

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA



**“IMPLEMENTACIÓN Y EJECUCIÓN DE LA
REUBICACIÓN PROVISIONAL DE LA RED ELÉCTRICA
SUBTERRÁNEA DEL SUMINISTRO INDUSTRIAS TEAL
EN LA ESTACIÓN E19. LÍNEA 2 DEL METRO DE LIMA”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN ENERGÍA**

GINO OMAR PAYAHUANCA MAMANI


Mg. Vladimiro Contreras Tito

Callao, 2021



PERÚ

(Resolución N°156-2021-D-FIME)

**ACTA N° 074 DE EXPOSICIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
DEL III CICLO TALLER PARA LA OBTENCIÓN DE TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
MECÁNICO E INGENIERO EN ENERGÍA**

**LIBRO 001 FOLIO No. 122 ACTA N° 074 DE EXPOSICIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE
SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO EN ENERGÍA**

A los 13 días del mes noviembre, del año 2021, siendo las 13:40 horas, se reunieron, en la sala meet: <https://meet.google.com/ktd-ynee-ofn>, el **JURADO DE EXPOSICIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL** para la obtención del título profesional de **Ingeniero en Energía** de la **Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía**, conformado por los siguientes docentes ordinarios de la **Universidad Nacional del Callao**:

Mg. ARTURO PERCEY GAMARRA CHINCHAY	: Presidente
Mg. JUAN CARLOS HUAMÁN ALFARO	: Secretario
Mg. ADOLFO ORLANDO BLAS ZARZOSA	: Miembro
Mg. RENZO IVAN VILA ARCE	: Suplente

Se dio inicio al acto de exposición del informe de trabajo de suficiencia profesional del Bachiller **PAYAHUANCA MAMANI, GINO OMAR**, quien habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de Ingeniero en **ENERGÍA**, sustenta el informe titulado **"IMPLEMENTACIÓN Y EJECUCIÓN DE LA REUBICACIÓN PROVISIONAL DE LA RED ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA DEL SUMINISTRO INDUSTRIAS TEAL EN LA ESTACIÓN E19 LÍNEA 2 DEL METRO DE LIMA"**, cumpliendo con la sustentación en acto público, de manera no presencial a través de la Plataforma Virtual, en cumplimiento de la declaración de emergencia adoptada por el Poder Ejecutivo para afrontar la pandemia del Covid-19, a través del D.S. N° 044-2020-PCM y lo dispuesto en el DU N° 026-2020 y en concordancia con la Resolución del Consejo Directivo N°039-2020-SUNEDU-CD y la Resolución Viceministerial N° 085-2020-MINEDU, que aprueba las "Orientaciones para la continuidad del servicio educativo superior universitario".

Con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la exposición de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente. Luego de la exposición, y la absolución de las preguntas formuladas por el Jurado y efectuadas las deliberaciones pertinentes, acordó: Dar por **APROBADO** con la escala de calificación cualitativa **BUENO** y calificación cuantitativa **15 (QUINCE)**, la presente exposición, conforme a lo dispuesto en el Art. 27 del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 245-2018- CU del 30 de Octubre del 2018

Se dio por cerrada la Sesión a las 14:11 horas del día 13 del mes de noviembre y año en curso.


Mg. ARTURO PERCEY GAMARRA CHINCHAY
PRESIDENTE


Mg. JUAN CARLOS HUAMAN ALFARO
SECRETARIO


Mg. ADOLFO ORLANDO BLAS ZARZOSA
MIEMBRO


Mg. RENZO IVAN VILA ARCE
SUPLENTE


Mg. VLADIMIRO CONTRERAS TITO
ASESOR

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO FACULTAD
DE INGENIERIA MECANICA Y DE ENERGÍA**
III Ciclo Taller de Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional 2021

Jurado de Exposición

I N F O R M E

Visto el Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional titulado: **"IMPLEMENTACIÓN Y EJECUCIÓN DE LA REUBICACIÓN PROVISIONAL DE LA RED ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA DEL SUMINISTRO INDUSTRIAS TEAL EN LA ESTACIÓN E19 LÍNEA 2 DEL METRO DE LIMA"**, presentado por el señor Bachiller en Ingeniería en Energía **PAYAHUANCA MAMANI, GINO OMAR**.

A QUIEN CORRESPONDA:

El Presidente del Jurado del señor bachiller en Ingeniería en Energía **PAYAHUANCA MAMANI, GINO OMAR**, manifiesta que la Exposición de su Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional, se realizó en forma virtual, mediante la sala [://meet.google.com/ktd-ynee-ofn](https://meet.google.com/ktd-ynee-ofn) el día sábado 13 de Noviembre del 2021 a las 13.40 horas, no encontrándose observación alguna, ni correcciones que incluir, el mismo que en su oportunidad fue cuidadosamente evaluado por cada uno de los miembros del Jurado, no presentando ninguna observación en su estructura metodológica y contenido temático.

En tal sentido, en mi calidad de Presidente de Jurado, emito el presente informe favorable para los fines pertinentes.

Bellavista, 13 de Noviembre del 2021.



Mg. ARTURO PERCEY GAMARRA CHINCHAY
Presidente de Jurado de Exposición

**“IMPLEMENTACIÓN Y EJECUCIÓN DE LA
REUBICACIÓN PROVISIONAL DE LA RED ELÉCTRICA
SUBTERRÁNEA DEL SUMINISTRO INDUSTRIAS TEAL
EN LA ESTACIÓN E19. LÍNEA 2 DEL METRO DE LIMA”**

DEDICATORIA

A mi familia y a mis amigos, por su apoyo constante para alcanzar mis metas y convertirme en una mejor persona.

AGRADECIMIENTO

A los profesores de la Facultad de Ingeniería Mecánica – Energía de la Universidad Nacional del Callao, agradecerles por los conocimientos brindados que son el mejor soporte para mi carrera profesional.

A los gerentes de la empresa AEENERGY SAC por compartir sus conocimientos y experiencias.

Al Lic. Vladimiro Contreras Tito quien con su asesoría permitió el desarrollo del presente informe de experiencia profesional.

INTRODUCCIÓN

Durante la construcción de la Línea 2 del Metro de Lima, en la estación 19 se encontró una red eléctrica subterránea de media tensión 10KV con suministro 1378196, correspondiente a la empresa Industrias Teal, iniciando su recorrido desde la celda N° 936 existente hasta las instalaciones de la empresa INDUSTRIAS TEAL, pasando por el área de trabajo de la estación 19 (E-19). Dicha red impedía el desarrollo de los trabajos de excavaciones para la construcción de la estación 19 (E-19).

La empresa AEENERGY SAC, realizó un proyecto inicial el cual fue observado por la empresa concesionaria Luz del Sur por tener errores en la ingeniería:

En tal sentido, en el presente informe se muestra la elaboración y corrección del expediente técnico inicial levantando las observaciones el cual fue aprobado y posteriormente ejecutado el día 13 de mayo del 2019 y concluido el día 13 de junio del 2019, logrando así la continuidad de los trabajos para la construcción de la estación 19 (E-19) de la línea dos del metro de Lima.

En la primera sección se muestra el contexto de la realidad problemática del proyecto, así como también los objetivos planteados. Adicionalmente se hace referencia a la organización de la empresa encargada del proyecto implementación y ejecución de la reubicación provisional de la red eléctrica subterránea del suministro industrias teal en la estación E19. línea 2 del metro de lima, Indicando sus antecedentes históricos, filosofía empresarial y estructura organizacional

En la segunda sección se muestra el desarrollo del marco teórico en donde se definen el tipo y tecnología de la red eléctrica, las bases teóricas para el diseño del proyecto. Asimismo, se plantea las etapas para el proyecto implementación y ejecución de la reubicación provisional de la red eléctrica subterránea del suministro industrias teal en la estación E19. línea 2 del metro de lima.

En la tercera sección se muestra los aportes realizados por mi persona en la elaboración del proyecto. Además, se puede encontrar la planificación, ejecución y control de las etapas del proyecto, evaluación técnico-económica y el análisis de resultados.

Finalmente, se encuentra las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos de la investigación.

ÍNDICE

I. ASPECTOS GENERALES	5
1.1 Objetivos	6
1.1.1 Objetivo General	6
1.1.2 Objetivos específicos	6
1.2 Organización de la Empresa o Institución	7
1.2.1 Antecedentes históricos	7
1.2.2 Filosofía empresarial.....	7
1.2.3 Estructura organizacional	9
II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL	12
2.1 Marco Teórico	12
2.1.1 Bases teóricas.....	13
2.1.2 Aspectos normativos.....	53
2.1.3 Simbología técnica.....	54
2.2 Descripción de las actividades desarrolladas	55
2.2.1 Etapas de las actividades	55
2.2.2 Diagrama de flujo	56
2.2.3 Cronograma de actividades.....	57
III. APORTES REALIZADOS	58
3.1 Planificación, ejecución y control de etapas	58
3.2 Evaluación técnica - económica.....	100
3.3 Análisis de resultados	101
IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	104
4.1 Discusión.....	104
4.2 Conclusiones.....	105
V. RECOMENDACIONES	106
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	107
ANEXOS	108

TABLAS

Tabla N ° 2.1 Características Eléctricas para el cable NA2XSA2Y	18
Tabla N ° 2.2 Características Mecánicas para el cable NA2XSA2Y.....	19
Tabla N ° 2.3 Características Mecánicas	19
Tabla N ° 2.4 Características Dimensionales.....	20
Tabla N ° 2.5 Capacidad de corriente en condiciones normales de operación.	20
Tabla N ° 2.6 dimensiones del cable NA2XSA2Y	22
Tabla N ° 2.7 parámetros eléctricos del cable NA2XSA2Y	22
Tabla N ° 2.8 Limites de empotramiento	32
Tabla N ° 2.9 Cronograma de actividades	57
Tabla N ° 3.1 Capacidad de corriente de conductor.....	64
Tabla N ° 3.2 Características eléctricas de conductor.....	64
Tabla N ° 3.3 Características mecánicas de los conductores	69
Tabla N ° 3.4 Características mecánicas de los conductores	71
Tabla N ° 3.5 Flechas (vanos entre 5 a 35 metros).....	72
Tabla N ° 3.6 Características de poste 13m C.A.C	75
Tabla N ° 3.7 Cronograma de actividades	77
Tabla N ° 3.8 costos del proyecto.....	78
Tabla N ° 3.9 Lista de materiales	81
Tabla N ° 3.10 costos del proyecto.....	100
Tabla N ° 3.11 Resultado-lista de materiales más relevantes seleccionados .	101
Tabla N ° 3.12 Actividades de ejecución verificadas en campo.....	102
Tabla N ° 3.13 Actividades de puesta en servicio verificadas en campo.....	103

FIGURAS

Figura N ° 1.1 Organigrama de la empresa AEENERGY SAC	10
Figura N ° 2.1 Grafica de corriente de cortocircuito en cables autoportantes	23
Figura N ° 2.2 Herramientas y equipos personales	25
Figura N ° 2.3 Colocación de poleas	25
Figura N ° 2.4 Detalle de corte de cable	26
Figura N ° 2.5 Detalle de media de tensado.....	26
Figura N ° 2.6 Tendido de cable autoportante.....	27
Figura N ° 2.7 Colocación de mensajero en poste.....	28
Figura N ° 2.8 Detalle de templado de línea	28
Figura N ° 2.9 Trabajo de fijación de cable en poste	29
Figura N ° 2.10 Protección de cable.....	30
Figura N ° 2.11 Dimensiones de pozo a tierra.....	50
Figura N ° 2.12 Simbología para planos eléctricos de media tensión.....	54
Figura N ° 2.13 Diagrama de flujo	56
Figura N ° 3.1 Plano de ubicación	58
Figura N ° 3.2 Plano de interferencias	59
Figura N ° 3.3 Plano de interferencias.....	60
Figura N ° 3.4 Condiciones mecánicas del poste	74
Figura N ° 3.5 Dimensiones de instalación	76
Figura N ° 3.6 bloque de cimentación.....	76
Figura N ° 3.7 Plano del proyecto	79
Figura N ° 3.8 Corte de pavimento	82
Figura N ° 3.9 Delimitación del área de trabajo	82
Figura N ° 3.10 Excavación	83
Figura N ° 3.11 Distancia de seguridad.....	83
Figura N ° 3.12 Interferencias existentes	83
Figura N ° 3.13 Delimitación del área de trabajo	83
Figura N ° 3.14 Almacenamiento de postes.....	84
Figura N ° 3.15 Izaje de postes	84
Figura N ° 3.16 plomado de poste.....	84

