAMIENTO	CUBIERTA		
mm ²		mm	mm	mm	mm	
25	7	6,3	4,5	1,8	22,1	707
35	7	7,4	4,5	1,8	23,2	832
50	19	8,7	4,5	1,8	24,5	983
70	19	10,5	4,5	1,8	26,3	1231
95	19	12,3	4,5	2,0	28,5	1558
120	37	13,9	4,5	2,0	30,1	1834
150	37	15,4	4,5	2,0	31,6	2132
185	37	17,2	4,5	2,0	33,9	2566
240	61	19,8	4,5	2,2	36,4	3175
300	61	22,2	4,5	2,2	38,8	3818
400	61	25,1	4,5	2,4	42,1	4728
500	61	28,2	4,5	2,6	45,6	5802

PARAMETROS ELECTRICOS

SECCION NOMINAL	RESISTENCIA DC a 20°C	RESISTENCIA AC		REACTANCIA INDUCTIVA		AMPACIDAD ENTERRADO 20°C		AMPACIDAD AIRE 30°C	
		(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)
		Ohm/Km	Ohm/Km	Ohm/Km	Ohm/Km	A	B	A	B
25	0,727	0,927	0,927	0,2964	0,1713	180	160	195	165
35	0,524	0,668	0,669	0,2849	0,1627	215	190	235	200
50	0,387	0,494	0,494	0,2704	0,1513	250	225	280	240
70	0,268	0,342	0,342	0,2579	0,1426	305	275	350	295
95	0,193	0,247	0,247	0,2474	0,1365	360	325	420	360
120	0,153	0,196	0,196	0,2385	0,1305	405	370	485	410
150	0,124	0,159	0,160	0,2319	0,1264	445	410	540	465
185	0,0991	0,127	0,128	0,2250	0,1230	495	460	615	530
240	0,0754	0,098	0,099	0,2160	0,1177	570	535	720	625
300	0,0601	0,078	0,080	0,2091	0,1139	630	600	815	715
400	0,0470	0,062	0,065	0,2021	0,1108	685	670	905	820
500	0,0366	0,050	0,053	0,1957	0,1081	750	745	1010	925

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

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

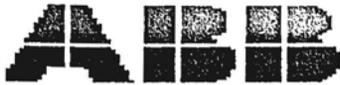
BAJO LAS SIGUIENTES CONDICIONES:

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

Los valores aquí expresados son aproximados y de acuerdo a tolerancias de normas de fabricación y en conjunto con la información están sujetos a cambios sin previo aviso.

ANEXO B

Protocolo de pruebas de transformadores y pérdidas en el hierro y en el cobre de transformadores standarizados.



Control de Calidad

Protocolo de Pruebas de Transformadores

J:\Sistemas\LabDist\Trafo\Reporte2.rpt

Cliente: LARCO MAR S.A.

Año: 1998

N° L:	000767	N° de Fases:	3	Grupo de Conex.:	Dy5
Orden Producción:	18-0330	Potencia Nominal:	250.00 KVA.	Frecuencia:	60 Hz.
N° EBT:	DD-1340	Tensión Primaria:	10,000.00 V.	Tensión en c.c. (%):	4.2
Esquema T:	451180a	Tensión Secundaria:	230.00 V.	Fecha de la Prueba:	30/08/1998
Tipo:	TOAKWD	Corriente Primaria:	14.43 A.		
		Corriente Secundaria:	627.60 A.		

1. - Relación de Transformación en vacío y Grupo de Conexión

Posición del Commutador AT - BT	Tensiones comparadas en		Tolerancia Admisible 0.5 %
	Arroll. AT	Arroll. BT	
1	10,500	230	BIEN
2	10,250	230	BIEN
3	10,000	230	BIEN
4	9,750	230	BIEN
5	9,500	230	BIEN

2. - Pérdidas en Vacío (Frecuencia 60 Hz.)

Tensión Nominal.....	230.0 V.
Corriente en vacío en la fase u.....	8.75 A.
Corriente en vacío en la fase v.....	6.82 A.
Corriente en vacío en la fase w.....	8.29 A.
Pérdidas en vacío.....	512 W.

3. - Pérdidas en Corto Circuito (Frecuencia 60 Hz.)

Corriente Nominal.....	14.4 A.
Pérdidas en el Cobre a 21 °C.....	3,563 W.
Pérdidas en el Cobre a 75°C.....	4,225 W.
Tensión de Cortocircuito a 21 °C.....	4.10 %
Tensión de Cortocircuito a 75°C.....	4.20 %

* Prueba realizada en la posición 3.00 del conmutador de AT

4. - Resistencia

Arrollamiento de AT	5,803300	Ohm fase-fase, a 19 °C
Arrollamiento de BT	0.002526	Ohm fase-fase, a 19 °C

5. - Aislamiento

Prueba de tensión Inducida...: 120 Hz., 460 V., 1 min. : BIEN

Prueba de Tensión Aplicada:

- Arrollamiento de AT contra BT y Tierra	28 KV	1 min.	: BIEN
- Arrollamiento de BT contra AT y Tierra	3 KV	1 min.	: BIEN

Prueba con Megger:

- Arrollamiento AT - Tierra.....	1,800	MΩ	con	5,000	Vdc
- Arrollamiento BT - Tierra.....	2,000	MΩ	con	2,500	Vdc
- Arrollamiento AT - Arrollamiento BT.....	4,000	MΩ	con	5,000	Vdc

Medido por: SR. A. ALVAREZ
Cliente:Controlado por: ING. A. CORDOVA
Por ABB S.A.:

Cliente: **IMOTAMBO A Norma**

INDUSTRIA PERUANA

LIMA - PERU

HILDO La Torre Sobenon

ITINTEC 370.002
IEC 76

RESULTADOS

75° C.

GARANTIA

P _{Fe}	875	Watt.	-	Watt.
P _{Cu}	3392	Watt.	-	Watt.
U _K %	3.92	%	4.0	%
ΔV COS. φ	-	%	-	%

DATOS DE PLACA :

TIPO: **TECO 3153** SERIE: **1321607**

250 KVA. **3** PH. **60** HZ.

A.T. **10000 ±2.5 ±5%** V. **14.5** A.

B.T. **230** V. **627.6** A.

GRUPO DE CONEXIONES: **Dyn5**

REFRIGERACION: **ONAN**

ENSAYO EN VACIO - MEDIDA DE LA CORRIENTE MAGNETIZANTE Y PERDIDAS EN EL Fe.

L x 2 = V	L x 5 = Amp.		L x 50 = Watt.							
	U	V	W	I.	I. %	Watt A	Watt C	A + C	K	P _{Fe}
L	115	4.25	3.0	3.95		- 4.5	67	17.		
L	30			18.66	3.0			85	-	85

ENSAYO EN CORTO CIRCUITO - MEDIDA DE LAS PERDIDAS EN EL Cu.

23 °C

L x 4 = V	L x 4 = Amp.			L x 80 = Watt.					
	U	V	W	Watt A	Watt C	A + C	K	P _{Cu}	
L	385.8	3.65	3.7	3.7	14.733 - 15	53	3040		
L					14.5		2945	2945	

MEDIDA DE LA RELACION DE TRANSFORMACION

MEDIDA DE LA RESISTENCIA OHMICA 23°C, Pos.: 3

	MAX.	MIN.	UV/uv	VW/vw	WL/wl	PRIMARIO	Ω	SECUNDARIO	Ω
1	9.464	78.673	9.03	79.03	79.03	87.5 x 0.1 V.	UV	16 m V.	uv
2	7.571	76.800	77.13	77.13	7.13	10.8 x 0.2 A.	4.0509	14.9 x 0.5 A.	0.00215
3	5.679	74.926	75.26	75.26	5.26	87.5 x 0.1 V.	VW	16 m V.	VW
4	73.788	73.053	73.36	73.36	3.36	10.8 x 0.2 A.	4.0509	14.9 x 0.5 A.	0.00215
5	1.895	71.180	71.46	71.46	71.46	87.5 x 0.1 V.	WU	16 m V.	WU
6						10.8 x 0.2 A.	4.0509	14.9 x 0.5 A.	0.00215
7						PROMEDIO	4.05	PROMEDIO	0.00215
8						P _{Cu}	1.201		
9							23 °C	75 °C	°C

GRUPO DE CONEXIONES



ENSAYO DE TENSION APLICADA

28KV - A.T. / MASA + B.T. por 1 min.
2.5KV - B.T. / MASA + A.T. por 1 mi.

APROBADO :

Iny. Fernando Fernandez

09-03-90

FECHA: 9/3/90 DELGROSA S. A. S. Ing. Mecánico y Electricista

RI ² (A.T.)	1277	1535
RI ² (B.T.)	12	1526
DIF.	398	331
Σ Watt.	2	45 33 2
U _r %	1.178	1.356
U _K %	U _x %	.673 3.67
	U _k %	3.85 3.2

MΩ A.T. / ↓ ENSAYO DE TENSION INDUCIDA
MΩ A.T. / B.T. (AISLAMIENTO ENTRE ESPIRAS)
MΩ B.T. / ↓ 40 V.; 180 HZ.; por 40 Seg.

SERVACIONES :

A
de
do

**Control de Calidad****Protocolo de Pruebas de Transformadores**

J:\Sistemas\LabDist\Trafo\Reporte2.rpt

Cliente: LARCO MAR S.A.

Año: 1998

N° L:	000767	N° de Fases:	3	Grupo de Conex.:	Dy5
Orden Producción:	18-0330	Potencia Nominal:	250.00 KVA.	Frecuencia:	60 Hz.
N° EBT:	DD-1340	Tensión Primaria:	10,000.00 V.	Tensión en c.c. (%):	4.2
Esquema T:	451180a	Tensión Secundaria:	230.00 V.		
Tipo:	TOAKWD	Corriente Primaria:	14.43 A.	Fecha de la Prueba:	30/08/1998
		Corriente Secundaria:	627.60 A.		

1. - Relación de Transformación en vacío y Grupo de Conexión

Posición del Commutador AT - BT	Tensiones comparadas en		Tolerancia Admisible 0.5 %
	Arroll. AT	Arroll. BT	
1	10,500	230	BIEN
2	10,250	230	BIEN
3	10,000	230	BIEN
4	9,750	230	BIEN
5	9,500	230	BIEN

2. - Pérdidas en Vacío (Frecuencia 60 Hz.)

Tensión Nominal.....:	230.0 V.
Corriente en vacío en la fase u.....:	8.75 A.
Corriente en vacío en la fase v.....:	6.82 A.
Corriente en vacío en la fase w.....:	8.29 A.
Pérdidas en vacío.....:	512 W.

3. - Pérdidas en Corto Circuito (Frecuencia 60 Hz.)

Corriente Nominal.....:	14.4 A.
Pérdidas en el Cobre a 21 °C.....:	3,563 W.
Pérdidas en el Cobre a 75°C.....:	4,225 W.
Tensión de Cortocircuito a 21 °C.....:	4.10 %
Tensión de Cortocircuito a 75°C.....:	4.20 %

* Prueba realizada en la posición 3.00 del conmutador de AT

4. - Resistencia

Arrollamiento de AT	5,803300	Ohm fase-fase, a 19 °C
Arrollamiento de BT	0,002526	Ohm fase-fase, a 19 °C

5. - Aislamiento

Prueba de tensión Inducida...: 120 Hz., 460 V., 1 min. : BIEN

Prueba de Tensión Aplicada:

- Arrollamiento de AT contra BT y Tierra	28 KV	1 min.	: BIEN
- Arrollamiento de BT contra AT y Tierra	3 KV	1 min.	: BIEN

Prueba con Megger:

- Arrollamiento AT - Tierra.....:	1,800	MΩ	con	5,000	Vdc
- Arrollamiento BT - Tierra.....:	2,000	MΩ	con	2,500	Vdc
- Arrollamiento AT - Arrollamiento BT.....:	4,000	MΩ	con	5,000	Vdc

Medido por: SR. A. ALVAREZ
Cliente:Controlado por: ING. A. CORDOVA
Por ABB S.A.:

TRANSFORMADORES STANDARIZADOS
(f = 60 Hz)

COD. TRANS.	Pot. (KVA)	REL. TRANSF.		GRUPO	ALT. msnm	P. Fe (watts)	P. Cu (watts)	Tcc. (%)	VALOR DE VENTA US\$ SUGERIDO
		AT (KV)	BT (KV)						
DDP2C001S	200	0,46#	0,23	Dy5 / Dy11/ Dyn5 / Dyn11	4000	450	3150	4.0	3,640
DDA2C001S		10,0			1000		3500		
DDA2C002S					4000		3150		
DDC2C001S		0,4	1000		370	3500	4.5	3,640	
DDD2C001S		0,46							
DDK2C001S		13,2	0,4		4000	580	3150	4.0	3,840
DDH2C001S		22,9/10,0*	0,23						
DDH2C002S		22,9/20,0*			Yyn6 / Yyn0	2700	4.5		
DDF2C001S		22,9	0,4					Dy5/Dy11/ Dyn5 / Dyn11	3150
DDL2C001S									