Figura N ° 3.17 instalación de poste.....	84
Figura N ° 3.18 Cimentación de poste.....	84
Figura N ° 3.19 Liberaciones poste	84
Figura N ° 3.20 Ferretería de armados	85
Figura N ° 3.21 Ferretería inicio y fin de línea	85
Figura N ° 3.22 Excavación	86
Figura N ° 3.23 Ferretera para viento.....	87
Figura N ° 3.24 Retenida Viento violín	87
Figura N ° 3.25 Corte de cable.....	88
Figura N ° 3.26 instalación de terminales	88
Figura N ° 3.27 excavación de zanja.....	89
Figura N ° 3.28 Cable existente	89
Figura N ° 3.29 Tapado de zanja	89
Figura N ° 3.30 cercado de zanja	89
Figura N ° 3.31 Instalación de cable de subida.....	90
Figura N ° 3.32 Instalación de cable de bajada	90
Figura N ° 3.33 Poleas	91
Figura N ° 3.34 Instalación de poleas	91
Figura N ° 3.35 Fijación de cable mensajero	92
Figura N ° 3.36 Caballete de bobina.....	92
Figura N ° 3.37 Instalación de cable mensajero	92
Figura N ° 3.38 Tendido de cable	93
Figura N ° 3.39 Tensado de cable	93
Figura N ° 3.40 Empalme de terminales	93
Figura N ° 3.41 conexión de terminales	93
Figura N ° 3.42 Primer tramo de red eléctrica aérea instalada	94
Figura N ° 3.43 Segundo tramo de red eléctrica aérea instalada	94
Figura N ° 3.44 Medición de pozo a tierra 1	95
Figura N ° 3.45 Lectura de pozo a tierra 1	95
Figura N ° 3.46 Medición de pozo a tierra 2.....	95
Figura N ° 3.47 Lectura de pozo a tierra 2	95

Figura N ° 3.48 Medición de pozo a tierra 3.....	96
Figura N ° 3.49 Lectura de pozo a tierra 3.....	96
Figura N ° 3.50 Registro de pruebas de cable realizado por Luz del sur.....	97
Figura N ° 3.51 Excavación de zanja	99
Figura N ° 3.52 Instalación de carpa	99
Figura N ° 3.53 Empalme de cable.....	99
Figura N ° 3.54 Empalme terminado	99

I. ASPECTOS GENERALES

La empresa AEENERGY SAC, ubicada en el distrito del Rímac en Lima, inicio sus actividades en el mes de febrero del 2014, brindando servicios de diseño y construcción de Subestaciones Eléctricas, construcción y mantenimiento de Pozos a tierra, instalación y mantenimiento de tableros eléctricos industriales, instalaciones eléctricas de media y baja tensión.

El presente informe de trabajo, corresponde al proyecto de implementación y ejecución de la reubicación provisional de la red eléctrica subterránea del suministro industrias teal en la estación E19. línea 2 del metro de lima, donde se va a cambiar y reubicar un tramo del recorrido de una red eléctrica subterránea de 10 KV por una red eléctrica aérea provisional de 10 KV, con la finalidad de abastecer con energía eléctrica al suministro 1378196 perteneciente a la empresa INDUSTRIAS TEAL S.A.

Las actividades de perforación y excavación realizados por el consorcio constructor metro 2 de lima para la realización de la estación E19 (línea 2 del metro de Lima), son un riesgo a causa de la existencia de una red eléctrica subterránea de media tensión que pasa por el área de trabajo, dicha red pertenece a la empresa INDUSTRIAS TEAL, esta red es un riesgo potencial que causaría graves daños para los trabajadores, instalaciones y a la empresa cuya energía es suministrada por esta red eléctrica subterránea en caso se produjera un corte o daño de dicha red eléctrica en pleno servicio.

El proyecto considero la reubicación del recorrido de un tramo de red eléctrica de 10 KV del tipo subterráneo por una red eléctrica de 10KV del tipo aéreo trifásico, iniciando desde el ingreso de red subterránea a las instalaciones de la estación 19 (E-19) del Consorcio Constructor Metro 2 de Lima hasta la salida de red subterránea de las instalaciones de la estación 19 (E-19) del consorcio constructor metro 2 de Lima, tal como figura en el plano del proyecto

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo General

- Implementar y ejecutar el proyecto de la reubicación provisionalmente de un tramo de la red eléctrica subterránea por una red eléctrica aérea del suministro de la empresa industrias teal en la estación E-19 de la línea 2 del metro de lima.

1.1.2 Objetivos específicos

- Analizar el proyecto de la reubicación provisionalmente de la red eléctrica aérea del suministro de la empresa industrias teal en la estación E-19 de la línea 2 del metro de lima.
- Reformular el expediente técnico del proyecto de la reubicación provisionalmente de la red eléctrica aérea del suministro de la empresa industrias teal en la estación E-19 de la línea 2 del metro de lima, para su aprobación por parte de la concesionaria Luz del Sur.
- Ejecutar el proyecto de la reubicación provisionalmente de la red eléctrica aérea del suministro de la empresa industrias teal en la estación E-19 de la línea 2 del metro de lima.
- Supervisar la implementación del tramo de red eléctrica aérea de media tensión 10KV en la estación 19 (E-19) con el cumplimiento de la normatividad vigente de acuerdo con el planeamiento propuesto y presupuestado
- Supervisar la puesta en servicio de la red eléctrica de media tensión 10KV.

1.2 Organización de la Empresa o Institución.

1.2.1 Antecedentes históricos

La empresa AEENERGY SAC, con RUC 20556573515 inicio sus actividades en el mes de febrero del 2014, ubicada en el distrito del Rímac en Lima, brindando servicios de diseño y construcción de Subestaciones Eléctricas, construcción y mantenimiento de Pozos a tierra, instalación y mantenimiento de tableros eléctricos industriales, instalaciones eléctricas de media y baja tensión, mantenimiento de subestaciones eléctricas, análisis de calidad de energía, instalación de banco de condensadores. Con más de 7 años de experiencia en el rubro.

1.2.2 Filosofía empresarial

Buscamos ofrecer a nuestros clientes servicios totalmente personalizados y adaptables, asegurando resultados óptimos, desarrollando buenas relaciones de mutua confianza y brindando un excelente nivel de servicio.

Misión:

Superar las expectativas de nuestros clientes mantenimiento el compromiso de ofrecer calidad en cada uno de nuestros servicios personalizados e innovadores, aplicando las buenas prácticas de eficiencia energía.

Visión:

Ser una empresa reconocida como líder en brindar soluciones efectivas e innovadoras relacionadas a la eficiencia de energía logrando un prestigio reconocido en todo Latinoamérica.

Valores:

Los valores presentes en la empresa AEENERGY SAC son los siguientes:

- Responsabilidad y puntualidad: Son los valores más importantes de la empresa y refleja el grado de compromiso que tiene cada integrante de nuestra empresa.
- Trabajo en equipo: Desarrollar los trabajos con compañerismo para realizar los trabajos más complejos entre todos los integrantes a favor de la empresa.
- Honestidad: Es un valor fundamental para generar confianza y credibilidad de la empresa.
- Innovación: Búsqueda de nuevas ideas creativas que tienen el potencial de encontrar soluciones prácticas a los problemas.

Política de Seguridad y Salud en el Trabajo:

- Mantener un buen clima laboral y concientizar constantemente a nuestro recurso humano para desarrollar un trabajo exitoso y sostenible de nuestro negocio.
- Cumplir con los requisitos del cliente, requisitos legales aplicables relacionados con sus peligros para la SST y relacionados con sus aspectos ambientales, y con otros requisitos que la organización suscriba.
- Identificar, evaluar y controlar los peligros asociados a nuestras actividades, para mitigar sus efectos y proteger a nuestros colaboradores, dentro y fuera de nuestra organización, hasta donde por encargo de la empresa se ejecute alguna actividad en temas de seguridad, salud ocupacional e higiene.
- Planificación, implementación, control y toma de acciones, con el propósito de mejorar continuamente el sistema integrado de gestión, a fin de asegurar la calidad, proteger a nuestros colaboradores en temas de SST y así mismo proteger al medio ambiente

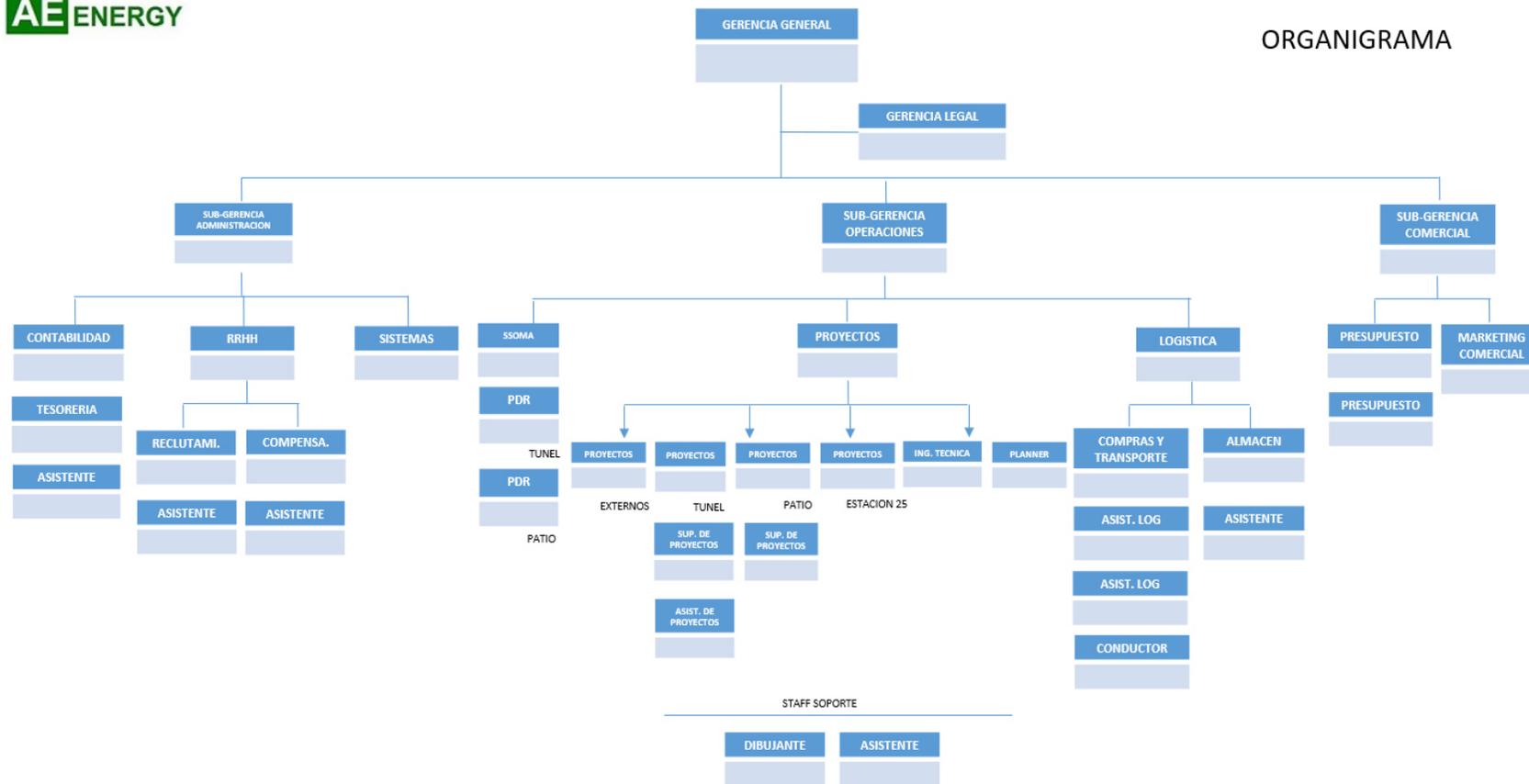
1.2.3 Estructura organizacional

La estructura organizacional de la empresa AEENERGY SAC está dada por lo siguiente:

- ✓ Gerencia General
- ✓ Gerencia Legal
- ✓ Sub-Gerencia Administración
- ✓ Sub-Gerencia Operaciones
- ✓ Sub-Gerencia Comercial
- ✓ Contabilidad
- ✓ RR.HH.
- ✓ Sistemas
- ✓ SOMA
- ✓ Proyectos
- ✓ Logística
- ✓ Presupuesto
- ✓ Márquetin Comercial
- ✓ Tesorera
- ✓ Reclutamiento
- ✓ Compensa
- ✓ PDR
- ✓ Proyectos
- ✓ Proyectos
- ✓ Proyectos
- ✓ Proyectos
- ✓ Ing. Técnica
- ✓ Planer
- ✓ Supervisor de Proyectos
- ✓ Asistente logístico
- ✓ Compras y Transporte
- ✓ Almacén
- ✓ Conductor



Figura N° 1.1 Organigrama de la empresa AEENERGY SAC



Fuente: AEENERGY SAC

✓ Descripción de cargo y funciones

El cargo que mi persona desempeñaba en la empresa AEENERGY S.A.C. fue de Ingeniero de proyectos.

El Ingeniero proyectos es el profesional responsable de desarrollar los proyectos de obras de ingeniería en sus diversas áreas estructuras, eléctricas, etc.

Se encargará de planificar y coordinar, sobre todo el conjunto de acciones a desarrollar para que el proyecto sea ejecutado y entregado correctamente y en el tiempo establecido. Efectuando un seguimiento muy de cerca del trabajo que se esté llevando a cabo, haciendo especial hincapié en que se cumplan los plazos establecidos y que el desarrollo del trabajo siga lo estipulado con el plan de trabajo.

Como funciones principales del Ingeniero de proyectos se tiene:

- Supervisar y dar conformidad documentos relacionados al diseño eléctrico de red eléctrica aérea de media tensión.
- Supervisar y dar conformidad planos eléctricos del proyecto. Elaborar y revisar diagramas de flujo y Cronograma del proyecto.
- Elaboración de tramites documentarios para iniciación del proyecto y puesta en servicio.
- Coordinar con los interesados del proyecto (clientes, contratistas, etc) la realización de las actividades y trabajos todo el tiempo que dure el proyecto.

II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

2.1 Marco Teórico

Rodríguez R. (2008). En su informe titulado “utilización de cables autoportantes en redes de media y baja tensión”. Este informe cuyo objetivo fue mostrar las ventajas que ofrece en la actualidad el empleo de cables autoportantes en los proyectos de electrificación que se desarrollan en nuestro país, tomando como modelo, una obra de electrificación masiva realizada dentro de la zona de concesión de Luz del Sur S.A.A. Lo cual concluye el uso cables autoportantes como nueva tecnología en los proyectos de electrificación.

REYES C. (2009). En su tesis titulado “Propuesta de una línea de distribución primaria con cables autoportantes en 22.9/13.2 KV para sectores urbanos”. Esta Tesis cuyo objetivo fue mostrar el uso de cables autoportantes en media tensión 22.9/13.2 kV, como una alternativa para ciudades donde el plan catastral contempla calles en un solo sentido, angostas por la naturaleza del terreno o por crecimiento desordenado de la misma; donde el uso de conductor desnudo de aluminio no garantiza los riesgos de accidentes por distancias de seguridad. Ante este problema se planteó el uso de nuevas tecnologías como es del cable autoportante. Lo cual concluye el uso de cables autoportantes como nueva tecnología en los proyectos de electrificación.

2.1.1 Bases teóricas

Subsistema de Distribución Primaria

“Son las líneas y subestaciones eléctricas cuyo nivel de servicio es en media tensión”. (MINEM; DGE;, 2017 pág. 6).

Sistema de utilización

“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”. (MINEM; DGE;, 2017 pág. 6)

Conceptos para el diseño de una red eléctrica aérea de media tensión

El diseño eléctrico de una red eléctrica de media tensión consiste en definir el diámetro del cable y componentes de la red eléctrica, de tal manera que se pueda satisfacer las condiciones técnicas de diseño, normas eléctricas de distribución primaria Luz del Sur, DGE y el Código Nacional Eléctrico.

✓ Cálculo de capacidad de corriente

la capacidad de corriente puede ser determinada a partir de la siguiente ecuación:

$$I_c = \frac{P}{\sqrt{3}xV} \quad (2.1)$$

Donde:

P: Potencia a transmitir (KW)

V Tensión nominal (KV)

✓ **Cálculo de caída de tensión**

la caída de tensión puede ser determinada a partir de la siguiente ecuación:

$$\Delta V = \sqrt{3} I_x L_x (R_x \cos \phi + X_x \sin \phi) \quad (2.2)$$

Donde:

L: Longitud del cable tendido (Km).

R: Resistencia del conductor (ohm/Km).

X: Reactancia del conductor (ohm/Km).

$\cos \phi$: factor de potencia.

$\sin \phi$: arco seno de 0.85

✓ **Cálculo de corriente de cortocircuito**

La corriente de cortocircuito puede ser determinada a partir de la siguiente ecuación:

$$I_{cc} = \frac{P_{cc}}{\sqrt{3} V} \quad (2.3)$$

Donde:

P_{cc}: Potencia de cortocircuito (KW)

V : voltaje nominal (KV)

✓ **Cálculo de corriente de corto circuito térmicamente admisible en el sistema.**

La corriente de cortocircuito térmicamente admisible puede ser determinada a partir de la siguiente ecuación:

$$I_{km} = \frac{0.09252xS}{\sqrt{t}} \quad (2.4)$$

Donde:

S: Sección del conductor (mm²).

t: Tiempo actuación de protección (seg)

✓ Cálculo de la reactancia de la red

La reactancia puede ser determinada a partir de la siguiente ecuación:

$$X_{red} = \frac{V^2}{P_{cc}} \quad (2.5)$$

Donde:

Xred: Reactancia de la red (ohm)

V: Tensión de servicio (KV)

Pcc: Potencia de cortocircuito (KW)

✓ Cálculo de la impedancia

La impedancia puede ser determinada a partir de la siguiente ecuación:

$$Z_{total} = \sqrt{(R_{cable}xL)^2 + (X_{red} + X_{cable}xL)^2} \quad (2.6)$$

Donde:

Ztotal: impedancia (ohm)

Rcable: Resistencia (ohm/Km)

L: longitud de recorrido (Km)

Xred: Reactancia de la red (ohm)

Xcable: Reactancia del cable (ohm/Km)

✓ **Cálculo de la potencia de cortocircuito**

La potencia de cortocircuito puede ser determinada a partir de la siguiente ecuación:

$$P_{cc2} = \frac{V^2}{Z_{total}} \quad (2.7)$$

Donde:

Pcc: Potencia de cortocircuito (MVA)

V: Tensión de servicio (KV)

Ztotal: impedancia (ohm)

✓ **Cálculo del sistema de puesta a tierra**

La resistencia de puesta a tierra puede ser determinada a partir de la siguiente ecuación:

$$R = \left(\frac{\rho}{2\pi \times L} \right) \left(\ln\left(\frac{4L}{r}\right) - 1 \right) \quad (2.8)$$

Donde:

R : Resistencia de la puesta a tierra (ohm)

ρ : Resistividad específica del terreno (ohm/m)

L : Longitud del electrodo (m)

r : Radio del electrodo (m)

Ln : Logaritmo neperiano

Especificaciones técnicas de materiales

Cable aéreo NA2XSA2Y-S – 18/30KV

Empleado en redes eléctricas de distribución aérea de energía en media tensión. Alimentadores de transformadores, centrales eléctricas, instalaciones industriales y de maniobra, en lugares en los cuales no se pueda ejecutar el tendido de redes subterráneas, instalaciones mineras, zonas urbanas arboladas o con poco espacio.

Compuesto por tres cables unipolares tipo aluminio cableado redondo compacto, asilado con polietileno reticulado con grado de aislamiento 18/30 kV, reunidos en espiral visible alrededor de un elemento portante formado por una cuerda de acero galvanizado (EHS) y forrado con polietileno termoplástico.

Sección Nominal (mm ²)	:	70 mm ²
Diámetro del Conductor (mm)	:	9,7 mm
Número de hilos del conductor	:	19
Espesor Nominal Aislante (mm)	:	8 mm
Diámetro sobre Aislante (mm)	:	28 mm
Espesor Nominal Cubierta (mm)	:	2 mm
Material de aislamiento	:	XLPE
Diámetro de Cable Unipolar (mm)	:	36 mm
Diámetro de Cable reunido (mm)	:	78 mm
Peso Total Aproximado (kg/km)	:	3270 Kg/Km
Diámetro del Portante (mm)	:	6.35 mm
Espesor Forro Portante (mm)	:	1.8 mm
Tensión nominal de trabajo	:	10 kV
Tensión de prueba	:	36 kV
Temperatura de operación	:	90° C

Característica

Cada cable unipolar está formado por conductor aluminio cableado redondo compacto, pantalla semiconductora extruida sobre el conductor.

El aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), pantalla semiconductora extruida sobre el aislamiento.

Sobre pantalla metálica formada por cinta de Aluminio aplicada en forma helicoidal con traslape y cubierta exterior de polietileno termoplástico color negro.

También resistente a los rayos solares.

Características Eléctricas

Tabla N° 2.1 Características Eléctricas para el cable NA2XSA2Y

Sección Nominal (mm ²)	70	120	185
Coficiente de Temperatura a 20°C (1/°C)	0,00403		
Resistividad Eléctrica a 20°C (Ωxmm ² /km)	28,264		
Resistencia Eléctrica en D.C. a 20°C (Ωxmm ² /km)	0,443	0,253	0,164

Fuente: Rodríguez 2008

Deberá cumplir con los requerimientos de la norma IEC 60228.

Características Mecánicas

Tabla N ° 2.2 Características Mecánicas para el cable NA2XSA2Y

Material	Aluminio Puro, Temple Suave		
Sección Nominal (mm ²)	70	120	185
Numero de Alambres	12	15	30
Diámetro de cada hilo (mm)	2,73	3,19	2,80
Diámetro Nominal del Conductor	9,75	12,85	16,0
Peso de la conformación (Kg/Km)	3300	4111	5045
Densidad a 20°C (gr/cm ³)	2,703		
Coefficiente de Dilatación Lineal a 20°C (1/°C)	24x10 ⁻⁶		
Cableado	Cableado concéntricamente en sentido de la mano derecha		

Fuente: Rodríguez 2008

Características del Portante

El portante será un cable compuesto de alambres de acero galvanizado clase a no compactado, tipo EHS (Extra High Strength), cubierto con una capa de polietileno color negro, resistente a la intemperie. Este soporte deberá cumplir las siguientes características mecánicas y dimensionales mostradas en la tabla N ° 2.3 y 2.4:

Tabla N ° 2.3 Características Mecánicas

Modulo de Elasticidad Inicial (kN/mm ²)	Modulo de Elasticidad Final (kN/mm ²)	Coefficiente Lineal de Expansión (1/°C)
196,13	196,13	0.0000115

Fuente: Rodríguez 2008

Tabla N ° 2.4 Características Dimensionales

N° de Alambres	Diámetro Nominal (mm)		Sección Nominal Acero (mm ²)	Diámetro Nominal de los alambres componentes (mm)	Mínima Carga de Rotura (Kg)	Peso Mínimo de Zinc (gr/m ²)	Masa Nominal (con cubierta) (Kg/Km)
	Sin Cubierta	Con Cubierta					
7	6,35	10,35	22,70	2,03	3020	183	180,45
19	10,60	15,00	67,00	2,12	8673	210	549,00

Fuente: Rodríguez 2008

Deberá cumplir con los requisitos de las normas ITINTEC 370.051 y ASTM A 475-89

Capacidad de Corriente en Condiciones Normales de Operación

La capacidad de corriente indicada en la tabla 2.5 considera como condiciones normales de operación lo siguiente:

- Temperatura máxima de operación del conductor
- Velocidad normal del viento

Tabla N ° 2.5 Capacidad de corriente en condiciones normales de operación

Sección Nominal (mm ²)	Capacidad de corriente (A)				
	Temperatura Ambiente				
	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C
70	200	192	185	176	168
120	275	265	255	242	205
185	356	343	330	314	300

Fuente: Rodríguez 2008

Capacidad de Corriente en Condiciones de Emergencia

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

La máxima temperatura en condiciones de emergencia para los cables con aislamiento de polietileno reticulado es de 130 ° C.