DDA2F002S	250	10,0	0,23	Dy5/Dy11/ Dyn5 / Dyn11	1000	505	4000	4.5	3,900					
DDA2F003S					4000				4,130					
DDC2F001S					1000				0,40	3300	3,900			
DDC2F002S												4000	4,130	
DDD2F001S					1000				0,46	4000	580	3600	4.0	4,130
DDK2F001S					13,2				0,23					
DDJ2F003S		22,9	0,4	Dy5/Dy11/ Dyn5 / Dyn11		4.5								
DDJ2F002S				0,46	YNd5 / YNd11									
DDF2F001S		0,4	YNyn0/YNyn6		4.0									
DDF2F002S			0,4	Dy5 / Dy11 / Dyn5 / Dyn11		4.5								
DDL2F002S		0,4		Dyn5-Dd6	4.0									
DDL2F001S			0,46	YNd5 / YNd11		4.5								
DDL2F003S		0,46		Dy5 / Dy11 / Dyn5 / Dyn11	620		3400	4.0						
DDL2F004S			4.5											
DDL2F005S														

* regulación en 10 KV y 20 KV + - 2x2.5%

#Con regulación +5%

NOTA : Regulación AT : 2x2.5%

DDI - 18/02/99

TRANSFORMADORES STANDARIZADOS
(f = 60 Hz)

COD. TRANS.	Pot. (KVA)	REL. TRANSF.		GRUPO	ALT. msnm	P. Fe (watts)	P. Cu (watts)	Tcc. (%)	VALOR DE VENTA US\$ SUGERIDO
		AT (KV)	BT (KV)						
DDA1J001S	75	10,0	0,23	Dy5 / Dy11/ Dyn5 / Dyn11	1000	255	1520	4.5	2,160
DDC1J001S					Dyn5-Dd6				
DDC1J002S			0,4	Dy5 / Dy11/Dyn5 /Dyn11	4000	1290	2,280		
DDC1J003S						1000	2,160		
DDJ1J001S		13,2	0,23	Dd6/Dd0	4000	295	1250	4.0	2,280
DDK1J001S		13,8	0,4	Dy5 / Dy11/Dyn5 /Dyn11					
DDK1J002S									
DDL1J001S		22,9	0,4	Dyn5-Dd6					
DDL1J002S				YNyn0/YNyn6					
DDL1J003S				Dy5 / Dy11/ Dyn5 / Dyn11					

DDA1N002S	100	10,0	0,23	Dy5 / Dy11/ Dyn5 / Dyn11	1000	300	1910	4.5	2,340	
DDA1N003S					4000				2,470	
DDC1N005S			0,398	Dyn5-Dd6	1000		245	1810	4.0	2,340
DDC1N002S			0,4	Dy5 / Dy11/ Dyn5 /Dyn11						
DDC1N003S				Dyn5-Dd6						
DDC1N004S					4000			1910		2,470
DDD1N001S		0,46	Dy5 / Dy11/ Dyn5 / Dyn11	1000			4.5	2,340		
DDK1N002S		13,2	0,4	Dyn5-Dd6	4000	300	1825	4.0	2,470	
DDK1N003S										
DDJ1N002S		0,23	Dy5 / Dy11 / Dyn5 / Dyn11							
DDK1N004S		13,8		0,4						
DDF1N002S		22,9	0,23	Yd5 / Yd11						
DDF1N003S				Dy5 / Dy11 / Dyn5 / Dyn11						
DDL1N002S				0,4	Dyn5-Dd6					
DDL1N003S					YNyn0/YNyn6					
DDL1N004S										
DDH1N001S		22,9/10,0*	0,398	Yyn6-Dyn5			1330	5.0/4.5		

* regulación en 10 KV + - 2x2.5%

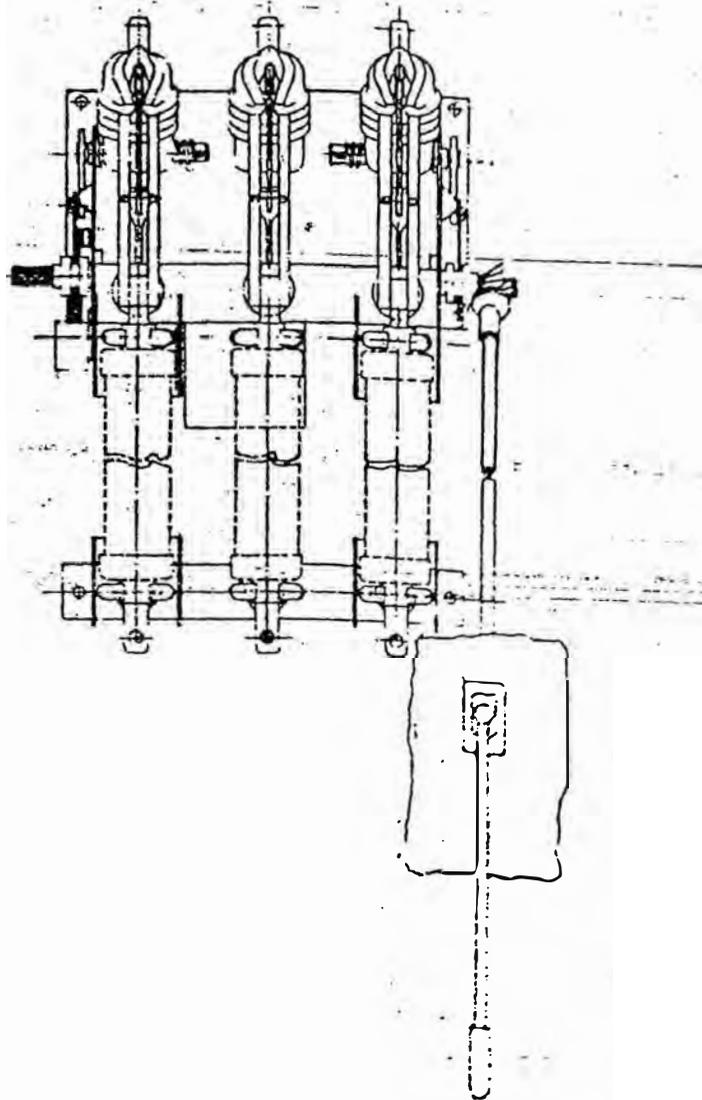
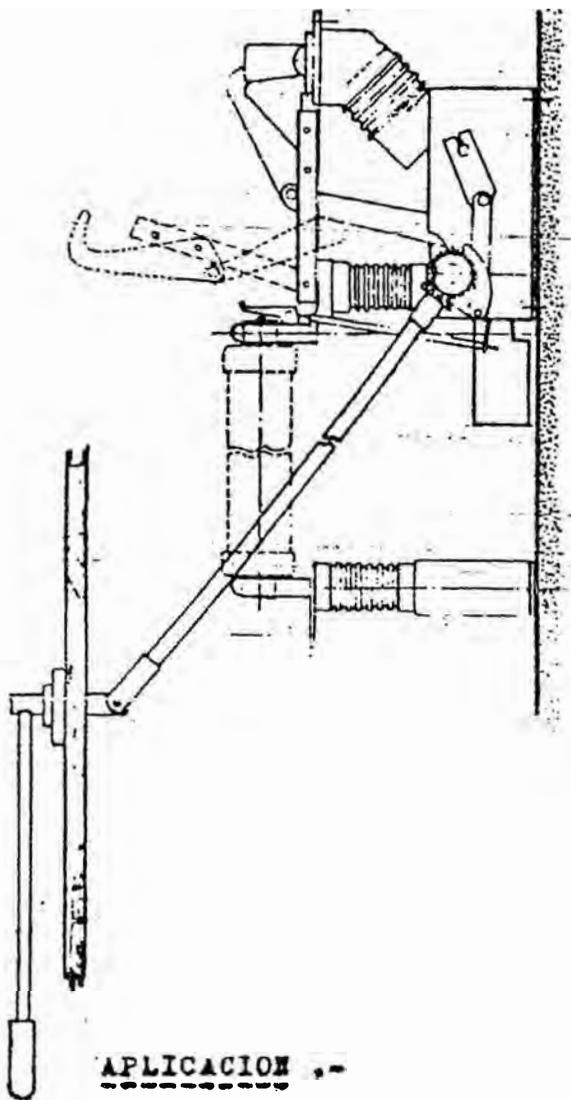
NOTA : Regulación AT : 2x2.5%

DDI - 18/02/99

ANEXO C

Seccionador fusible de potencia automático tripolar de 10 kV

SECCIONADOR FUSIBLE DE POTENCIA AUTOMATICO TRIPOLAR DE 10 kV

APLICACION .-

Para montarse en el interior de las subestaciones convencionales. Están previstos para operar y proteger alimentadores laterales subterráneos o aéreos, con el auxilio de fusibles limitadores de corriente de alta capacidad de ruptura.

CARACTERISTICAS BASICAS .-

Tensión nominal	:	10 kV
Corriente nominal	:	200 A
Capacidad de apertura a cos ϕ 0.7	:	200 A
Capacidad de cierre	:	75 kA (p.v.)
Referencia	:	

ANEXO D

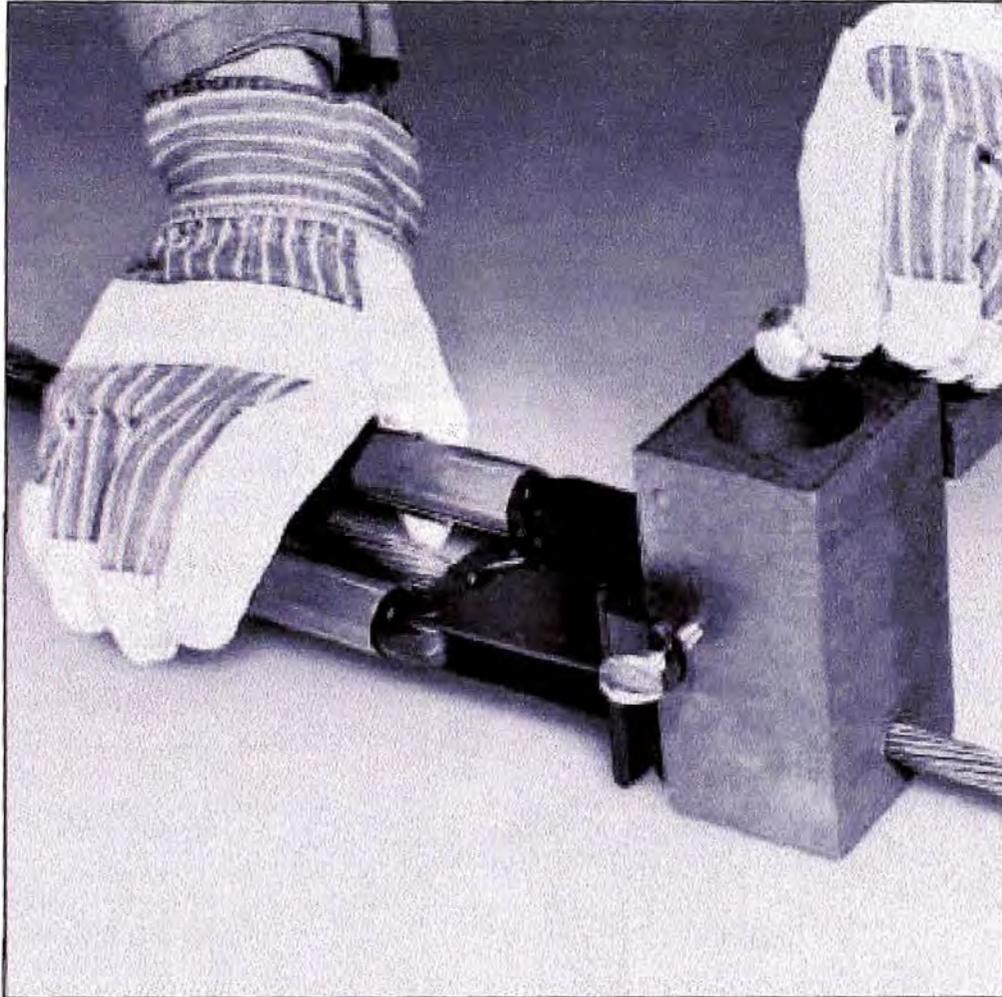
Manual sobre soldaduras en puestas a tierra.



FACILITY
ELECTRICAL
PROTECTION

CADWELD®

A9E
02/01 Issue
(Replaces A-9E 10/97)



CONTRACTOR TIPS FOR THE USE OF CADWELD® PRODUCTS

CADWELD®
WELDED ELECTRICAL CONNECTIONS

CRITEC®
SURGE PROTECTION DEVICES

ERITECH®
LIGHTNING PROTECTION/GROUNDING

ERICO®

CADWELD - The Molecular Bond

the **MOLECULAR BOND** that eliminates connections by forming an electrically perfect bond unaffected by corrosion.