- La corriente en estas condiciones significa aumentar valores de capacidad de corriente en condiciones normales de operación en un 19%
- El número máximo de periodos de emergencia en 12 meses consecutivos es de 3, y la duración de cada periodo es de 36 horas.

La tabla N° 2.6 muestra las dimensiones del cable NA2XSA2Y y la tabla N° 2.7 muestra los parámetros eléctricos del cable NA2XSA2Y

Condiciones de Cortocircuito

La máxima corriente permisible de falla debe ser coordinada con los equipos de protección y maniobra, por lo tanto, es importante determinar su magnitud en función del tiempo.

A continuación, se muestra la formula basada en la temperatura máxima de cortocircuito:

T1 = Temperatura máxima de operación del conductor: 90°C

T2 = Temperatura máxima admisible de : 250°C

La corriente media eficaz de cortocircuito se calcula como sigue:

$$I = \frac{KxS}{\sqrt{t}}$$

Donde:

I= Corriente media eficaz en k.A.

S = Sección transversal del conductor en mm² •

T = Tiempo de desconexión en seg

K = Coeficiente en función de la temperatura y del material.

A continuación, en la figura N° 2.1 se muestra la gráfica de corriente de cortocircuito en cables autoportantes para las secciones normalizadas de 70; 120 y 185 mm²

NORMA DE LUZ DEL SUR RELACIONADA: LD-9-005

Tabla N° 2.6 dimensiones del cable NA2XSA2Y

SECCION (mm ²)	DIAMETRO PORTANTE(mm)		DIAMETRO CONDUCTOR (mm)	ESPESOR AISLAMIENTO (mm)	DIAMETRO SOBRE EL AISLAMIENTO (mm)	ESPESOR PE (mm)	DIAMETRO EXTERIOR (mm)	DIAMETRO APROX. DE LA CONFORMACION (mm)
	SIN CUBIERTA	CON CUBIERTA						
70	10,6	15,0	9,6	4,5	22	1,8	27	64
120	10,6	15,0	12,7	4,5	25	1,9	30	71
185	10,6	15,0	15,7	4,5	28	2,0	34	78

Fuente: Rodríguez 2008

Tabla N° 2.7 parámetros eléctricos del cable NA2XSA2Y

SECCION (mm ²)	R(20°C) (Ohm/Km)	R (50°C) (Ohm/Km)	RMG (mm)	DMG (mm)	X3φ (Ohm/Km)	K3φ (V/A.Km)
70	0,443	0,4966	3,6384	31,0543	0,1676	0,9045
120	0,253	0,2836	4,8768	34,1876	0,1468	0,5531
185	0,164	0,1838	6,0288	38,2971	0,1394	0,3996

Fuente: Rodríguez 2008

Donde:

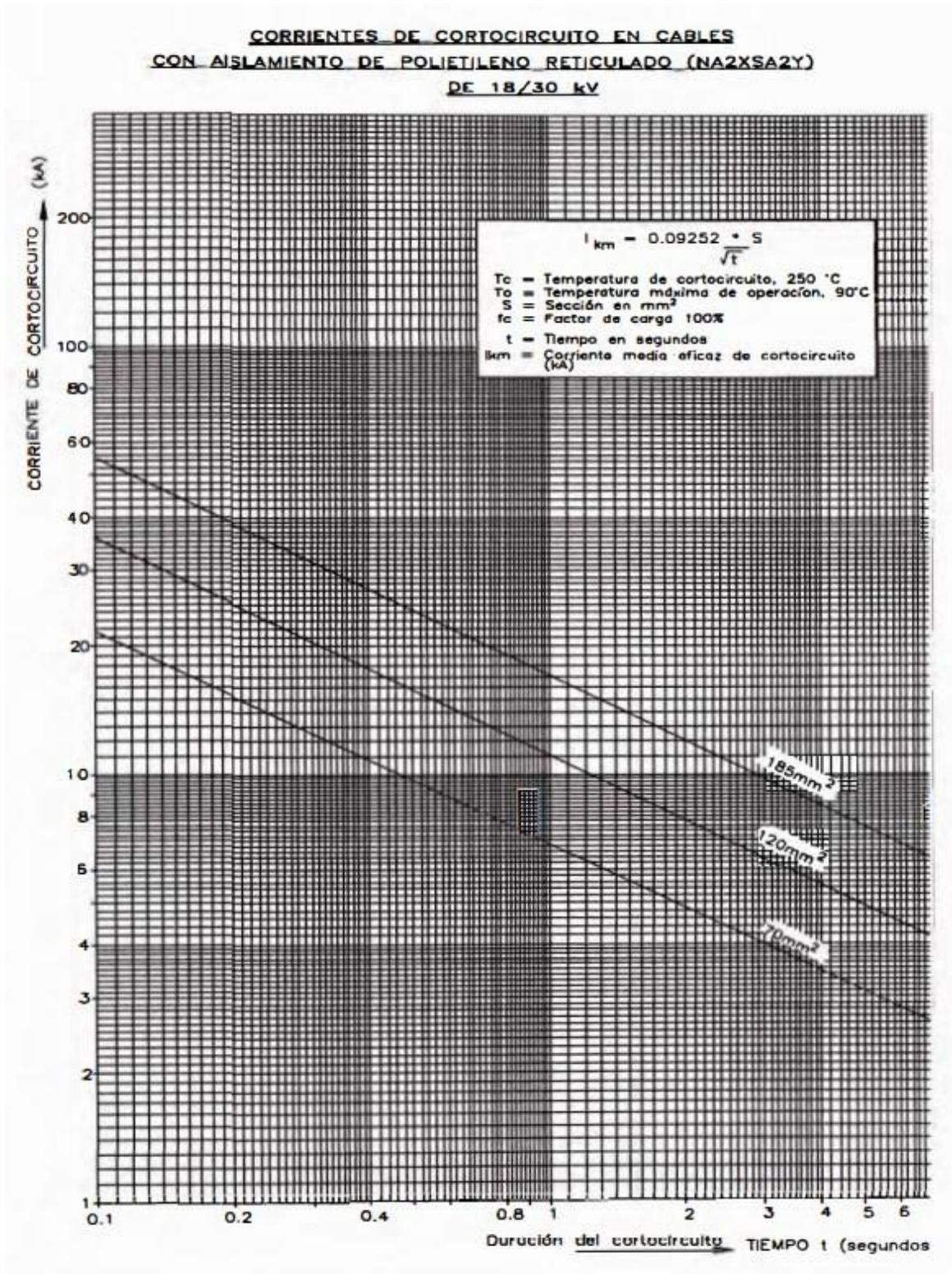
R (50°C) : resistencia eléctrica a 50°C

RMG : radio medio geométrico trifásico (3 Φ)

DMG : distancia media geométrica

X3Φ : reactancia inductiva trifásico

Figura N° 2.1 Grafica de corriente de cortocircuito en cables autoportantes



Fuente: Rodríguez 2008

Procedimiento de Instalación de Cable Autoportante de Media Tensión

Preliminar:

- Se determinarán los equipamientos, accesorios y herramientas necesarias para su instalación, así como también se presentarán los cálculos mecánicos de acuerdo a las condiciones y parámetros de las normas de Luz del Sur y el CNE Tomo IV.
- Se debe tomar en cuenta que el procedimiento de instalación es similar al convencional, solo el peso del cable hace que se demande de equipos y accesorios de mayor robustez.
- Antes de la instalación se deben revisar y comprobar cuidadosamente el equipamiento del personal (cascos, botas, etc.) así como también accesorios y herramientas que van a intervenir en la instalación.

Herramientas

Se utilizarán las siguientes:

- Cuna de apriete (come along) y caletín de tensado (pulling hose) - Norma LE-7-828.
- Estirador portátil (tackle) - Norma LE-7-826.
- Prensa manual hidráulica - Norma LE-7-815.
- Cortador manual de cable (cizalla) - Norma LE-7-834.
- Cortador manual de mensajero - Norma LE-7-832.
- Pelador de cable - Norma LE-7-825.
- Poleas de aleación de aluminio - Norma LE-7-830.

Nota: Se deben revisar cuidadosamente el equipamiento del personal EPP, equipos y herramientas (ver figura N ° 2.2).

Figura N° 2.2 Herramientas y equipos personales



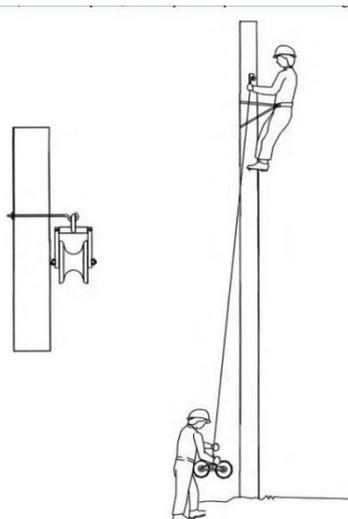
Fuente: Movitecnica

Procedimiento

Señalizar el área de trabajo.

- Instalar la puesta a tierra temporaria en caso de que alguna parte metálica expuesta del cable (puntas o mensajero) pueda tocar una red energizada existente o este cercana una LL TT.
- Luego de izar los postes, colocar las poleas sobre los ganchos de suspensión (ya instalados) en todos los postes, con excepción del primero de acuerdo a figura N ° 2.3.

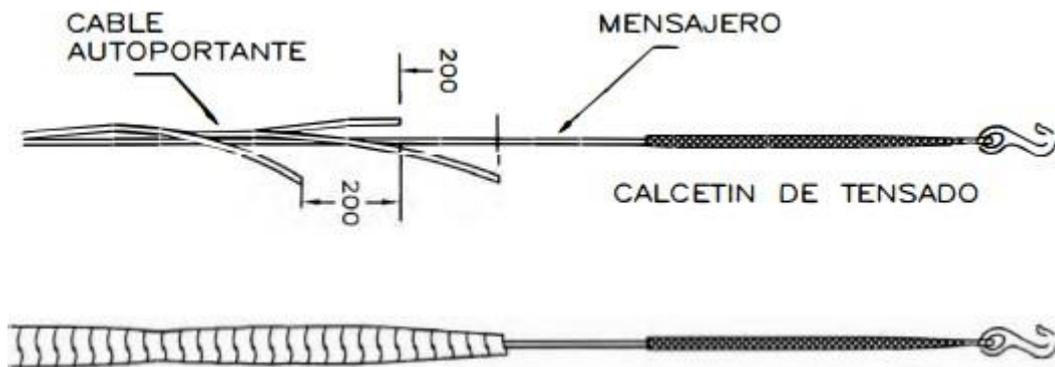
Figura N ° 2.3 Colocación de poleas



Fuente: Rodríguez 2008

- Debe cortarse el cable a 20 cm de distancia intercalados, para reducir la obstrucción en el tendido, así como se muestra en la figura N ° 2.4.