Connections are the weak point of all electrical circuits and especially earthing circuits subjected to ageing and corrosion. The capacity of an earthing circuit to protect the safety of personnel depends on the quality of the connections made.

IS 6651 (1992) STATES

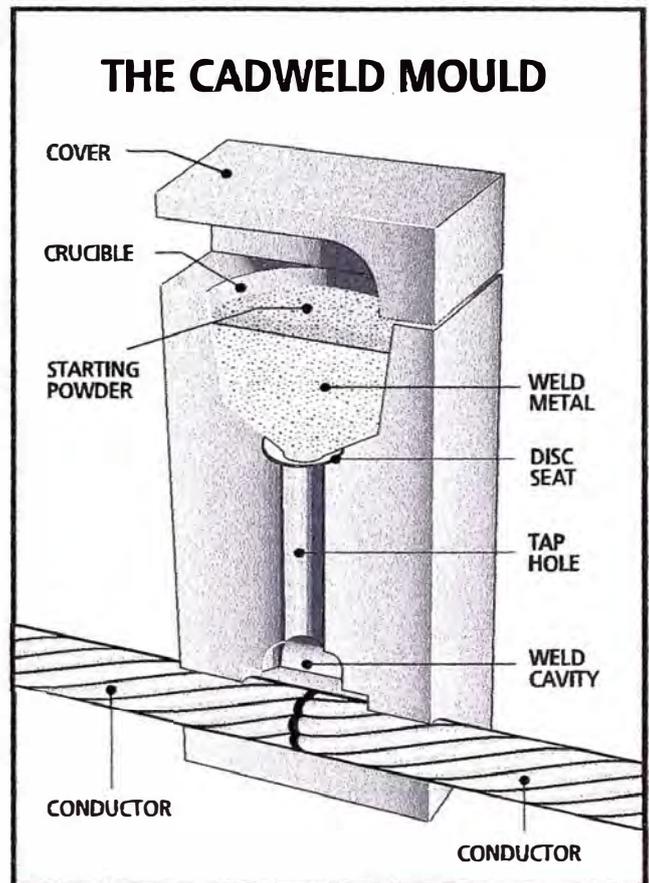
"Any joint other than welded represents a discontinuity in the current conducting system and is susceptible to variation and failure."

THE CADWELD PROCESS

It makes it possible to produce copper/copper, copper/aluminium, copper/steel and aluminium/aluminium electrical molecular bonds with no external energy or heat source.

The principle consists of bringing together a welding filler material and ignition agent in a suitable graphite mould. The weld metal composition depends upon the metals to be welded (copper oxide and aluminium for a copper/copper weld).

The reduction of copper oxide by aluminium produces molten copper and aluminium oxide slag at extremely high temperatures. The shape of the mould, its dimensions, and the size of the weld metal, are all dependent on the items to be welded and their size.



THE BASIC PRINCIPLE

The welding material and starting powder are poured into the mould crucible. They are contained during the reaction, by means of a metal disc seat.

When the reaction is complete, the molten metal is released and flows down the tap hole onto the items to be welded in the weld cavity.

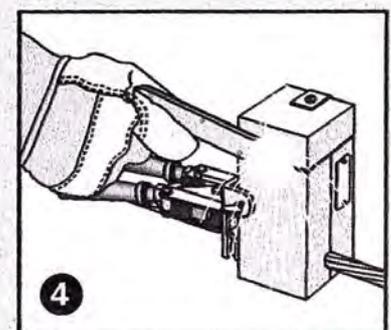
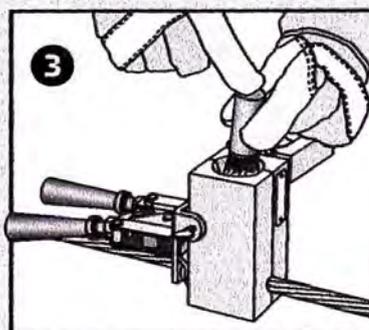
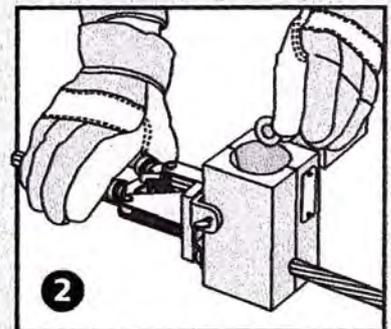
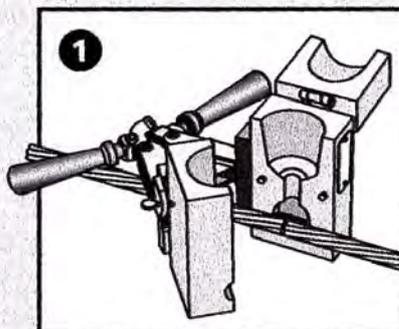
FOUR SIMPLE STEPS

STEP 1. Prepare conductor ends with a wire brush for welding. Place cable ends into open mould.

STEP 2. Close handles to lock mould halves together. Drop metal disk into crucible ensuring it is correctly seated, covering tap hole.

STEP 3. Deposit weld metal into crucible. Tap bottom of container to release starting material. Spread a little starting material on top of mould.

STEP 4. Close the cover and ignite with flint gun. Open the mould after 10 seconds, when metal has solidified.



CADWELD WELD

- Will carry more current than the conductor.
- Will not deteriorate with age.
- Is a molecular bond without any risk of loosening or corrosion.
- Will resist repeated fault currents
- Can be quality controlled simply by visual inspection.

RELIABILITY

As the molecular bond eliminates the concept of surface contact, an electrolyte cannot penetrate between the conductors and cause oxidation and deterioration in the course of time.

Corrosive environments

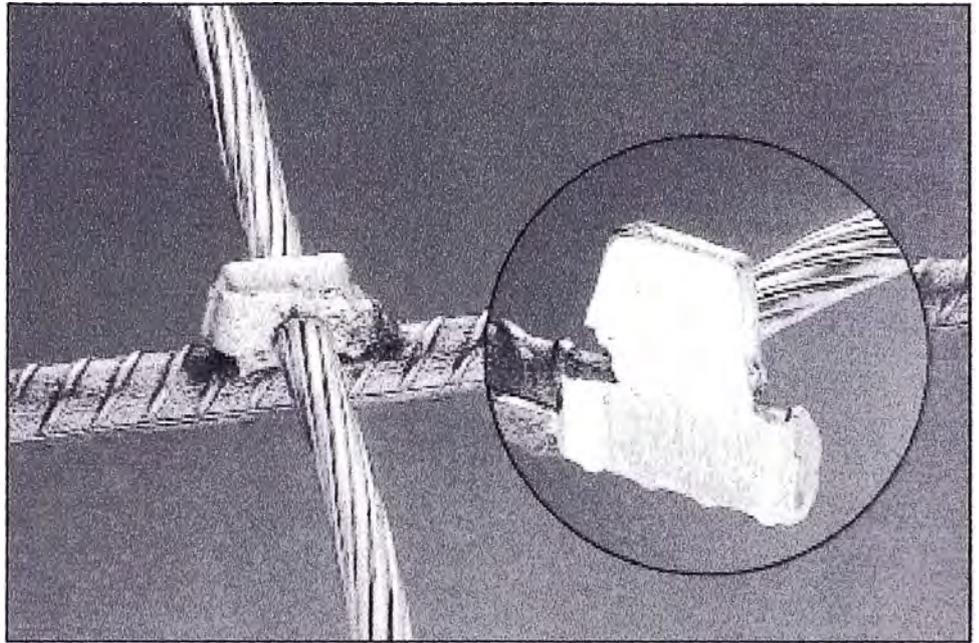
This reliability is of particular interest for humid or chemical environments or for bonds directly buried in the ground.

ABILITY TO WITHSTAND HIGH CURRENT

The melting temperature of CADWELD filler material is higher than the melting temperature of copper (1082°C). For this reason, in the event of abnormal heating due to a high fault current, the conductor is destroyed before the connection.

CONDUCTIVITY

As a CADWELD weld is a perfect molecular bond, the conductor is not broken and there are no contact surfaces. The integrity of the effective cross section of the conductor is unaltered.



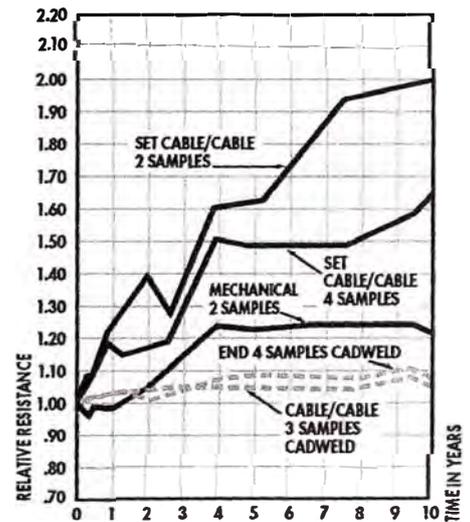
CALCULATED/MEASURED

Standard CADWELD welds have a cross section greater than that of the conductors to be joined, which compensates for the difference in resistivity between the conductor and the weld material. Consequently, under fault conditions the weld will always remain cooler than the conductor. If special applications do not allow for the required increase in cross section to be employed, the use of the formulae:

$$R = \frac{\rho \times l}{S} \text{ and } V = R \times I$$

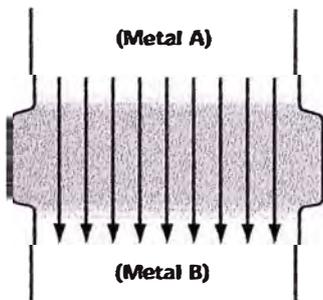
will make it possible to define precisely the resistance of the CADWELD weld.

CORROSION TEST



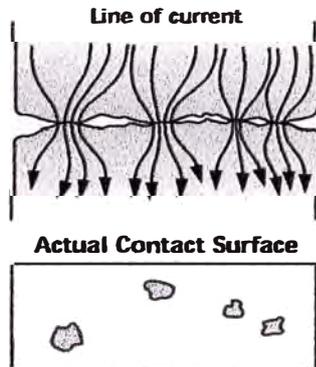
Comparison between CADWELD[®] Bonded Connection and Mechanical Connection

CADWELD WELD



The CADWELD bonded connection provides permanent conductivity over the whole of the section due to molecular bonding between the metal surfaces.

MECHANICAL CRIMPED CONNECTION

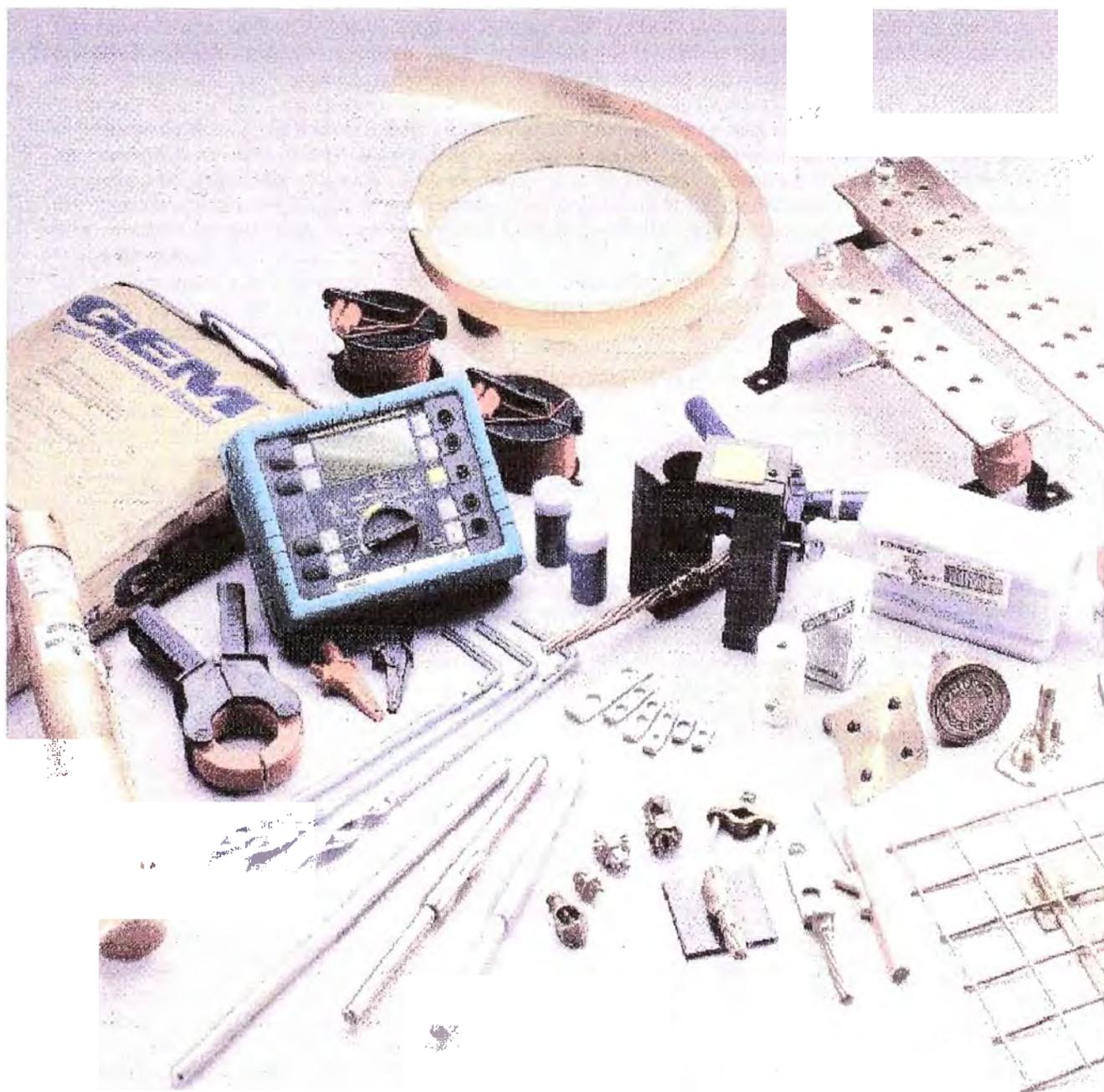


The mechanical connection presents a significant difference between the apparent contact surface and the actual surface.