Figura N ° 2.4 Detalle de corte de cable



Fuente: Rodríguez 2008

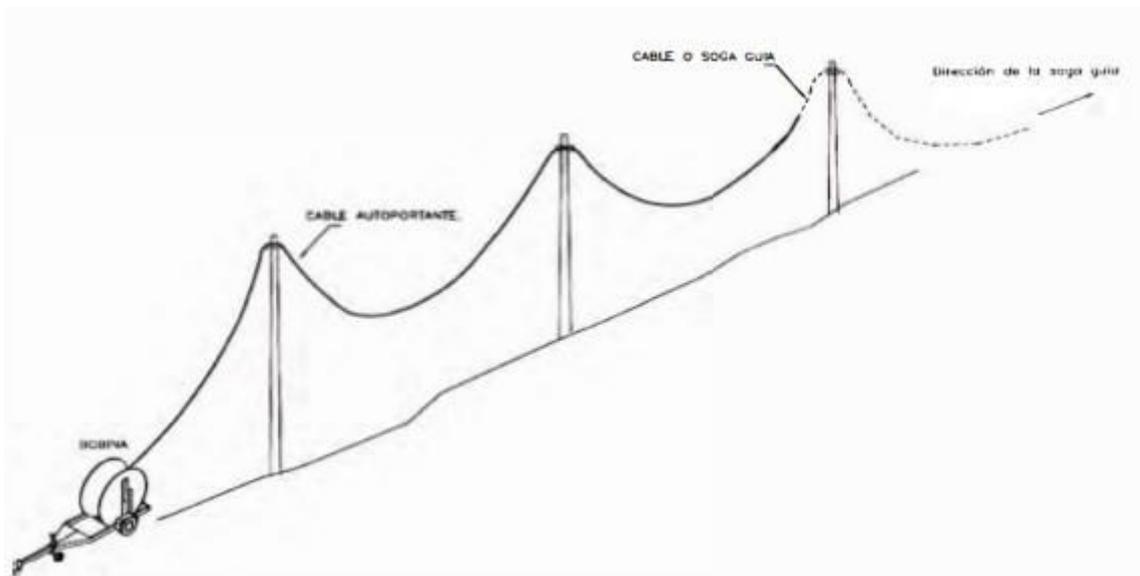
- El calcetín o media de tensado debe fijarse al mensajero y además se debe encintar 5 capas de cinta para uniformizar y facilitar el tendido, así como se muestra en la figura N ° 2.5.

Figura N ° 2.5 Detalle de media de tensado



- Se debe haber instalado los ganchos de suspensión a partir del segundo poste (en el último poste es provisional)
- Empezar el desenrollado colocando el caballete en la forma mostrada en la figura N ° 2.6, llevar la soga guía a través de las poleas (empezando en el segundo poste) por 3 estructuras (2 vanos) y jalar a una velocidad de 30 m/minuto y desenrollar a una misma orden
- El desenrollado de la bobina debe ser coordinado de tal modo que se evite el contacto del cable con el suelo y no dañar la cubierta. Repetir la secuencia hasta el último poste.
- Nota: al hablar de primer y último poste se está asumiendo una instalación entre dos estructuras de anclaje (dos fin de línea)

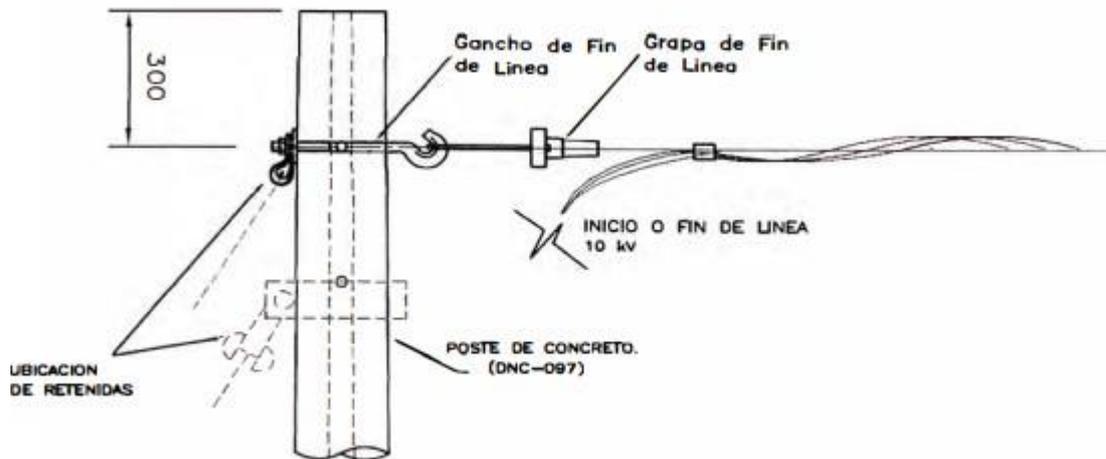
Figura N ° 2.6 Tendido de cable autoportante



Fuente: Rodríguez 2008

- En el último poste, medir la longitud de cable que se va a dejar para la ejecución de los terminales exteriores y cortar el mensajero. Fijar este mensajero en la grapa de fin de línea y colocarla en el gancho de fin de línea, de acuerdo a figura N ° 2. 7.

Figura N° 2.7 Colocación de mensajero en poste



Fuente: Rodríguez 2008

- Templar la línea por el sistema de medición de flecha (ver figura N° 2.8), que a continuación se describe:
- Ubicar un vano intermedio (debe existir un medio de comunicación radial entre el encargado del verificar la flecha y el encargado de jalar el cable).
- Se deberá señalar los dos postes del vano elegido para el templado, para esto se utilizará una cinta negra alrededor del poste en un punto de señalización (ver figura)
- Este punto de señalización debe estar a $|f + 18 \text{ cm}|$ verticalmente hacia abajo a partir del eje del gancho de suspensión.

Nota: para seleccionar "f" ver tabla de flechas (LD-7-207 y LD-7-209) de acuerdo a la temperatura ambiente y sección del conductor.

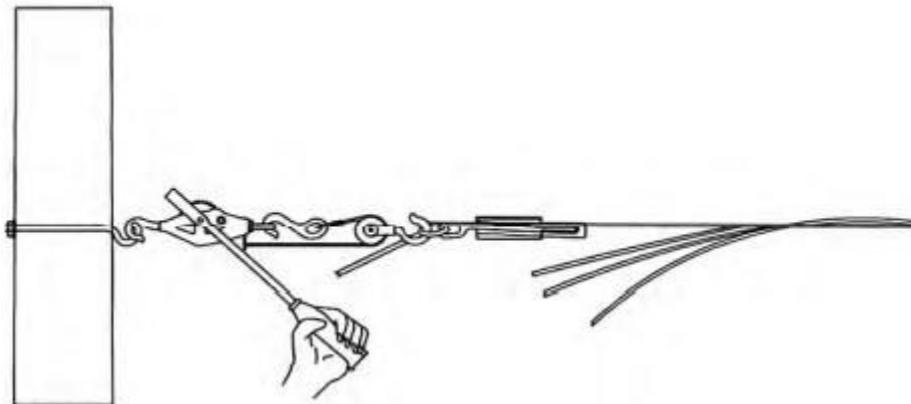
Figura N° 2.8 Detalle de templado de línea



Fuente: Rodríguez 2008

- Efectuar el flechado a una sola orden, luego mantener por 15 minutos este estado, después nuevamente verificar el flechado y hacer las correcciones de ser necesarias (este último paso se realiza cuando el cable es nuevo).
- Verificar que en todo el tramo del cable se cumplan las distancias. de seguridad a redes secundarias, líneas telefónicas, etc.
- Fijar el extremo libre del cable en el primer poste por medio de la grapa de fin de línea al gancho de fin de línea, como se muestra en la figura N ° 2.9.

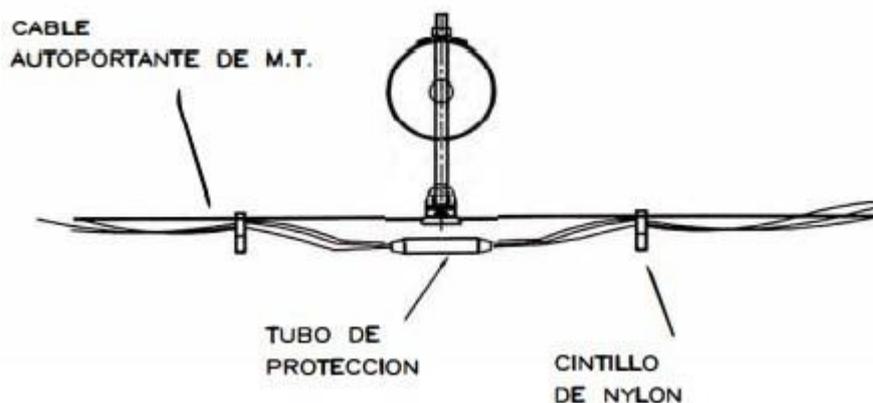
Figura N ° 2.9 Trabajo de fijación de cable en poste



Fuente: Rodríguez 2008

- Retirar las poleas y fijar las grapas de suspensión, asimismo proteger el cable contra el rozamiento con el tubo plástico de protección, de acuerdo a figura N ° 2.1 O.
- En zonas de ambiente altamente corrosiva, proteger toda parte metálica expuesta (ferretería y mensajero pelado) con cinta autofundente.
- En zonas de ambiente altamente corrosiva, proteger toda parte metálica expuesta (ferretería y mensajero pelado) con cinta autofundente.

Figura N° 2.10 Protección de cable



Fuente: Rodríguez 2008

Empalmes de cables

Son del tipo termocontraíble o auto contraíble con terminación Standard o invertida, para las secciones de cable de 70 mm², las campanas pueden se colocaron indistintamente en sentido Standard.

Fueron empleados para terminar cables con aislamiento seco de aluminio y pantalla de Cu en instalaciones intemperie. Llevan campanas para aumentar la línea de fuga. Para zonas de corrosión moderada y severa. Vienen en Kits (incluido conector Terminal bimetálico).

Características eléctricas:

Tensión de diseño	:	12 KV
Línea de fuga mínimo	:	840 mm

Datos técnicos de terminaciones de M.T. para cables tipo seco na2xsa2y-s 18/30kv

Tensión nominal de la terminación E/Eo (kV)	:	18/30 kVrms
Nivel de descarga corona (3pC)	:	21.5 kVrms
Tensión sostenida	:	
AC por 1 minutos en Seco	:	65 kVrms

AC por 10 segundos en Húmedo	:	60 kVrms
AC por 6 horas en Seco	:	55 kVrms
DC por 15 minutos (KV)	:	105
Tensión de impulso (BIL)	:	150 kVpico
Línea de fuga (mm)	:	625
(Contaminación dura)		
Cable Calibre (mm ²)	:	70
Sistema	:	Unipolar
Tipo de aislamiento	:	Seco(Extraído)
Material del conductor	:	Aluminio
Tensión nominal del cable (E/Eo)	:	15 kVrms

Postes

Postes de concreto armado

Los postes deberán cumplir con los requisitos indicados en la Norma DGE-015-PD-1 y la Norma NTP 339-027; serán izados desde su centro de gravedad sin exceder los esfuerzos de diseño.

Los postes irán empotrados en el terreno con cimentación mezcla 1:3:5, a 1/10 de su longitud total; en las zonas donde el terreno no es muy firme se utilizará dados de concreto; ello se verificará en el momento de la obra.

Los postes serán de forma troncocónica, sus secciones transversales serán circulares anulares, las dimensiones de los postes, ubicación y dimensiones de los agujeros deberán ser según lo indicado en la norma técnica peruana NPT 339.027.