This accelerated ageing test, carried out in a saline atmosphere at a controlled temperature, demonstrates that CADWELD welds retain all their electrical properties during the period of the test whereas the resistance of mechanical connections increase with time and this alters their conductive properties. CADWELD'S fine performance is due to its reliability resulting from the molecular bond.

COMPRING EIRL

ERICO



PERMANENT GROUND ENHANCEMENT MATERIAL GEM 25A SISTEMAS DE TIERRA PERMANENTES

Los métodos tradicionales de aterramientos pueden ser inadecuados y de vida corta para los requerimientos de la electrónica moderna, control, equipos de monitoreo de operaciones y energía.

Las operaciones y servicios se brindan de manera ininterrumpida especialmente en sitios remotos de difícil acceso, para un monitoreo permanente de los sistemas de tierra en estos casos es sumamente tedioso el control permanente de los valores del Sistema de Tierra.

Por todo esto, ERICO ha desarrollado el GEM25A (Ground Enhancement Material), un material de trabajo estable y permanente, seguro que reduce la resistividad del terrero donde se ubicaran los electrodos de tierra. La emergencia de la sensibilidad de los equipos electrónicos, la seguridad humana y la protección en general, ha incrementado los requerimientos de los sistemas de tierra las comunicaciones inalámbricas y las facilidades comerciales. La electrónica moderna desarrolla una alta sensibilidad para los efectos de disturbios eléctricos transmitidos equipos de potencia y líneas de datos.

La performance del desarrollo usado para la protección de equipo electrónicos sensibles particularmente en protección de transientes y surges de voltaje su existencia depende altamente de la eficiencia efectiva de una resistencia baja en sus sistemas de tierra.

ERICO GEM25A: PERMANENT GROUND ENHANCEMENT MATERIAL

GEM es permanente, estable que aporta una resistencia baja, es un material usado para el desarrollo de sistemas de tierra efectivos en condiciones de suelo totalmente adversas.

GEM es un compuesto altamente conductivo que se compone de materiales químicos estables (no excitados) que incluye además cemento hidráulico, carbon calcinado de alta calidad y aditivos químicos suplementarios todos ecológicos. GEM se presenta en forma de un polvo granular

COMO TRABAJA GEM?

GEM es inherente altamente conductivo y no cuenta únicamente con una conducción electrolíticamente o ionica. La conducción del compuesto GEM es dual para el transporte de electrones en sus órbitas al igual como un metal o un semiconductor, La conducción ocurre directamente entre el GEM, el conductor y el suelo.

La solidificación alrededor de los conductores incrementa efectivamente el tamaño del conductor.

Encapsula al electrodo promoviendo protección de la corrosión

GEM PROPIEDADES

Higroscópico –GEM absorbe el agua del suelo para facilitar su endurecimiento si se instala en seco

Baja Resistividad (< 20 ohm-cm)

No es afectado por condiciones de clima seco húmedo o heladas.

Incrementa la superficie o área de contacto con el suelo

BENEFICIOS AL USAR GEM

Baja la resistencia de tierra permanentemente, NUNCA necesita ser reemplazado (completamente libre de mantenimiento)

Naturalmente altamente conductivo, trabaja en todo tipo de suelo.

No corrosivo.

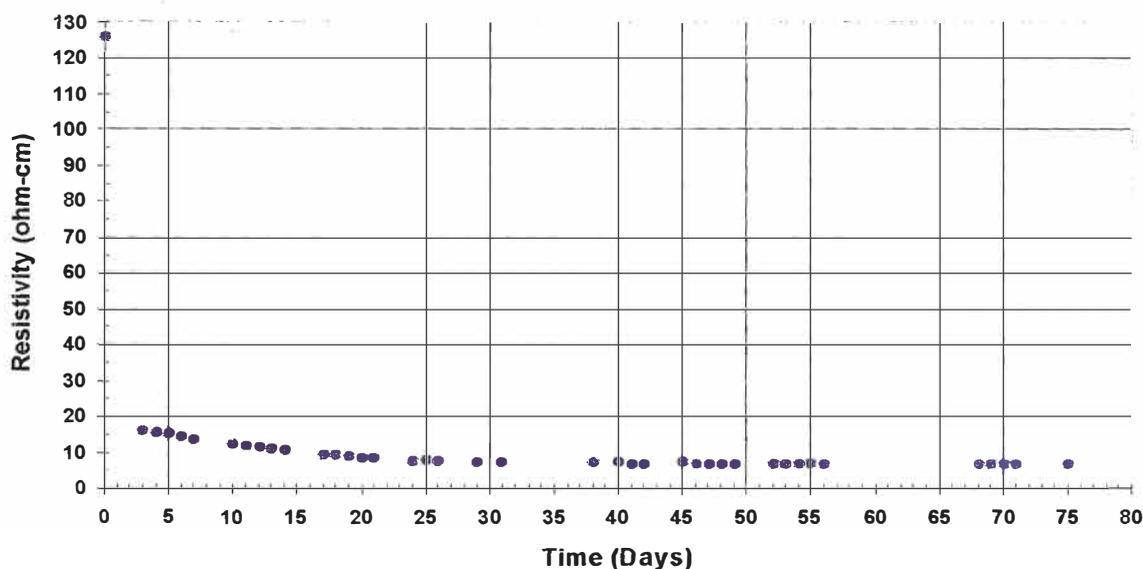
No afecta el medio ambiente no introduce iones conductivos en el agua o suelo

Fácil de utilizar puede ser aplicado en forma de polvo seco o mezclado con agua.

Higroscópico – no requiere de agua ideal para sitios remotos

Costo efectivo en función al costo-beneficio de protección de los equipos.

RESISTIVIDAD GEM VS DURANTE EL TIEMPO



Después de 3 días la resistividad se reduce hasta un 87% del valor inicial
Después de 75 días la resistividad se reduce hasta un 94.5% del valor inicial.

APLICACION

GEM –recubre o encapsula los electrodos de tierra verticales u horizontales, varillas, cables, planchas, mallas, etc. Por el sustancial incremento del área de la superficie de contacto esto reduce la resistencia de tierra del sistema de tierra Altamente efectivo en áreas de alta resistividad como roca y suelos arenosos altas montañas o áreas limitadas, áreas donde los electrodos verticales no pueden ser instalados.

Se presenta en una bolsa de 25 libras (11.5Kg.)

Se instala húmedo o seco

Aplicación para conductor horizontal.

Se recomienda humectar el GEM antes de instalarlo, mezclando una bolsa de GEM 25A con 10 litros de agua. Una vez obtenida la mezcla deposítelo inmediatamente en la zanja, luego ubique el conductor sobre él y seguidamente cubra el conductor con la pasta de GEM y agua Esparza tierra libre de piedras, palos, etc. sobre el GEM, teniendo cuidado de no exponer el conductor fuera del GEM. Compacte la tierra suavemente en forma manual y enseguida rellene la zanja con el suelo natural, compactando nuevamente el terreno en forma manual.

Se deben realizar todos los empalmes con soldadura CADWELD.

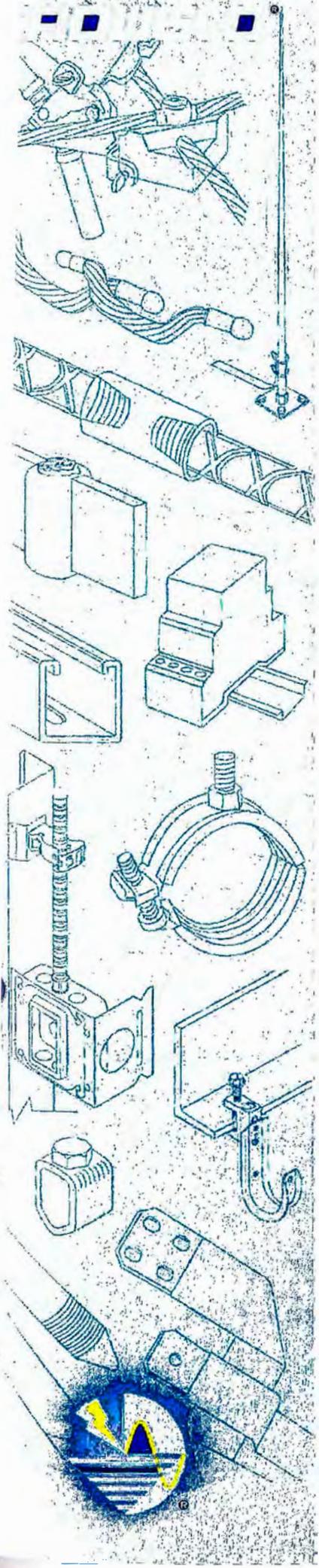
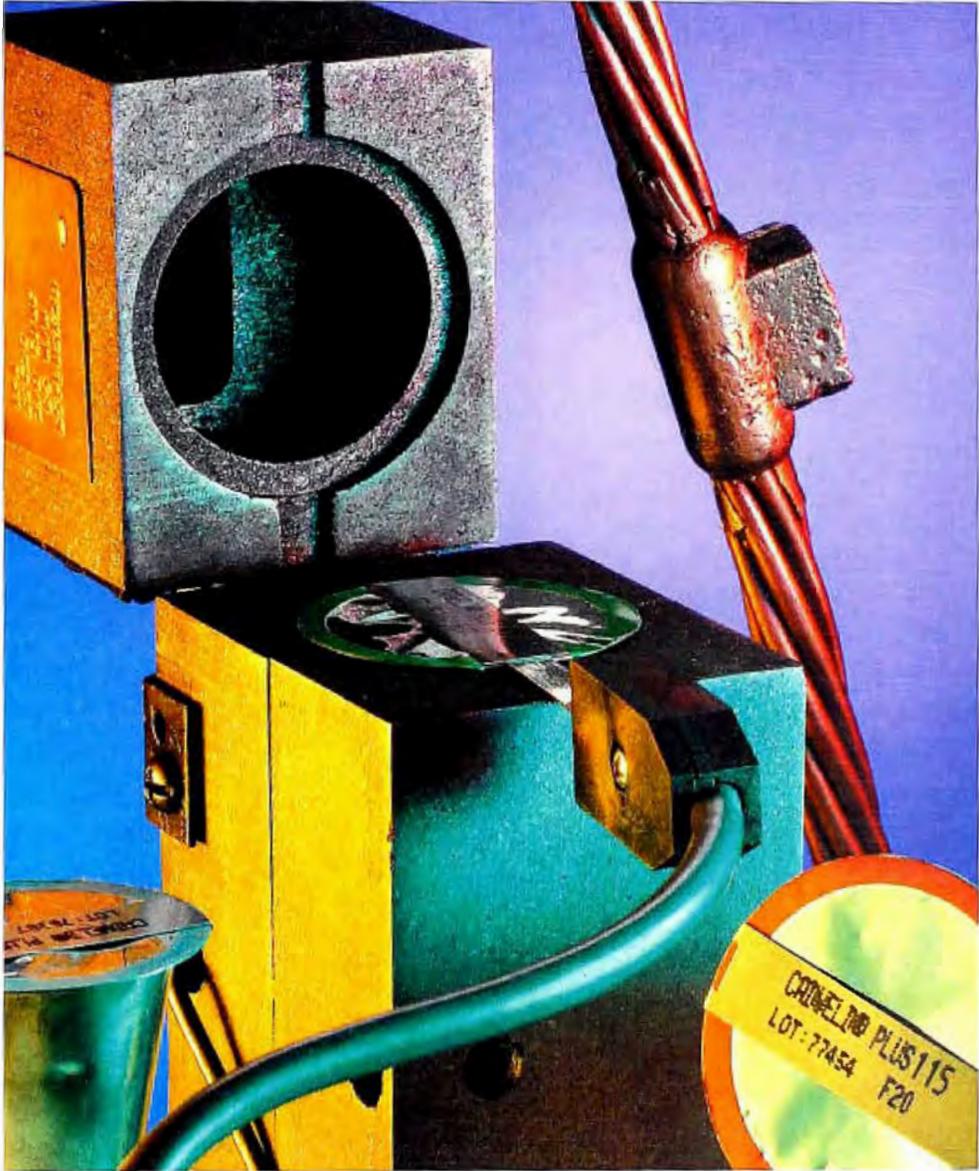
Instalación en barra toma tierra (Electrodo Vertical).