Cargas de Trabajo Nominal:

Se distinguen dos tipos:

Carga de trabajo transversal (T) – Es la carga máxima aplicada a 10 cm de la cima perpendicularmente al eje longitudinal del poste y en cualquier dirección, para la cual el poste ha sido diseñado.

Carga de Trabajo Vertical (V) – Es la carga vertical y hacia abajo garantizada por el fabricante, que puede ser aplicada a un poste a 10 cm de la cima, en dirección longitudinal del poste.

Cargas de Rotura Nominal

Son las cargas indicadas por el fabricante que aplicadas de igual forma que la anterior, determinan la falla del poste.

Designación

La designación de los postes está dada por números correlativos según el siguiente orden.

- a) Longitud total del poste en m.
- b) Carga de trabajo transversal en Kg.
- c) Diámetro en la cima en mm.
- d) Diámetro en la base en mm.
- e) Utilización

Identificación o Rotulado

Cada poste poseerá el siguiente rotulado permanente

- Marca o nombre del fabricante (MF)
- Año de fabricación (XY)
- Carga de trabajo transversal (F)
- Altura en metros (L)
- Señalización (S)

Adicionalmente en cada poste se indicarán los límites de empotramiento a $0.1L_1$ y $(0.1L_1 + 0.6)$ m de la base según el siguiente cuadro:

Tabla N° 2.8 Límites de empotramiento.

Tipo de Empotramiento	Dimensión	Marca
Directamente enterrado	$L = (1/10) L_1 + 0.60 \text{ m}$	E
Empotrado con cimentación	$L_2 = (1/10) L_1$	C

Fuente: Rodríguez 2008

Todas las marcas serán en bajo relieve y pintadas con pintura indeleble color negro.

Instalación

En el presente Proyecto los postes serán instalados empotrando una porción de su longitud (L1) según lo siguiente:

Empotramiento en cimiento de concreto (0.1L1) m.

Cargas de Rotura Nominal para Transporte y Manipuleo de Postes

Los postes deberán tener las cargas de rotura nominales mínimas para transporte y manipuleo de:

600 kg para postes de 13.0 m

El cable será instalado en postes de 13/400/180/375, instalado 10% de la profundidad del total del poste, la cual serán de concreto armado centrifugado de las siguientes características:

- Longitud total (m) : 13
- Carga de trabajo : 400
- Diámetro en la punta : 180
- Diámetro en la base : 375
- Coeficiente de seguridad : 2

Ménsula de madera 7'x5"x4" (Seccionadores y Terminales)

Características básicas:

- Material : Madera con tratamiento
- Dimensiones : 2130 x 127 x 102 mm
(7'x4"x 5").

La ménsula poseerá un corte cóncavo, que servirá de apoyo para su instalación en postes de concreto por medio de una varilla roscada de Φ 5/8".

Aplicación

Para soporte de los seccionadores unipolares para exterior, fusibles seccionadores unipolares para exterior (Cut Out) y terminales exteriores en estructuras de Media Tensión.

Retenidas

Los postes de derivación, ángulo y fin de línea deberán llevar retenidas de anclaje de ser requeridos, según sea el caso, orientado en la dirección del ángulo que forman los conductores, con relación al poste.

Está conformado por los siguientes materiales:

- Cable para viento
 - Material : Acero galvanizado, clase "C"
 - N° de hilos : 7.
 - Diámetro total : 7.94 mm.
 - Mínimo esfuerzo de rotura : 5080 kg.
- Amarre para cable de viento
 - Material : Acero galvanizado, grado extra.
 - Norma de fabricación : ASTM A 475 - 89
 - Peso mín. de galvanizado "C" : 7.94 mm.
 - Mínimo esfuerzo de rotura : 5080 kg-f
- Varilla de anclaje

La varilla de anclaje no debe sobresalir al nivel del piso más de 0.20 m.

Sus características son:

- Material : Acero galvanizado
- Diámetro : 3/4".

- Zapata de Anclaje para viento

- Material : concreto armado (300kg/m³)
- Acabado : superficies externas lisas
- Esfuerzo a la tracción : 300 kg.
- Peso : 35 kg

Directamente enterrado y utilizado como elemento de anclaje para viento

- Canaleta protectora para viento

La canaleta protectora de acero galvanizado de 2.4 m. de longitud. Se instalarán con aisladores de tracción o tensores.

- Aislador tensor para viento

Se utilizará para aislar el cable para viento de estructuras de redes aéreas de distribución.

- Material : Polimérico.
- Mínimo esfuerzo de rotura : 5443kg.

El viento tipo violín adicionalmente llevará contrapunta de fierro galvanizado (brazo de apoyo).

Protector contra impactos de postes y estructuras

Se usarán para proteger contra impactos a postes y estructuras de la red eléctrica, donde la estructura se encuentre instalada en espacios muy reducidos y donde no sea posible utilizar los bloques de concreto, se usarán RIELES O VIGAS, estas deberán cumplir con lo indicado en la Norma LDS: SE – 9 – 312.

Deberá tener las siguientes características:

- Material : Acero Estructural
- Resistencia Mínima : 40 lb/yd
- Resistencia Máxima : 85 lb/yd
- Las dimensiones pueden variar : 20 mm
- Longitud por pieza : 2.50 mt

Consideraciones de Instalación:

- Podrá usarse material usado libre de oxidación.
- La longitud de enterramiento es de 1.20 m (para todo caso será cimentado con una loza de concreto de 60 cm aproximadamente por debajo del nivel del suelo)
- Acabado: Pintar la parte superior con pintura esmalte tipo tráfico color amarillo con franjas de color negro de 20 cm aproximadamente de ancho.

RED SUBTERRÁNEA

CABLE SUBTERRÁNEO NA2XSY – 18/30 KV

Son unipolares con conductores de tipo aluminio puro, cableado compacto de sección circular, aislado con polietileno reticulado con grado de aislamiento 18/30kV y con cubierta externa de cloruro de polivinilo (PVC) de color rojo.

Tipo	:	NA2XSY
Sección	:	50 mm ²
N° de Hilos	:	19
Diámetro del conductor	:	8.15 mm
Espesor del aislamiento	:	8.0 mm
Material de aislamiento	:	XLPE
Diámetro sobre el aislamiento	:	23.8 mm
Diámetro sobre la cubierta exterior	:	28.4 mm

Tensión nominal de trabajo	:	10kV
Tensión de pruebas	:	36 kV
Temperatura de operación	:	90° C
Peso Referencial	:	1040 Kg/Km

Características:

De sección circular, el cable lleva sobre el conductor pantalla semiconductora del tipo extraído.

El aislamiento es de polietileno reticulado y sobre este se aplica una pantalla conformada por barniz y cinta semiconductora.

Sobre la pantalla eléctrica aplicada sobre el aislamiento, lleva un blindaje metálico formado por cinta de cobre recocido.

Terminal para cables NA2XSY 18/30 KV.

Son del tipo termocontraíble o auto contraíble con terminación Standard o invertida, para las secciones de cable de 50 mm², las campanas pueden se colocaron indistintamente en sentido Standard.

Fueron empleados para terminar cables con aislamiento seco de aluminio y pantalla de Cu en instalaciones intemperie. Llevan campanas para aumentar la línea de fuga. Para zonas de corrosión moderada y severa. Vienen en Kits (incluido conector Terminal bimetálico).

Características eléctricas:

Tensión de diseño	:	12 KV
Línea de fuga mínimo	:	840 mm

DATOS TÉCNICOS DE TERMINACIONES DE M.T. PARA CABLES TIPO SECO NA2XSY

Tensión nominal de la terminación E/Eo (kV)	:	18/30 kVrms
Nivel de descarga corona (3pC)	:	21.5 kVrms
Tensión sostenida		

AC por 1 minutos en Seco	: 65 kVrms
AC por 10 segundos en Húmedo	: 60 kVrms
AC por 6 horas en Seco	: 55 kVrms
DC por 15 minutos (KV)	105
Tensión de impulso (BIL)	: 150 kVpico
Línea de fuga (mm)	572
(Contaminación dura),	
Cable	
Calibre (mm ²)	70
Sistema	: Unipolar
Tipo de aislamiento	: Seco (Extraído)
Material del conductor	: Aluminio
Tensión nominal del cable (E/Eo)	: 30 kVrms

Cinta señalizadora

Material	: Polietileno de alta calidad resistente a los álcalis y ácidos
Ancho	: 152 mm
Espesor	: 1/10 mm
Inscripción	: Letras negras que no pierdan su color con el tiempo
Inscripción	: PELIGRO DE MUERTE 10,000 VOLTIOS
Elongación	: 250%
Color	: Rojo

Zanjas

El cable fue instalado en zanja de 0.60 x 1.10 m, instalado a 1.00 m de profundidad, sobre una capa de tierra cernida compactada de 10 cm. de espesor, señalizada en todo su recorrido por una hilera continua de ladrillos a 0.15 m por encima del cable y cinta plástica de color rojo especial colocada a 0.20 m por encima de la base hilera de los ladrillos. Esta

disposición se indica en el plano IE-01. La tierra de relleno fue compactada por capas cada 0.20m.

Cruzada

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

Zanja: de 0.60 m de ancho y 1.20 m de profundidad perfectamente alineada y nivelada.

Instalación: Los ductos están sobre un solado de concreto, mezcla de 1:8 de 0.05m de espesor, luego fue relleno la zanja con tierra cernida compactada hasta 0.10 m sobre los ductos, el resto de la zanja fue relleno con tierra original compactada compactándose en capas de 0.30 m, colocándose además una cinta señalizadora a 0.30 m, por debajo de la pista y finalmente se rellena la zanja con base de material afirmado (compactado) a 0.15 m por debajo de la pista.

Las uniones entre ductos fueron sellados con un anillo de concreto y en los extremos de las cruzadas se colocaron una pilca de piedras y las vías fueron taponeadas con yute y brea.

Puesta a tierra de postes de MT

Comprende sobre sistemas de puesta a tierra, para media tensión ubicados según el plano IE-257286-01-.

La resistencia no debe superar 25 Ohm para el sistema de MT, para lo cual se reemplazará la tierra natural por tierra cernida y se aplicará un tratamiento químico con SAL y BENTONITA. La distancia entre pozos de puesta a tierra será de 5 m como mínimo.

El Sistema de Puesta a Tierra estará compuesta por:

- **Conductor de Cobre**

Los conductores para los sistemas de puesta a tierra serán de cobre, recocido (99,99% de pureza), desnudo, temple blando, cableado, sujeto a las normas: ASTM B3, B8 (clase B), IEC 60228 y serán de las siguientes características:

Sección (mm²) : 25

- **Electrodo de Puesta a Tierra**

El electrodo de puesta a tierra estará constituido por una varilla de cobre, terminado en una punta cónica maquinada en uno de sus extremos y con un chaflán en el otro para montaje respectivo del conector varilla-cable.

La superficie deberá ser libre de imperfecciones.

El diámetro del electrodo de puesta a tierra será de 16 mm (5/8”), se admitirá una tolerancia de + 0.2 mm y – 0.1 mm. La longitud a emplear será de 2 400 mm (8’) y se admitirá una tolerancia de + 5 mm y 0.00 mm.

Uno de los extremos del electrodo terminará en punta de forma cónica con ángulo de 60°.

- **Conector para el electrodo**

El conector para la conexión entre el electrodo y el conductor de puesta a tierra deberá ser fabricado a base de aleaciones de cobre de alta resistencia mecánica, y deberá tener adecuadas características eléctricas, mecánicas y de resistencia a la corrosión necesarias para el buen funcionamiento de los electrodos de puesta a tierra.

El conexionado del electrodo de puesta a tierra con el cable de cobre de 35 mm², se realizará con borne tipo AB de bronce de alta conductividad eléctrica y alta resistencia a la corrosión, incluyendo perno de bronce silicoso DURIAM (ASTM B99).

Apropiado para una varilla de 16 mm (5/8") de diámetro y conductor 35 mm² de Cobre.