Perfore el suelo un pozo convencional de 1m. De diámetro por 2.60m de profundidad con la ayuda de un tubo de PVC de 6" x 70cm. Ayudara en la instalación, la varilla se colocara al centro del tubo auxiliar en el fondo del pozo dentro del tubo llenaremos GEM en pasta alrededor del tubo se rellenara con tierra cernida y agua para compactar una vez rellenado hasta los 70cm de largo del tubo deslizar el tubo y repetir la operación tantas veces hasta rellenar por completo el pozo y terminal la instalación finalmente se realizara una conexión caduelo entre la varilla y el cable de conexión.

Ing. Alfredo Rodríguez

CADWELD® PLUS

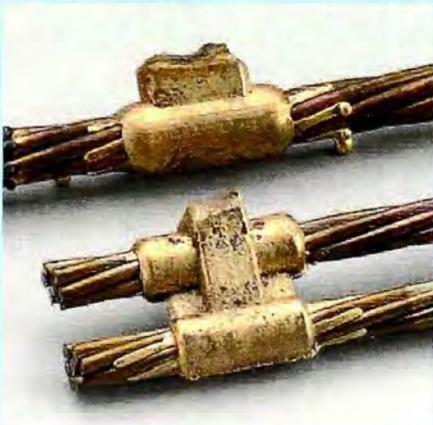
Leading Technologies In Exothermic Welding



ERICO®

CADWELD® PLUS connections offer all the benefits of conventional CADWELD® connections:

- Withstand repeated fault currents without failing during operation
- Exceed requirements of "IEEE® Std 837- Std. for Qualifying Permanent Connections Used In Substation Grounding"
- Join copper to copper, copper to galvanized or plain steel, copper to copper clad steel, copper to bronze/ brass/stainless steel, steel to steel, etc.
- Current carrying capacity equal to or greater than that of the conductor
- Permanent, molecular bond that will not loosen or corrode, resulting in a connection with a lifetime equal to that of the installation
- No external power or heat source required
- Quality Assurance Inspection is easy and visual
- Minimal installation training required



The CADWELD molecular bond will last the lifetime of the conductors.

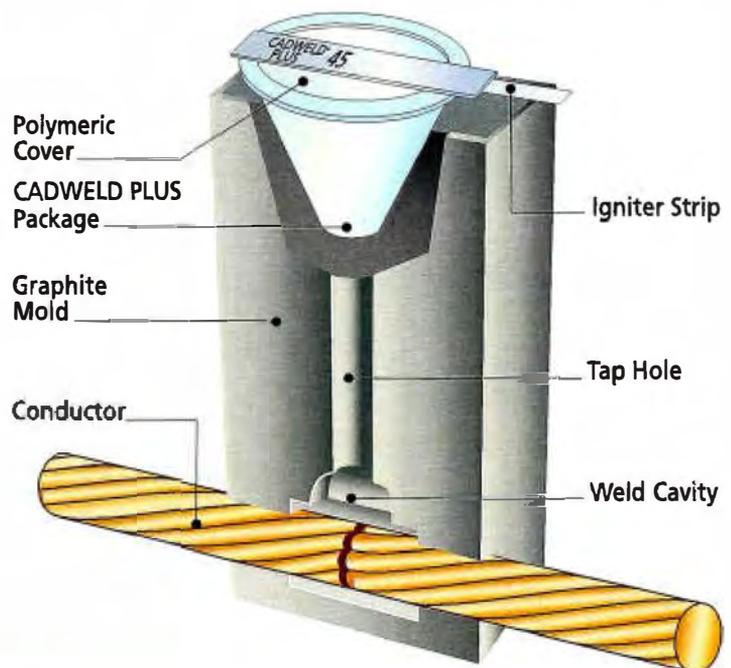
CADWELD® PLUS

The ultimate welded connection that will never loosen, corrode or increase in resistance just go **BETTER.**

CADWELD PLUS is the latest advancement in the continuing evolution of ERICO's exothermic products. Since it's development in 1938, CADWELD electrical connections have become recognized as the ultimate connection for rail, cathodic, power and grounding applications. ERICO® has established itself as the worldwide connections leader. CADWELD PLUS continues this tradition of technical leadership.

The revolutionary CADWELD PLUS System is a simplified method of performing exothermically welded electrical connections. The CADWELD PLUS integrated weld metal package has streamlined the installation process by eliminating ignition materials – reducing set up time.

The tamper proof, integrated weld metal package consists of a steel cup containing CADWELD patented weld metal alloys and ignition source. This new weld metal package is designed for use in all standard CADWELD molds including CADWELD® MULTI. Once placed in the CADWELD mold, the weld metal is electronically ignited using a simple battery-powered control unit with six (6) foot lead.



CADWELD® PLUS

Feature

Integrated Weld Metal Package

Color Coded Weld Metal

Electronic Control Unit

Six Foot Control Unit Lead

Benefits

- Simplifies training and set up
- Saves labor
- Simplifies cleaning
- Reduces risk of misapplication
- Simple visual verification of correct weld metal size
- No starting material required
- Easy ignition
- Increased flexibility in hard to reach areas

The CADWELD® PLUS system:

CADWELD®

*Proven Safety and
Proven Performance
with No Equal*

- Consists of a tamper proof, disposable, moisture-resistant weld metal cup. The weld metal, disk and ignition source are incorporated into the self-contained package
- Virtually unlimited shelf life
- Completes welds at distances of up to 6 ft/1.8 meters (up to 15 ft/4.6 meters with optional lead)
- Requires minimum components – no starting material, no disks, no flint igniters
- Easy to handle, store and transport – by air, land or sea in unlimited quantities
- Reduces installation time by 20%
- Has color-coded weld metal containers – by size and alloy type – for easy identification
- Has electronic ignition with a CE/UL battery powered controller box that is designed for 600 connections with one set of 8 standard AA batteries (included) – requiring no special batteries or chargers
- Designed for use in standard CADWELD® molds including CADWELD® MULTI

Installation Is Easy!

4 Simple Steps For Permanently Welded Electrical Connections



Insert CADWELD PLUS package into mold (may require use of a cover/baffle)



Attach control unit termination clip to ignition strip



Press and hold control unit switch and wait for the ignition



Open the mold and remove the expanded steel cup – no special disposal required

CADWELD PLUS Control Unit initiates the reaction of the metal crucible. The standard unit includes a 6-foot (1.8 meter) high temperature control unit lead. The lead attaches to the ignition strip using a custom made, purpose-designed termination clip.

After the termination clip is installed on the ignition strip, the installer pushes and holds the ignition button to start a charging and discharging sequence. Within a few seconds the control unit sends a predetermined voltage to the ignition strip and the reaction is initiated.

CADWELD® PLUS

Color Coded Containers

CADWELD PLUS uses the following color codes and general product nomenclature:



CADWELD PLUS for Grounding Applications

CADWELD PLUS Part Number	European Article Number	Size Identification Ring Color	Traditional Welding Material Part Number (Clear Cap)
15PLUSF20	165700	Black	15
25PLUSF20	165701	Red	25
32PLUSF20	165702	White	32
45PLUSF20	165703	Light Blue	45
65PLUSF20	165704	Dark Green	65
90PLUSF20	165705	Gray	90
115PLUSF20	165706	Orange	115
150PLUSF20	165707	Dark Blue	150
200PLUSF20	165708	Yellow	200
250PLUSF20	165709	Purple	250
300PLUSF20	165710	Light Green	use 2 x 150
400PLUSF20	165711	Brown	use 2 x 200
500PLUSF20	165712	Light Brown	500

CADWELD PLUS for Cathodic Applications

CADWELD PLUS Part Number	European Article Number	Size Identification Ring Color	Traditional Welding Material Part Number (Green Cap)
CA15PLUSF33	165713	Black	CA15/CA15S
CA25PLUSF33	165714	Red	CA25
CA32PLUSF33	165715	White	CA32
CA45PLUSF33	165716	Light Blue	CA45
CA65PLUSF33	165717	Dark Green	CA65

CADWELD PLUS Part Number	European Article Number	Size Identification Ring Color	Traditional Welding Material Part Number (Orange Cap)
CA25PLUSXF19	165722	Red	CA25XF19
CA32PLUSXF19	165723	White	CA32XF19
CA45PLUSXF19	165724	Light Blue	CA45XF19
CA65PLUSXF19	165725	Dark Green	CA65XF19

CADWELD PLUS for Cast Iron Applications

CADWELD PLUS Part Number	European Article Number	Size Identification Ring Color	Traditional Welding Material Part Number (Orange Cap)
25PLUSXF19	165718	Red	25XF19
32PLUSXF19	165719	White	32XF19
45PLUSXF19	165720	Light Blue	45XF19
65PLUSXF19	165721	Dark Green	65XF19

Gram weight PLUS weld metal type i.e. 45PLUSF20

Accessories

Part Number	European Article Number	Description
PLUSCU	165738	CADWELD PLUS Control Unit
PLUSCU15L	165745	CADWELD PLUS Control Unit with 15 ft. (4.6 meters) Lead
PLUSCULD	165739	CONTROL UNIT Replacement Lead 6 ft. (1.8 meters)
PLUSCULD15	165746	CONTROL UNIT Replacement Lead 15 ft. (4.6 meters)
MC2X2KIT	165740	Kit, Baffle Cover, Graphite - 2" X 2" Mold
MC25X3KIT	165744	Kit, Baffle Cover, Graphite - 2 1/2" X 3" Mold
MC3X3KIT	165741	Kit, Baffle Cover, Graphite - 3" X 3" Mold
MC4X4KIT	165742	Kit, Baffle Cover, Graphite - 4" X 4" Mold



PLUSCU

Baffle Cover Kit

PLUSCULD

CADWELD PLUS Patent Numbers 6,553,911 6,835,910 6,703,578

WARNING

ERICO products shall be used only as illustrated and recommended in the product instruction sheets (additional instruction sheets are available at www.erico.com). Misuse or misapplication may cause failure resulting in possible property damage or bodily injury.

WARRANTY; CLAIMS; EXCLUSIVE REMEDY

ERICO products are warranted to be free from defects in material and workmanship at the time of shipment. NO OTHER WARRANTY, WHETHER EXPRESS OR IMPLIED (INCLUDING ANY WARRANTY OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE), SHALL EXIST IN CONNECTION WITH THE SALE OR USE OF ANY ERICO PRODUCTS. Claims for errors, shortages, defects or nonconformities ascertainable upon inspection must be made in writing within 5 days after the Buyer's receipt of products. All other claims must be made in writing to ERICO within 6 months from the date of shipment or transport. Products claimed nonconforming or defective must, upon ERICO's prior written approval in accordance with its standard terms and procedures governing returns, promptly be returned to ERICO for inspection. Claims not made as provided above and within the applicable time period will be barred. ERICO shall in no event be responsible if the products have been stored or used in accordance with its specifications and recommended procedures. ERICO will, at its option, either repair or replace nonconforming or defective products for which it is responsible or return the purchase price to Buyer. THE FOREGOING STATES BUYER'S EXCLUSIVE REMEDY FOR ANY BREACH OF ERICO WARRANTY AND FOR ANY CLAIM, WHETHER SOUNDING IN CONTRACT, TORT OR NEGLIGENCE, FOR LOSS OR INJURY CAUSED BY THE SALE OR USE OF ANY PRODUCT.

LIMITATION OF LIABILITY

ERICO excludes all liability except that is directly attributable to the willful or gross negligence of ERICO's employees. Should ERICO be held liable its liability shall in no event exceed the total purchase price under the contract. ERICO SHALL IN NO EVENT BE RESPONSIBLE FOR ANY LOSS OF BUSINESS OR PROFITS, DOWNTIME OR DELAY, LABOR, REPAIR OR MATERIAL COSTS OR ANY SIMILAR OR DISSIMILAR CONSEQUENTIAL LOSS OR DAMAGE INCURRED BY BUYER.

IEEE is a registered trademark of The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Incorporated.

Copyright ©2005 ERICO International Corporation. All rights reserved.

CADDY, CADWELD, CRITEC, ERICO, ERITECH, ERIFLEX, and LENTON are registered trademarks of ERICO International Corporation.

www.erico.com

E426B-WW E352LT05WW 00660V

ANEXO E

Normas de crucetas.

7.7 Crucetas

7.7.1 Crucetas y ménsulas de concreto armado.

- a) Características generales. Las crucetas y ménsulas serán de concreto armado vibrado, y cumplirán con los requisitos exigidos para los postes.
- b) Designación. Las crucetas y ménsulas se designaran con letras características (Z para crucetas simétricas, ZA para crucetas asimétricas y M para ménsulas) seguida de la longitud nominal, longitud asimétrica mayor con respecto al eje del poste, en metros, y luego la carga de trabajo Rx, en kg.