- **Terreno de Cultivo**

Será empleado para el relleno de las zanjas y pozos de puesta a tierra tendrá las siguientes características:

PH : 7.0 - 7.8 (*)

Ligeramente salino (<2 mmho/cm [CE(es)].

Materia Orgánica : 2 % - 4%

Fósforo : > 14 pmm

Potasio : > 240 pmm

Textura : Franco Arcilloso

(*) Rango Ligeramente alcalino, no se permitirá un PH menor a 7.0 (neutro)

- **Bentonita**

Será empleado conjuntamente con el conductor de cobre y varillas de puesta a tierra para recubrir y proteger y aumentar el radio de acción de los conductores y electrodos.

La dosis para cada pozo a tierra estará constituida por tierra vegetal, 4 sacos de cloruro de sodio de 50 Kg c/u y 1 saco de bentonita de 50 Kg.

- **Caja de Registro para Pozo a Tierra**

Se colocará una caja de concreto armado de forma cilíndrica, de dimensiones mencionadas en el cuadro. Se tendrá cuidado de colocarle un asa de FoGo para manipulación de la tapa, esta caja permitirá el registro de mediciones y mantenimiento adecuado de la puesta a tierra.

- **Tubo de PVC-SAP**

Se evitará el contacto directo del conductor de Cu de 35 mm² con el concreto de las cimentaciones cuando sale por la parte inferior; para ello se usará tubo de PVC SAP de 3/4"x 3 m. acoplado a codos de PVC-SAP.

NOTA:

Todos los materiales y equipos a instalarse deberán estar comprendidos en la Lista de Materiales y Equipos Técnicamente Aceptables.

Equipos de seguridad y maniobra:

Cercano al punto de empalme se deberá tener los siguientes equipos de protección y maniobra.

- Guantes. Un par de guantes tamaño grande, de material aislante para uso eléctrico y un nivel de aislamiento 40kV, clase 3 talla 9.5 o similar.
- Pértiga de maniobra. Tipo tropicalizada y para trabajo pesado, de material aislante de alta resistencia mecánica a la tracción y la flexión, para maniobrar y accionar los seccionadores en vacío; tendrán un aislamiento no menor de 40kV y una longitud aprox. de 12m (7 cuerpos),
- existencia de tensión.
- Cascos dieléctricos, de material aislante para uso eléctrico y un nivel de aislamiento de 40 kV.
- Botas dieléctricas, de material aislante para uso eléctrico y un nivel de aislamiento de 40kV.
- Revelador de tensión audible y/o luminoso, rango: 240V.....230Kv, detecta por inducción.
- Cartillas de maniobras.

Especificaciones técnicas de montaje electromecánico

Todos los equipos y materiales se instalarán de acuerdo con las recomendaciones y especificaciones del fabricante.

Después de la instalación, todos los equipos deben quedar limpios. En particular, todos los aisladores, accesorios terminales materiales aislantes y otras partes dependientes de cualidades aislantes deben ser completamente limpiados. Todas las superficies que se han manchado o deteriorado deben ser retocadas hasta recuperar su recubrimiento y color original.

Instalación de cables media tensión directamente enterrados:

El cable de energía será directamente enterrado, en una zanja de 1.2 metros de profundidad y 0.6 metro de ancho, antes de la instalación de los cables se construirá un solado de concreto pobre, luego se procederá a agregar tierra cernida la cual se compactara hasta 150 mm de espesor inmediatamente se tendera los cables de energía en disposición horizontal separados 70 mm como mínimo y envueltos en cinta celeste todo el tramo, luego se agregara otra capa de tierra cernida compactada también hasta 150 mm de espesor, luego de esta capa se colocara ladrillo rojo corriente consecutivamente todo el tramo, la instalación termina colocando cinta señalizadora de color roja, para advertencia de existencia de cables de energía, a 0.65 metro de profundidad de la superficie, para lo cual se procederá a rellenar con tierra original, la cual se compactara.

Instalación de cables media tensión en ducto de concreto:

Los ductos se instalarán en zanjas de 0.60 m de ancho y 1.25 m de profundidad y se colocarán sobre un solado de concreto pobre, de 5 cm de espesor; teniendo cuidado que guarden una perfecta alineación, luego se rellenará la zanja con tierra cernida hasta 0,10 m sobre los ductos, el resto

de la zanja se rellena con tierra natural compactándose en capas de 30 cm, Colocándose a 0,30 m por debajo de la base de la calzada de concreto o pavimento la cinta señalizadora de color rojo. Las uniones entre ductos serán sellados con un anillo de concreto y en los extremos de las cruzadas se colocarán una pirca de piedras y las vías serán taponeadas con yute y brea.

Izaje de postes de concreto e instalación de armados:

Los postes serán instalados mediante una grúa de 6 tn montada sobre la plataforma de un camión. Antes del izaje, todos los equipos y herramientas, tales como ganchos de grúa, estribos, cables de acero, deberán ser cuidadosamente verificados a fin de que no presenten defectos y sean adecuados al peso que soportarán.

Todos los postes deberán ser puestos en posición vertical y en alineamiento, no permitiéndose una desviación de la vertical que exceda $1/200$ de la altura útil del poste con el conductor instalado.

Se requiere del uso del concreto para la cimentación de postes de concreto; tanto el cemento los agregados, el agua, la dosificación y las pruebas, cumplirán con las prescripciones del Reglamento Nacional de Construcciones para la resistencia a la compresión especificada.

Con ayuda de un técnico debidamente estrobado y haciendo uso de sus equipos de protección personal, subirá al poste e instalará los materiales eléctricos que se requieren para cada armado, todo esto según lo señalado en las láminas de armado.

Montaje de ménsulas, crucetas y losa:

En lo posible la colocación de las ménsulas, crucetas de madera y losa de concreto se ceñirá a lo indicado en los Planos del Proyecto.

Las ménsulas, crucetas y losas serán revisadas minuciosamente antes de ser montados, cuidando de que no se presenten rajaduras o fisuras que comprometan su resistencia mecánica.

De preferencia, las ménsulas y crucetas se montarán conjuntamente con los postes; conforme se indica en la Lámina de Detalle respectiva (cuando se efectúa el izaje con grúa de capacidad acorde para el montaje del poste).

Montaje de conductor autoportante de media tensión:

a) Preliminar

Se determinarán los equipamientos, accesorios y herramientas necesarias para su instalación, así como también se presentarán los cálculos mecánicos de acuerdo a las condiciones y parámetros de las normas de Luz del Sur y el CNE Tomo IV.

Se debe tomar en cuenta que el procedimiento de instalación es similar al convencional, solo el peso del cable hace que se demande de equipos y accesorios de mayor robustez.

Antes de la instalación se deben revisar y comprobar cuidadosamente el equipamiento del personal (cascos, botas, etc.) así como también accesorios y herramientas que van a intervenir en la instalación.

b) Herramientas

Se utilizarán las siguientes:

- Cuna de apriete (come along) y caletín de tensado (pulling hose) - Norma LE-7-828.
- Estirador portátil (tackle) - Norma LE-7-826.
- Prensa manual hidráulica - Norma LE-7-815.
- Cortador manual de cable (cizalla) - Norma LE-7-834.

- Cortador manual de mensajero - Norma LE-7-832.
- Pelador de cable - Norma LE-7-825.
- Poleas de aleación de aluminio - Norma LE-7-830.

Nota: Se deben revisar cuidadosamente el equipamiento del personal (cascos, botas, etc.) así como los equipos y herramientas

Para el montaje de conductores, se deberá prever que en el tramo respectivo, todos los postes, retenidas y armados en Media Tensión se encuentren totalmente terminados; así también que las bobinas programadas de acuerdo al Plan de Tendido se encuentren desplazadas cerca al punto de arranque para iniciar las actividades de tendido; si no se cumplen estos requisitos, no se podrá iniciar los trabajos respectivos.

Los conductores, previo a su montaje deberán ser revisados con suma minuciosidad. Y durante el montaje deben evitarse de que sufran daños o rasguños que deterioren o rompan sus hilos.

Para el tendido y tensado de los conductores eléctricos de Red Aérea, se tendrá en cuentas las recomendaciones siguientes:

- Evitar el rozamiento de los conductores con el terreno a fin de impedir su deterioro.
- El empalme de los conductores entre sí, se hará en caso necesario mediante manguitos de empalme de tipo comprensión o tubulares retorcidos en obra.
- No se permitirá más de un empalme por vano y conductor, debiendo hacerse la unión a una distancia no menor de 5 m. del aislador.
- En caso de deterioro del conductor por rotura de uno o más hilos se empleará manguitos de reparación.

Montaje de retenidas y anclajes.

La ubicación y orientación de las retenidas serán las que se indiquen en los planos del proyecto. Se tendrá en cuenta que estarán alineadas con las cargas o resultante de cargas de tracción a las cuales van a contrarrestar. Las actividades de excavación para la instalación del bloque de anclaje se ejecutarán con el máximo cuidado y utilizando los métodos y equipos adecuados para cada tipo de terreno. En forma general se tratará de reducir al mínimo el volumen de la excavación, ajustándose a las dimensiones que se muestran en las láminas del proyecto y al espacio necesario que permita ejecutar la excavación. No alterar la cohesión natural del terreno con los taludes mínimos necesarios que aseguren la estabilidad de las paredes de la excavación. El fondo de la excavación será aplanado y compactado para permitir una distribución uniforme de las cargas actuantes.

Luego de ejecutada la excavación, se fijará, en el fondo del agujero, la varilla de anclaje con el bloque de concreto correspondiente. El relleno se ejecutará después de haber alineado y orientado adecuadamente la varilla de anclaje. El relleno y compactación será mediante tierra cernida de cultivo, libre de piedras y sustancias extrañas, se efectuará por capas sucesivas de 30 cm y compactadas por medios mecánicos. A fin de asegurar la compactación adecuada de cada capa se agregará una cierta cantidad de agua.

Al concluirse el relleno y la compactación, la varilla de anclaje debe sobresalir 0,20 m del nivel del terreno.

Los cables de retenidas se instalarán antes de efectuarse el tendido de los conductores. La disposición final del cable de acero y los amarres preformados se muestran en los planos del proyecto.

Los cables de retenidas deben ser tensados de tal manera que los postes se mantengan en posición vertical, después que los conductores hayan sido puestos en flecha y engrapados.

La varilla de anclaje y el correspondiente cable de acero deben quedar alineados y con el ángulo de inclinación que señalen los planos del proyecto. Cuando, debido a las características morfológicas del terreno, no pueda aplicarse el ángulo de inclinación previsto en el proyecto, el Contratista someterá a la aprobación de la Supervisión, las alternativas de ubicación de los anclajes.

Instalación de puestas a tierra:

La red eléctrica aérea tendrá 3 puestas a tierra:

Una para el inicio, a la mitad y al final de la red eléctrica, las puestas a tierra estarán conectados a las partes metálicas del armado no expuestas directamente a tensión, pero asociadas al lado de Media Tensión se conectan con el conductor de puesta a tierra mediante conectores tipo presión + las platinas de cobre tipo "J", a la varilla de cobre.