Ejemplo:

Z/1.50/200	Cruceta simétrica de 1.50 m longitud nominal y 200 kgs de carga de trabajo.
ZA/2.00/1.20/200	Cruceta asimétrica de 2.0 m longitud nominal, 1.20 m de longitud asimétrica mayor respecto al eje del poste y 200 kgs de carga de trabajo.
M/0.60/200	Ménsula de 0.60 m longitud nominal y 200 kgs de carga de trabajo.

7.7.2 Crucetas de madera

- a) Características generales. Las crucetas deberán ser de madera apropiada para esta finalidad, con los requisitos prescritos para los postes de madera. Cuando van a ser tratados deberán cepillarse, ranurarse y perforarse antes del tratamiento, de acuerdo a los términos del pedido.

Las crucetas deberán fijarse rígidamente al poste por medio de pernos pasantes o bridas de hierro ajustadas con tuercas.

- b) Designación. Serán designados por las dimensiones de su sección transversal en mm (pulg), longitud nominal en metros, y la carga de trabajo, Rx en kg.

Ejemplo 76.2 (3) x 76.2 (3) x 2.20/200

ANEXO F

Norma de procedimiento para la elaboración de proyectos y ejecución de obras en sistemas de distribución y sistemas de utilización en media tensión.

NORMA DE PROCEDIMIENTOS PARA LA ELABORACIÓN DE PROYECTOS Y EJECUCIÓN DE OBRAS EN SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN Y SISTEMAS DE UTILIZACIÓN EN MEDIA TENSIÓN EN ZONAS DE CONCESIÓN DE DISTRIBUCIÓN

1. OBJETIVO

Establecer los requisitos, procedimientos, responsabilidades y plazos a cumplir por los Interesados, Proyectistas, Contratistas y Concesionarios en la elaboración de proyectos y ejecución de obras correspondiente a los Sistemas de Distribución y Utilización de Media Tensión, que se desarrollen dentro de la zona de concesión de un Concesionario de Distribución.

2. ALCANCES

Corresponde a los proyectos y obras a desarrollar en los diferentes sectores típicos de distribución, dentro de la zona de concesión de los concesionarios de distribución de electricidad y comprende lo siguiente:

- Subsistema de Distribución Primaria
- Subsistema de Distribución Secundaria
- Instalaciones de Alumbrado Público
- Conexiones domiciliarias
- Sistemas de Utilización en Media Tensión

3. BASE LEGAL

Artículos N° 31°, 85°, 88°, 97°, 99° y 109° de la Ley de Concesiones Eléctricas Decreto Ley N° 25844 y Artículos 188°, 189°, 239° y 290° de su Reglamento D.S. N° 009-93-EM.

4. DISPOSITIVOS LEGALES A CONSULTAR

Ley de Concesiones Eléctricas D.L. N° 25844, su Reglamento D.S. N° 009-93-EM, Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos, Código Nacional de Electricidad Suministro, Código Nacional de Electricidad Utilización, Norma de Terminología y Simbología, demás Normas DGE relacionadas al tema, Reglamento Nacional de Construcción; Ordenanzas Municipales aplicables y demás dispositivos legales vigentes.

5. AMBITO DE APLICACIÓN

Lo establecido en la presente norma es de cumplimiento obligatorio para Interesados, Proyectistas, Contratistas Especialistas y Concesionarios de Distribución.

6. DEFINICIONES

6.1 Asentamiento Humano

Habilitación urbana para uso de vivienda en vía de regularización, es competencia de la Municipalidad Provincial otorgar el reconocimiento que lo acredite como tal.

Es el conjunto de instalaciones eléctricas comprendidas desde un sistema de generación o transformación a media tensión, hasta los puntos de entrega de los usuarios de media o baja tensión, inclusive las unidades de alumbrado público. Comprende lo siguiente:

6.18.1 Subsistema de Distribución Primaria

Son las redes y subestaciones cuyas tensiones de servicio son mayores de 1 kV y menores de 30 kV.

6.18.2 Subsistema de Distribución Secundaria

Son las redes de servicio público cuyas tensiones de servicio son iguales o menores a 1 kV.

6.18.3 Instalaciones de Alumbrado Público

Son las redes y unidades de alumbrado destinadas al alumbrado público de las vías, plazas y parques.

6.19 Sistema de Utilización en Media Tensión

Es aquel constituido por el conjunto de instalaciones eléctricas de Media Tensión, comprendida desde el punto de entrega hasta los bornes de Baja Tensión del transformador, destinado a suministrar energía eléctrica a un predio. Estas instalaciones pueden estar ubicadas en la vía pública o en propiedad privada, excepto la subestación, que siempre deberá instalarse en la propiedad del Interesado. Se entiende que quedan fuera de este concepto las electrificaciones para usos de vivienda y centros poblados.

6.20 Suministro Eléctrico (suministro)

Abastecimiento regular de energía eléctrica del Concesionario al usuario dentro del régimen establecido por la Ley de Concesiones Eléctricas y su Reglamento.

6.21 Usuario

Persona natural o jurídica que ocupa un predio y está en capacidad de hacer uso legal del suministro eléctrico correspondiente; es el responsable de cumplir con las obligaciones técnicas y económicas que se derivan de la utilización de la electricidad.

6.22 Zona de Concesión

Zona geográfica delimitada por un polígono, cuyos vértices están expresados en coordenadas UTM pertenecientes a un datum horizontal wgs84 o psad56, dentro del cual el Concesionario está obligado a prestar servicio público de electricidad y a todos aquellos que con sus propias líneas lleguen a esta zona.

6.23 Zona Urbana

Son las poblaciones cuyas instalaciones eléctricas pertenecen a los sistemas eléctricos catalogados como Sectores Típicos de Distribución 1 y 2.

6.24 Zona Urbano-Rural

Son las poblaciones cuyas instalaciones eléctricas pertenecen a los sistemas eléctricos catalogados como Sectores Típicos de Distribución 3.

6.25 Zona Rural

ANEXO G

Norma para las condiciones de funcionamiento de los cables tendidos bajo tierra.

Si las condiciones de tendido y funcionamiento difirieran de las consideradas en el punto 12.1.2.1 las intensidades de la Tabla X deberán ser afectadas de los factores de corrección dados en las Tablas XI, XII, XIV, XV y XVI.

12.1.2.1 Condiciones de funcionamiento de los cables tendidos bajo tierra.

a) Condiciones de base

Además de las disposiciones mencionadas en la introducción (12.1.1.), las condiciones generales de funcionamiento de los cables que sirven de base para los cálculos de las intensidades de corriente son:

Temperatura del suelo	: 20 °C
Resistividad térmica del suelo	: 100 °C.cm/W
Profundidad de tendido	: 60 cm

Las intensidades de corriente admisibles se dan en la Tabla X

b) Condiciones particulares

Si el cable en servicio no es utilizado según las condiciones establecidas en el punto a) anterior, los valores de las intensidades de corriente dados en la Tabla X serán afectados de los siguientes factores de corrección:

- i)** Factor de corrección relativa a la temperatura del suelo. Este factor de corrección es dado por la Tabla XI en función de la temperatura del suelo y del tipo de cable considerado.
- ii)** Factor de corrección relativo a la resistividad térmica del suelo. Este factor de corrección es dado por las Tablas XII y XIV para los cables multipolares y unipolares respectivamente, en función de la resistividad térmica del suelo y del tipo de cable considerado. En la Tabla XIII se da también la resistividad del suelo según su composición y grado de humedad.
- iii)** Factor de corrección relativo a la proximidad de otros cables. Este factor de corrección es establecido considerando la proximidad de otros cables o de sistema de cables unipolares de la misma sección y que transportan la misma potencia. Este factor de corrección es dado por la Tabla XV en función del número de cables o de sistemas de cables unipolares.

- iv) Factor de corrección relativo a la profundidad de tendido. Este factor de corrección es dado por la Tabla XVI en función de la profundidad de tendido y de la tensión nominal de los cables utilizados.

12.1.2.2 Condiciones de funcionamiento de los cables tendidos en ductos.

El diámetro interior de los ductos será considerado como igual a:

2.5 veces el diámetro exterior de los cables, para aquellos cuyo diámetro exterior no exceda de 65 mm^2 .

2 veces el diámetro exterior de los cables, para aquellos cuyo diámetro exterior exceda de 65 mm^2 .

a) Condiciones de base

Además de las disposiciones mencionadas en la Introducción (12.1.1) las condiciones generales de funcionamiento de los cables que sirven de base para los cálculos de las intensidades de corriente son:

- Temperatura del suelo : $20 \text{ }^\circ\text{C}$
- Resistividad térmica del suelo : $100 \text{ }^\circ\text{C.cm/W}$
- Profundidad de tendido: 100 cm
- Resistividad térmica del material que constituye el ducto: $100 \text{ }^\circ\text{C.cm/W}$.

Las intensidades de corriente admisibles serán obtenidas multiplicando las intensidades que figuran en la Tabla X por el factor de corrección dado por la Tabla XVII.

b) Condiciones particulares

Si el cable en servicio no es utilizado según las condiciones establecidas en el punto a) anterior, los valores de las intensidades de corriente así obtenidas serán afectados de los siguientes factores de corrección.

- i) Factor de corrección relativo a la temperatura del suelo. Este factor de corrección es dado por la Tabla XI en

función de la temperatura del suelo y del tipo de cable considerado.

- ii) Factor de corrección relativo a la resistividad térmica del suelo. Este factor de corrección es dado por las Tablas XII y XIV para los cables multipolares y unipolares respectivamente en función de la resistividad térmica del suelo y del tipo de cable considerado.
- iii) Factor de corrección relativo a la proximidad de otros cables. Este factor de corrección es establecido considerando la proximidad de otros cables o de sistemas de cables unipolares de la misma sección y que transportan la misma potencia. Este factor de corrección está dada por la Tabla XVIII en función del número de cables o de sistemas de cables unipolares.
- iv) Factor de corrección relativo a la profundidad de tendido y a la variación de la resistividad térmica del material que constituye el ducto. Este factor de corrección puede ser considerado como igual a 1 para las profundidades de tendido que no excedan 100 cm y para resistividades térmicas del material que constituye el ducto que no sobrepasen los $100^{\circ}\text{C}\cdot\text{cm}/\text{W}$.

12.2 Para Cables con aislamiento de papel impregnado y cubierta de plomo

12.2.1 Introducción

Las intensidades de corriente máxima admisibles en régimen permanente dadas en este punto serán relativas sólo a cables multipolares (bipolares, tripolares y tetrapolares). Las temperaturas máximas admisibles en permanencia sobre las almas de los cables tomados en consideración serán:

80 °C para los cables de tensión de 0.6/1kV

65 °C para los cables de tensión de 8.7/10 kV.

En modificaciones locales las condiciones de tendido y funcionamiento podrán ser despreciables para longitudes de tramos inferiores a 6 metros.

12.3 Ejecución de Pruebas

12.3.1 Requisitos

Carta del Contratista Especialista solicitando al Concesionario programar el día y hora para efectuar las pruebas correspondientes, adjuntando dos (2) copias del expediente final de construcción, firmado y sellado por el Ingeniero Residente, que comprende:

- a) Memoria descriptiva.
- b) Especificaciones técnicas.
- c) Planos de construcción.
- d) Copia certificada del Protocolo de Pruebas de los transformadores de Potencia.
- e) Para los Sistemas de Distribución, el inventario valorizado y copia de las facturas de los materiales utilizados.
- f) Para los Sistemas de Utilización en casos excepcionales y debidamente justificados, el Supervisor podrá solicitar que el Contratista Especialista muestre copia de la factura de algún material específico.

12.3.2 Procedimiento

- a) El Contratista Especialista presentará al Concesionario la solicitud de pruebas con los requisitos indicados.
- b) En un plazo no mayor de diez (10) días útiles contados a partir de la presentación de la solicitud, el Concesionario revisará la documentación presentada y realizará el protocolo de inspección y pruebas.
- c) En la fecha y hora fijada para la inspección y pruebas eléctricas, el Contratista Especialista y el Ingeniero Residente deberán disponer los recursos humanos, equipos y herramientas necesarias para llevar a cabo las pruebas con seguridad; también, deben tener las instalaciones preparadas y de fácil acceso para la supervisión.
- d) El Ingeniero Supervisor efectuará la dirección de las Pruebas Eléctricas, que comprenderá como mínimo lo siguiente:

d.1) Para Sistemas de Distribución

d.1.1) Pruebas de Aislamiento

Las pruebas de aislamiento se realizarán por tramos:

- Red de Distribución Primaria
- Subsistema de Distribución Secundaria
- Red de Alumbrado de Vías Públicas
- Acometidas domiciliarias

Se considera como aceptables los siguientes valores de aislamiento:

- Para Red de Distribución Primaria

Tipo de Condiciones	Red de Distribución Primaria	
	Aéreas	Subterráneas
Condiciones normales		
▪ Entre fases	100 MΩ	50 MΩ
▪ De fase a tierra	50 MΩ	20 MΩ
Condiciones húmedas		
▪ Entre fases	50 MΩ	50 MΩ
▪ De fase a tierra	20 MΩ	20 MΩ

- Para Subsistema de Distribución Secundaria y Red de Alumbrado Público:

Tipo de Condiciones	En Redes de Alumbrado Público		En Subsistema de Distribución Secundaria	
	Aéreas	Subterráneas	Aéreas	Subterráneas
Condiciones normales				
Entre fases	50 MΩ	10 MΩ	50 MΩ	20 MΩ
De fase a tierra	20 MΩ	5 MΩ	20 MΩ	10 MΩ
Condiciones húmedas				
Entre fases	20 MΩ	5 MΩ	20 MΩ	10 MΩ
De fase a tierra	10 MΩ	5 MΩ	10 MΩ	5 MΩ

Las pruebas de aislamiento del Subsistema de Distribución Secundaria, deberán efectuarse con los bornes de los dispositivos de maniobra y protección (instalados en las cajas de conexión) sin conectarse a las acometidas.

Las pruebas de aislamiento de la red de alumbrado público deberán efectuarse sin conectar los cables o conductores de alimentación a la base portafusible o dispositivo de protección.

- Para Acometidas:

Tipo de Condiciones	Acometidas	
	Aéreas	Subterráneas
Condiciones normales		
Entre fases	10 MΩ	10 MΩ
De fase a tierra	5 MΩ	5 MΩ
Condiciones húmedas		
Entre fases	10 MΩ	10 MΩ
De fase a tierra	5 MΩ	5 MΩ

d.1.2) Pruebas de continuidad

Deben efectuarse desde los extremos del cable o conductor, cortocircuitando el otro extremo del mismo.

d.1.3) Resistencia de Puesta a Tierra

Debe verificarse los valores de resistencia de puesta a tierra estipulados en el Código Nacional de Electricidad.

d.1.4) Con el sistema energizado por el Concesionario, verificar lo siguiente:

- Encendido de lámparas.
- Tensión y secuencia de fases.

d.1.5) El Concesionario podrá realizar las mediciones necesarias a fin de verificar los estándares de calidad fijados en la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos y en la Norma Técnica de Alumbrado de Vías Públicas.

d.2) Para Sistemas de Utilización en Media Tensión

Pruebas de Continuidad y Aislamiento de la red de Media Tensión.

Pruebas del Sistema de Puesta a Tierra.

- e) Al final de las pruebas se levantará un Acta en el cual se consignará los resultados obtenidos así como las posibles observaciones. El Acta será elaborado por duplicado y estará suscrita por el Ingeniero Residente y el Ingeniero Supervisor, copia del Acta deberá ser entregada al Ingeniero Residente junto con el expediente de construcción revisado.
- f) En caso que las pruebas arrojen resultados no satisfactorios, el Contratista Especialista deberá subsanar las deficiencias u omisiones encontradas. El Ingeniero Residente comunicará al Ingeniero Supervisor el levantamiento de observaciones y éste en coordinación con el Ingeniero Residente deberá realizar las pruebas dentro de los siguientes siete (07) días útiles.
- g) Con el Acta de Pruebas satisfactorias el Interesado en coordinación con el Contratista Especialista, solicitará al Concesionario:

La Recepción y Puesta en Servicio para Sistemas de Distribución.

La Conformidad y Puesta en Servicio para Sistemas de Utilización en Media Tensión.

- h) Para los Sistemas de Distribución, mientras el Interesado no cuente con el documento de recepción de obra emitido por el Concesionario, la custodia de las instalaciones estará bajo su responsabilidad.

ANEXO H

Estándar de prevención de riesgos para el montaje y tendido de líneas de transmisión de energía eléctrica.

DEPARTAMENTO DE PREVENCIÓN DE RIESGOS	Montaje de Torres y Tendido de Líneas de Transmisión Eléctrica	CODIGO :
		Versión:
		Página 1 de 7

GENERAL

1. El personal que realice trabajos de montaje de torres y tendido de líneas de transmisión debe ser competente, de probada experiencia y destreza, estar familiarizado con el uso de los equipos y herramientas a emplearse y poseer buenas condiciones físicas y mentales. Se debe verificar que haya descansado lo suficiente y se encuentre en buen estado de salud, antes de cada jornada de trabajo. No debe permitirse a ningún trabajador nuevo, aunque tenga experiencia, subir a una torre o realizar cualquier trabajo peligroso, hasta que no haya demostrado al Capataz que tiene capacidad para realizar dicha labor.
2. No se permitirá que el personal realice ningún trabajo, si no posee las prendas básicas de protección personal como son: Calzado de seguridad homologado con punta de acero (botines o botas de jebe según la labor, aceptándose solo botines de cuero con suela antideslizante para trabajos en altura, los cuales serán dieléctricos para trabajos en línea para prevenir inducción estática), casco homologado con barbiquejo, ropa de trabajo de algodón, guantes de cuero badana y lentes de seguridad. Se deberá complementar las prendas de protección básicas con lentes para brillo solar, cortavientos y capotines; según se requiera por condiciones climáticas.
3. Antes de iniciar las labores, los trabajadores deberán asegurarse que poseen todos los equipos, herramientas y materiales adecuados y que estos se encuentren en buen estado, de tal forma que no se tenga que improvisar en ningún momento. Todos los trabajadores deben entender claramente la naturaleza del trabajo que van a realizar y sus deberes correspondientes. El capataz debe tomarse el tiempo necesario para cerciorarse que todos los trabajadores están bien instruidos sobre la tarea a realizar. Las condiciones de trabajo deberán ser a su vez verificadas por cada trabajador. Se deberá verificar previamente el estado de los caminos de acceso.
4. Si hay diferencia de opinión respecto a la manera de realizar una labor, la opinión del Capataz debe prevalecer, puesto que él es el responsable de la marcha del trabajo. Sin embargo, si un trabajador se percata que la labor a realizar encierra riesgo de accidente debe ceñirse a lo estipulado en la directiva # 3 del Estándar PdR 001.
5. La cuadrilla de trabajo mantendrá en todo momento:
 - Acceso radial a una unidad móvil cercana para casos de emergencia.
 - Equipos de radio en número suficiente y de comprobada operatividad y alcance.
 - Debe existir como mínimo una persona capacitada en Primeros Auxilios.
 - Un botiquín de primeros auxilios completo, con su respectivo listado de medicamentos e indicaciones, aparte del que posea la unidad móvil. Por tratarse de actividades de alto riesgo deberán contar con collarines y férulas.
 - Una camilla rígida equipada para evacuación.
 - Agua adecuada para consumo humano
6. En general, siendo los trabajos de montaje de torres y tendido de líneas de transmisión muy riesgosos, deberán ser supervisados en todo momento y en todas sus etapas por una persona idónea, calificada y de amplia experiencia. Está terminantemente prohibido realizar estos trabajos en condiciones atmosféricas adversas, especialmente cuando haya tormenta eléctrica.

Elaborado/Modificado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha:	Fecha:	Fecha:
Firma:	Firma:	Firma:

DEPARTAMENTO DE PREVENCIÓN DE RIESGOS	Montaje de Torres y Tendido de Líneas de Transmisión Eléctrica	CODIGO :
		Versión:
		Página 2 de 2

7. Se debe poner especial cuidado en la planificación preventiva de los trabajos en laderas (amarre de cargas), incluyendo el ascenso y descenso a las mismas para lo cual se deberán instalar líneas de vida en caso necesario. Así mismo, se deberán tomar precauciones para los casos de tormenta eléctrica.
8. Las trochas carrozables de acceso a cerros se construirán de preferencia con una inclinación transversal (peralte) hacia la ladera del cerro. Se deberá hacer una cuneta para el sistema de drenaje del camino. El transporte de mezcladoras portátiles de concreto por trochas peatonales en pendiente se hará desmontando las mismas y el transporte de combustible se hará utilizando galoneras (5 galones), no permitiéndose transportar cilindros de 55 galones por estas trochas. En general, el tránsito peatonal se deberá realizar exclusivamente por las trochas habilitadas para tal fin.

TRABAJOS EN ALTURA

9. Para trabajos en altura se exigirá arnés de seguridad para liniero con anilla dorsal, anilla pectoral, y dos anillas laterales para casos de posicionamiento, implementados con soporte lumbar y dos líneas de enganche provistas de mosquetones de doble seguro, todos ellos homologados. Solo se considerará posicionamiento cuando la línea de enganche del arnés este templada y fijada sobre la cintura del trabajador (caída máxima de 60 cm). Para trabajos en línea, cadena de aisladores y ménsula se requerirá una línea de enganche adicional con shock absorber (amortiguador de impacto) y gancho de doble seguro fijada a la anilla dorsal del arnés. En todo momento deberá mantenerse por lo menos una de las líneas de enganche conectada a la estructura, al conductor o línea de vida según el caso, para ascensos, descensos, trabajos de montaje, revisión y tendido.
10. Los trabajadores que realicen labores en altura deberán estar perfectamente instruidos sobre el trabajo que van a realizar, los riesgos asociados y las medidas preventivas que deberán adoptarse, según lo establecido en el Estándar PdR 004.

Para el ingreso a la línea y el posterior descenso desde la misma se utilizará una soga de nylon Ø ½" (capacidad de carga 10,000 Lb) con uno de sus extremos amarrado a la torre a través de un nudo tipo ocho. Antes de descender se fijará dicha soga al conductor mediante un giro, luego se procederá a instalar el ocho de descenso (modalidad de descenso lento) fijándolo a la anilla pectoral del arnés mediante un carabinero. Una vez instalado el sistema de descenso, el trabajador podrá desestrobarse del conductor e iniciar el descenso. El supervisor de campo deberá comprobar el adiestramiento del trabajador en la aplicación del método descrito, bajo responsabilidad.

Para el descenso por cadena de aisladores se deberá utilizar una "línea de vida vertical" (soga de nylon de 5/8" con contrapeso en la parte inferior), adecuadamente fijada a la ménsula de la torre. El trabajador deberá conectar la línea de enganche con amortiguador de impacto fijada a la anilla dorsal de su arnés, a la línea de vida vertical instalada en la ménsula, mediante un freno de soga. Por ningún motivo se permitirá el ascenso o descenso de personal con carga de cualquier tipo desde torres o líneas.

OBRAS CIVILES

11. Antes de iniciar las excavaciones para cimentación se deberán desatar las piedras sueltas de la parte superior del cerro, si es que lo hubiere, a fin de prevenir la caída de las mismas, siendo necesario en algunos casos instalar pantallas protectoras.
12. Las excavaciones deberán hacerse cumpliendo con todas las directivas del Estándar PdR 015, poniendo especial cuidado en el control de caída de rocas y de la emisión de gases de

DEPARTAMENTO DE PREVENCIÓN DE RIESGOS	Montaje de Torres y Tendido de Líneas de Transmisión Eléctrica	CODIGO :
		Versión:
		Página 3 de 2

escape por motores a combustión para lo cual se utilizará los equipos adecuados (mascarilla y gafas anti monóxido). Si se requiere usar explosivos se deberán tener en cuenta las directivas contenidas en el Estándar PdR 018.

13. Para la operación de colocación de canastillas de fierro corrugado, colocación y nivelación de anclajes de patas (stubs) el trabajador deberá contar con sistema de protección contra caídas. Para el transporte de estructuras el personal deberá contar con hombreras acolchadas.

OBRAS ELECTROMECHANICAS

14. Cuando se apoyen estructuras sobre terreno se usarán durmientes de madera de sección cuadrangular. En caso de terrenos inclinados deberán asegurarse al terreno a través de estacas.
15. Es requisito indispensable culminar la colocación y ajuste final de todos los peldaños antes de iniciar la actividad de montaje.
16. Los dispositivos para izamiento tales como: poleas, grilletes, cuerdas, cables, estrobo, ganchos, plumas, etc.; deberán ser adecuados para el tipo de trabajo a realizar, compatibles con la carga y encontrarse en perfecto estado. No se permite el uso de aparejos de izaje fabricados con fierro de construcción.
17. El winche debe tener capacidad de carga de un 40% mas del peso mayor a izar , contar con un freno automático en caso falle su motor y encontrarse anclado al terreno. No se acepta el uso de vehículos para maniobras de izaje.
18. Se debe asegurar la base de la pluma de montaje fijándola mediante templadores de sogas fijados a los cuatro stubs, antes de levantar la pluma. Erigida esta, se garantizará su estabilidad fijándola con vientos firmemente templados y anclados en forma idónea. Los templadores y vientos será de sogas de nylon de 5/8". El viento de cabeza deberá ser de cable de acero(cordina) y fijarse en forma permanente a un cáncamo solidamente anclado al terreno.
19. El operario deberá usar su bolso de lona o cuero para la movilización de pequeñas piezas y herramientas portátiles; para las herramientas de mayor tamaño se usará una "soga de servicio", estando totalmente prohibido arrojar herramientas de un nivel a otro.
20. Para el izaje de estructuras es necesario que el operador del winche o grúa (cual fuera el caso), eleve la estructura manteniendo en todo momento una distancia prudencial con las ya montadas. Con tal objeto deberá ubicarse a una distancia adecuada de las mismas para tener visibilidad. Para esta operación está totalmente prohibida la presencia de personas debajo o cerca de la proyección de posible caída de las cargas en movimiento.
21. No debe permitirse la presencia de personas en el nivel inferior de la torre cuando en la parte superior se realicen trabajos de montaje. Se deberán detener los trabajos cuando por alguna circunstancia un trabajador tenga que subir a la torre. El ensamblaje de los elementos deberá llevarse a cabo, fuera del área de influencia de caída de objetos de la torre.
22. No se permitirá mantener en la parte superior de la torre, materiales completamente sueltos (apoyados y sin asegurar). Los perfiles (punteros, montantes, cuadrantes, trasluches, etc.) deben empernarse inmediatamente después de su izaje. Al momento del izaje del tejido

DEPARTAMENTO DE PREVENCIÓN DE RIESGOS	Montaje de Torres y Tendido de Líneas de Transmisión Eléctrica	CODIGO :
		Versión:
		Página 4 de 2

interior y de las caras de la torre, se deberá asegurar cada una de las piezas con ganchos, cuerdas o similares. Las sogas que se utilicen para el izaje de cargas (caras, ménsulas, etc.) deberán ser de soga de nylon de 5/8”.

23. Para el izado de cadenas de aisladores y roldanas se deberá utilizar poleas o aparejos de dos vías y sogas de nylon que ofrezcan la debida seguridad. El jalado se debe efectuar desde una ubicación segura para no ser impactado por una posible caída de la carga izada, la cual debe contar con su respectivo viento para evitar que impacte contra la torre.
24. Antes de izar la cadena de aisladores y roldanas se recomienda colocar a la roldana una soga de manila pasante, con una longitud que permita ser alcanzada en sus dos extremos desde el suelo, la cual posteriormente será utilizada para pasar la punta de la cordina durante su extendimiento. Este procedimiento evitará el posterior ascenso a la torre del trabajador que lleve la punta de la cordina, incluyendo el riesgoso descenso por la cadena de aisladores.

EXTENDIMIENTO DE CORDINA

25. Antes de comenzar el tendido de la cordina correspondiente a un tramo definido se deberá verificar que las conexiones a tierra de todas las torres estén instaladas y operativas y que los peldaños de acceso a las mismas estén colocados y ajustados, aún cuando ya hayan sido revisados en la etapa de torqueo. Así mismo, se deberá haber culminado el desbroce requerido (ver Estándar PdR 016).
26. *Se construirán pórticos en aquellos sitios donde la línea atraviesa carreteras, líneas de transmisión, cables telefónicos, construcciones, etc. Los pórticos se diseñarán para garantizar que las cordinas o conductores tengan la altura libre requerida por encima de los obstáculos indicados. No deberán ser desmontados, sino hasta después de la regulación de los Conductores en las torres. En el caso de cruce sobre L.T. energizadas, además de solicitar el corte, se deberá verificar la ausencia de tensión empleando revelador de tensión y que los conductores y el cable guarda tengan su puesta a tierra, como también las estructuras adyacentes al cruce. La puesta a tierra provisoria se mantendrá hasta la conclusión de los trabajos. Así mismo, se colocarán tranqueras de señalización para el tránsito vehicular, en el cruce de carreteras, el cruce de caminos y vías férreas.*
27. *Las bobinas de cordina deberán asegurarse a fin de no crear riesgos de accidentes, tanto a los trabajadores como a los naturales del lugar. Siendo estas bobinas proclives a rodar, es importante colocarlas sobre cuna giratoria (cunetas) ancladas firmemente para el desenvolvimiento de cable. Cuando estas no sean dispuestas para su lanzamiento, deberán ser colocadas en forma horizontal o estar acuñadas. El trabajador ubicado en la cuneta, en ningún momento se colocará delante de la bobina en el sentido del lanzamiento.*
28. A fin de asegurar la buena coordinación, el trabajador que lleva la punta de la cordina, los intermedios y el que está en la cuneta deberán poseer sus respectivos radios operativos.
29. Cuando los trabajadores transporten la cordina en caravana (escoltas), será obligatorio que el capataz no pierda de vista, a los mismos a fin de evitar la descoordinación y desalineación.
30. Antes de enyuntar las cordinas, se deberá verificar que no existan hilos rotos en el ojo terminal, así mismo que los yuntos posean sus respectivos tambores. Si existieran hilos rotos se eliminará esa parte del cable y se tejerá otro ojo que deberá ser aprobado por el supervisor.

EXTENDIMIENTO DEL CONDUCTOR

DEPARTAMENTO DE PREVENCIÓN DE RIESGOS	Montaje de Torres y Tendido de Líneas de Transmisión Eléctrica	CODIGO :
		Versión:
		Página 5 de 2

31. Antes de cada inicio de tramo de tendido, el jefe del tendido deberá realizar una reunión con todo el personal a fin de dar a conocer las estrategias y los riesgos involucrados en el tramo a tenderse.
32. Antes de proceder con el jalado, el personal de intermedios debe revisar el estado de la cordina, los yuntos y el alineamiento de la cordina con las torres. Los yuntos deben identificarse a fin de controlar que no hayan excedido su vida útil. En general, la cordina y accesorios de jalado deben ser inspeccionados regularmente y cambiadas las partes que ofrezcan dudas o estén dañadas. Así mismo, deberán verificar que no existan personas extrañas en el área de operaciones y ellos mantenerse a una distancia prudencial de la cordina en todo momento.
33. El freno y winche deben estar conectados a un sistema de puesta a tierra temporaria, contar con extintor y encontrarse bien anclados e instalados en una zona con espacio suficiente para la acumulación de bobinas. Así mismo, antes de iniciar el montaje del conductor se deberá comprobar que la puesta a tierra móvil, se encuentra conectada al conductor a la salida del freno y winche. Cuando se efectúe desenvolvimiento directo del cable de guarda (desde la portabobina), se deberá anclar la bobina con muertos que garanticen las condiciones de seguridad debida. El winche deberá contar con freno automático para el caso de falla del motor.
34. Se debe contar con una adecuada comunicación entre los operadores del freno, del winche, y las personas ubicadas estratégicamente en posiciones intermedias del tramo en lanzamiento, a fin de operar en forma sincronizada e informar cualquier contingencia, evitando sufrir paradas súbitas. La comunicación será en una frecuencia exclusiva para el tendido.
El responsable del tendido quedará en línea abierta para cualquier eventualidad.
35. El levantamiento del cable cordina debe efectuarse previa verificación y visto bueno de los intermedios, lentamente a fin de prevenir desprendimiento accidental. Las contrapoleas, se instalaran preferentemente, antes del levantamiento de la cordina.
36. En caso se presente trabazón de la cordina, los intermedios deben informar obligatoriamente a fin de parar el tendido. La liberación de la cordina trabada será gradual y coordinada siempre con el empleo de la sogá de servicio. El personal se ubicará hacia el lado cóncavo del ángulo formado por la cordina trabada.
37. Durante el proceso de tendido del conductor debe evitarse tocar con las manos los quinqués o cocas (rotura de hebras) que se formen en las cordinas, los quinqués deberán ser eliminados con un listón de madera por tres personas. Cuando el conductor o la cordina estén siendo jalados, ningún trabajador debe permanecer bajo el elemento suspendido o cruzar por debajo del mismo.
38. Se debe verificar que los empalmes provisorios con "medias intermedias" no presenten deterioro a fin de evitar problemas al pasar los mismos por las poleas de un tramo tendido. Los intermedios deben informar a partir de los 20 m de aproximación a las roldanas del próximo paso de los yuntos, punta pescante y medias intermedias, a fin de que el winche pueda bajar la velocidad durante el paso de los mismos.
39. Los trabajadores que realicen el corte de conductor deberán estar protegidos con lentes y escudo facial..
40. Antes de efectuar el cambio de bobina en el freno y winche, se deberá verificar que el comelón, estrobo y el tirfor estén en buenas condiciones y que el punto de anclaje (muerto)

DEPARTAMENTO DE PREVENCIÓN DE RIESGOS	Montaje de Torres y Tendido de Líneas de Transmisión Eléctrica	CODIGO :
		Versión:
		Página 6 de 2

sea el adecuado e idóneo. Se tomará especial cuidado en utilizar el comelón adecuado al tipo y diámetro del cable.

41. Cuando exista la posibilidad que las poleas sean sometidas a contratiros, se preverá la instalación de poleas auxiliares para evitar que el rozamiento del cable pueda romper el seguro de la polea.
42. Se debe tener cuidado de no someter a sobre esfuerzo a las ménsulas (brazos) de las torres. Para tal efecto se colocarán retenidas temporales de cable de acero cuando sea necesario a fin de equilibrar las fuerzas actuantes de un solo lado de la línea en las torres más próximas al freno y al winche.
43. Se deberá verificar durante el extendimiento que la tracción sobre el conductor esté rigurosamente entre los límites calculados, los cuales deben figurar en el plan de tendido.
44. No se deberá prolongar por tiempo excesivo el uso permanente de los equipos y accesorios (medias provisionales, tirfor, etc.) que estén sometidos a esfuerzo en un tramo de línea.

EMPALMES

45. Ubicado el vano donde se encuentran las medias intermedias, se debe descender los conductores con mucho cuidado (con el uso de aparejos y/o winche) de las estructuras de apoyo en dichos vanos.
46. Una vez bajado el conductor, se debe anclar a un muerto, así mismo se debe instalar la respectiva puesta a tierra temporaria.

ANCLAJE

47. Antes de ingresar a instalar los aparejos las poleas en la base de la ménsula y la polea robusta (chancha), el trabajador deberá asegurarse que se hayan colocado las mordazas en el conductor con la finalidad de trancar en ambos lados de la línea.
48. Para iniciar la recuperación del conductor (flechado), el capataz deberá previamente verificar las instalaciones y luego dar la indicación correspondiente al operador del winche o tirfor según el caso.
49. Cuando se use winche, el capataz antes de dar la orden para el inicio de la recuperación verificará que los trabajadores abandonen la torre y todo el personal esté alejado del cable de tiro. Cuando se use tirfor verificará que el personal que requiere permanecer en la ménsula fije la línea de enganche con amortiguador de impacto del arnés a una línea de vida asegurada a la ménsula sobre la que se trabaja o al brazo de pararrayo si la operación se realiza en una ménsula superior. La recuperación del conductor se efectuará a baja velocidad. Finalizada la tarea se procederá a trancar el conductor con la mordaza.
50. No se soltará el cable de tiro del winche o tirfor si no se está completamente seguro que la mordaza (comelón de seguridad) haya agarrado y se encuentre asegurado el referido cable a la estructura. Los trabajadores solo retornarán a la torre (uso de winche) cuando se verifique que se haya trancado completamente el conductor con el cable de tiro.
51. Se debe tener cuidado de no someter a sobre esfuerzos a las ménsulas de las torres, para lo cual se colocará retenidas temporales de cable de acero cuando sea necesario para equilibrar las fuerzas actuantes de un solo lado de la línea.

DEPARTAMENTO DE PREVENCIÓN DE RIESGOS	Montaje de Torres y Tendido de Líneas de Transmisión Eléctrica	CODIGO :
		Versión:
		Página 7 de 2

52. Si el liniero decide bajar directamente de la línea al piso deberá cumplir con la directiva No.10.

ENTORCHE, CIERRE DE CUELLOS

53. Para realizar los trabajos de entorche será obligatorio el empleo de una escalera con su respectivo gancho de sujeción. Los trabajadores deberán estar enganchados a una línea de vida vertical con freno de sogá.
54. Antes de realizar el entorche y el cierre de cuellos se colocará puesta a tierra temporaria a ambos extremos de la línea utilizando pértigas.
55. Para el entorche y el cierre de cuellos el operario deberá usar guantes y zapatos dieléctricos adecuados.

BIBLIOGRAFÍA

1. -“Transformadores de Potencia, de Medida y de Protección”, Dr. Ing. Ind. Enrique Ras Oliva, 5ta. Edición, 1983, Marcombo Editores. México.
- 2.-“Fundamentos de Instalaciones Eléctricas de Mediana y Alta Tensión”
Ing. Gilberto Enríquez Harper, 7ma. Reimpresión, 1985, Editorial Limusa, México.
- 3.-“ Diseño de sub-estaciones”.
- 4.--“Protección de Instalaciones Eléctricas Industriales y Comerciales 2da edición”
Ing. Gilberto Enríquez Harper.
- 5.-“Instalaciones Eléctricas en Edificaciones” Seminario de Actualización Profesional organizado por la promoción de Ingeniería Eléctrica 86-1 UNI.
Centro Cultural “Santiago Antunez de Mayolo”, Curso corto, U.N.I., 1985 Lima-Perú.