La varilla de cobre se instalará excavándose un pozo de tierra y enterrándose con capas sucesivas de tierra vegetal cernida debidamente compactada y con tratamiento de bentonita. Ésta varilla que se encuentra instalada directamente en el terreno previo tratamiento con aditamento de bentonita (una dosis) para asegurar el valor de resistividad a través del tiempo en menos o igual a 25 ohmios. El pozo a tierra tendrá su caja de registros de concreto armado, que le permite tener acceso para el mantenimiento, medición, control y verificación de ésta, será de forma cilíndrica, de Ø exterior mayor 400mm x 300mm de alto; portará una tapa con parapeto de Ø exterior 346mm x 25mm de alto, con asa de FoGo para su manipulación. Esta caja deberá cimentarse a -0.40 m del piso terminado, con mortero de mezcla de concreto + arena con relación de 1:10, centralizando en su interior al electrodo de puesta a tierra; y en su tapa deberá señalizado a que puesta a tierra se refiere. Esta puesta a tierra deberá instalarse con conductor desnudo temple blando de 35 mm².

a) Ejecución del pozo de tierra con Bentonita:

Excavación y preparación del pozo:

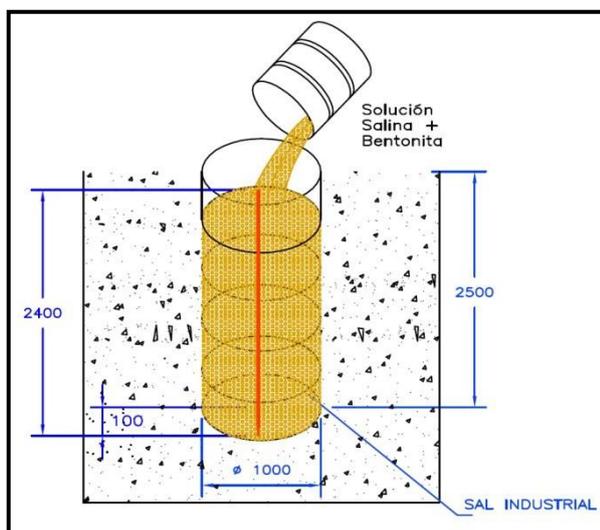
- Para la varilla de PAT de 2.4 m de longitud se excavará un pozo de 2.5 m de profundidad y 1.0 m de diámetro.
- Separar tierra fina de los conglomerados gruesos de la tierra de excavación. Si la tierra del lugar no se pudiera recuperar, utilizar tierra fina de otro lugar, cuanto más pequeñas sean las partículas habrá mejor conductividad.
- Se introducirá el electrodo en el terreno una distancia de 0.10 m, para que se mantenga en posición vertical.
- Para la preparación del lecho profundo se vierte en el pozo una solución salina de 10 kg de Sal industrial + 5 kg de Bentonita disueltos en un cilindro de agua (20 galones)

Tratamiento y rellenado:

- Después que ha sido absorbida ligeramente la primera solución salina, se preparan dosis de soluciones salinas compuestas de 10 kg de sal + 5 kg de bentonita disueltas en un cilindro de agua (20 gal). Se vierten 4 dosis de dicha solución (4 cilindros).
- Se agrega la quinta parte de la tierra fina recuperada de la excavación.
- Se vierten dosis de solución salina + bentonita y otra quinta parte de tierra recuperada. Se repite 4 veces el mismo procedimiento.

- Antes de terminar de echar toda la tierra recuperada; se verterá una solución salina adicional que consta de 10 kg de sal + 5 kg bentonita disueltas en un cilindro de agua. Usando en total 100kg de sal + 50 kg de bentonita.
- Finalmente se termina de echar la tierra recuperada.

Figura N ° 2.11 Dimensiones de pozo a tierra



Fuente: Elaboración propia

Señalización y placas de identificación

Las señales de seguridad serán conforme a lo indicado en el Código Nacional de Electricidad- Suministro, la Norma DGE "Símbolos Gráficos en Electricidad" N° 091-2002-EM/DGE; o según los diseños normalizados por la Empresa Concesionaria.

Con el objeto de atender recomendaciones de Directivas emanadas por el Órgano Fiscalizador competente del Sector Electricidad que para el efecto, guardan relación con las prescripciones técnicas del Código Nacional de Electricidad-Suministro, se deberá señalar equipamientos y zonas donde se requieren prevenir o advertir peligros de RIESGO ELÉCTRICO (SS.EE., Tableros de Distribución, etc.) o LA UBICACIÓN de estos que relativamente se encuentran ocultos (puestas a tierra, componentes importantes de estructuras, etc.); se deberán inscribir en sus partes visibles simbologías apropiadas con las dimensiones y características que se indican en la Norma DGE "Símbolos Gráficos en Electricidad" N° 091-2002-EM/DGE; o según los diseños normalizados por la Empresa Concesionaria.

Las placas de identificación describirán adecuadamente la función del equipo involucrado. Las placas de identificación serán como se detallan en los planos, así como sus inscripciones y tamaño de las letras. Las placas

de identificación para los tableros incluirán la designación del tablero, tensión y fase del suministro.

Por ejemplo: " Celda de Media Tensión, 22900 volts, 3-fases, 3 hilos"

Las placas de identificación serán hechas de plástico fenólico (bakelita) laminado, blanco la parte frontal con centro negro, con letrero grabado a través de la cubierta externa.

Las placas de identificación serán firmemente fijadas al equipo. El método adhesivo no es aceptable.

Las señales de aviso se suministrarán y se instalarán de acuerdo con lo siguiente:

- Sobre los lugares que contienen equipos o circuitos superiores de 220 Volts, la señal deberá decir: "PELIGRO RIESGO ELÉCTRICO".
- Los avisos serán de 180 mm x 400 mm (7" x 16") con letras de 25 mm (1") de alto, excepto la palabra "PELIGRO" que tendrá 40 mm (1-1/2") de altura de letras. Todas las dimensiones especificadas arriba son mínimas.
- En los seccionadores (apertura sin carga), las señales deberán decir, "NO ABRIR BAJO CARGA". Las letras serán de 25 mm (1") de alto, como mínimo.

Las señales de aviso serán de fabricación estándar de espesor o más pesado; con un acabado de esmalte de porcelana, las letras serán rojas en fondo blanco.

Todos los gabinetes de media tensión y canalizaciones en situaciones expuestas o accesibles, serán rotulados con la advertencia: "MEDIA TENSIÓN", estos rótulos serán impresos y autoadhesivos. Las letras serán negras en fondo anaranjado, no menor de (50 mm (1-7/8") de alto. En Conduit, la marca se hará después del pintado cuando todos los trabajos se hayan terminado. El aviso libre no será aceptable.

Se deberán señalar en forma obligatoria los siguientes equipamientos:

- Para prevenir el riesgo eléctrico: En subestaciones y tableros de distribución.
- Para identificar y señalar puestas a tierra: En parapetos (tapas) de las cajas de registros, o al pie del poste más cercano.

- Para identificar la presencia de seccionamientos y puestas a tierra; y en las estructuras importantes, pueden incluir el diagrama de control de equipamientos.
- Postes (numeración).
- Otros equipos que a criterio de LUZ DEL SUR requieran de señalización. Conforme a la Norma DGE “Símbolos Gráficos en Electricidad” RM 091-2002-EM/DGE; para los efectos generales, deberá utilizarse:
 - Círculos, donde se circunscribirá a los símbolos de prohibición.
 - Triángulos, donde se circunscribirá a los símbolos de peligro.
 - Rectángulos, donde se circunscribirá señalización relativa a información literal sobre zonas de trabajo, peligro eminente y conexos.

Las señalizaciones que se indican se efectuarán con plantillas prediseñadas y utilizando pinturas de los colores requeridos tipo esmalte brillante.

En caso que las características, dimensiones y detalles de las simbologías sean proporcionados por LUZ DEL SUR, se dispondrá y autorizará su uso mediante el Cuaderno de Obra.

Ubicación de la señalización de puesta a tierra

Las puestas a tierra deberán tener su correspondiente señalización; que se ubicará en una zona visible.

De preferencia se inscribirá con pintura esmalte, en los colores, simbología, características y tamaño que a continuación se indica. Otros detalles específicos requeridos por la Empresa Concesionaria serán debidamente autorizados por el Supervisor vía Cuaderno de Obra, donde se deberá consignar claramente para su aplicación.

La señalización de puesta a tierra se ubicará al frente del pozo de puesta a tierra (ubicación física).

Para la señalización de la puesta a tierra, se deberá coordinar con los responsables de la Supervisión de Obra de parte de la Empresa Concesionaria LUZ DEL SUR

2.1.2 Aspectos normativos

Las Normas Técnicas usadas en el presente informe son las siguientes:

- Norma IEC 60228 “Conductores de cables aislados”
- Norma ASTM A 475-89 “hilos de alambre de acero galvanizado Tipo 1X7, 1X19”
- CNE Tomo IV: “Sistema de Distribución”
- Norma LE-7-828 “Cuna de apriete (come along) y caletín de tensado (pulling hose)”
- Norma LE-7-826: “Estirador portátil (tackle)”
- Norma LE-7-815: “Prensa manual hidráulica”
- Norma LE-7-834: “Cortador manual de cable (cizalla)”
- Norma LE-7-832: “Cortador manual de mensajero”
- Norma LE-7-825: “Pelador de cable”
- Norma LE-7-830 “Poleas de aleación de aluminio”
- Norma DGE-015-PD-1 “Norma de postes, crucetas y ménsulas de madera y concreto armado para redes de distribución”
- Norma NTP 339-027 “Postes de hormigón (concreto) armado para líneas aéreas”
- Norma LDS: SE – 9 – 312
- Norma ASTM B3 “Especificación estándar para alambre de cobre blando o recocido”
- Norma ASTM B8 “Especificación estándar para conductores de cobre trenzados concéntricos, duros, semiduros o blandos”
- Norma ASTM B99 “Especificación estándar para alambre de aleación de cobre-silicio para aplicaciones generales”
- Norma DGE “Símbolos gráficos en electricidad”
- Norma DGE “terminología en electricidad”
- Norma MEM/DEP 501” Bases para el diseño de líneas y redes primarias
- Norma LD-9-160 “Distancias mínimas de seguridad en líneas aéreas”

- Norma LI-7-615 “Procedimiento de instalación de cable autoportante de media tensión”
- Norma LD-1-140 “Conexión de puesta a tierra en redes aéreas con cable autoportado en postes de concreto”
- Norma SE-3-160 “Metodo de puesta a tierra utilizando electrodo o varilla”

2.1.3 Simbología técnica

La simbología usada en los diseños eléctricos para la fabricación de planos.

Figura N ° 2.12 Simbología para planos eléctricos de media tensión.

					RIEL DE PROTECCION CONTRA IMPACTOS
					POZO A TIERRA MT
					CERRAMIENTO METRO 2- ALTURA 2.20M
					RETENIDA TIPO VIENTO VIOLIN
					RED DE GAS NATURAL AC Ø 6"
					SUBESTACION COMPACTA MODULAR, TIPO EXTERIOR
					SUBESTACION COMPACTA TIPO BOVEDA o SUBTERRANEA
					SUBESTACION AEREA BIPOSTE
					LINEA AEREA AISLADA MT-10kV. (SECCION INDICADA)
					POSTE DE ALUMBRADO
					POSTE 13/400 C.A.C.
					CRUZADA DE 4 VIAS
					CABLE 3-1x50 NA2XSy 8.7/15kV PART.-PROY.
					PUESTO DE MEDICION A INTEMPERIE PMI.
Proy.	Exist.	Ret.	Cant.	Unid.	DESCRIPCION

2.2 Descripción de las actividades desarrolladas

2.2.1 Etapas de las actividades

El proyecto implementación y ejecución de la reubicación provisional de la red eléctrica subterránea del suministro industrias teal en la estación E19. Línea 2 del metro de Lima se realizó en 8 semanas durante los meses de abril, mayo y junio del año 2019, ejecutados en 3 etapas que se describe a continuación:

Etapa 1. Obras preliminares: Esta etapa consistió en revisar los requerimientos del cliente y el proyecto, así como la reformulación del expediente técnico para su aprobación, tramites documentarios para el inicio de obra, adquisición y traslado de equipos, materiales a obra.

Etapa 2. Obra Red Aérea: Dentro de la segunda etapa se tienen diversas actividades a realizar para lograr la implementación de la reubicación de red aérea, todas estas actividades se ejecutarán en campo.

Etapa 3. Puesta en servicio: en esta etapa se realizarán las documentaciones, revisión del proyecto en campo por el supervisor de luz del sur, pruebas eléctricas y la conexión o puesta en servicio para la operación de la red eléctrica.

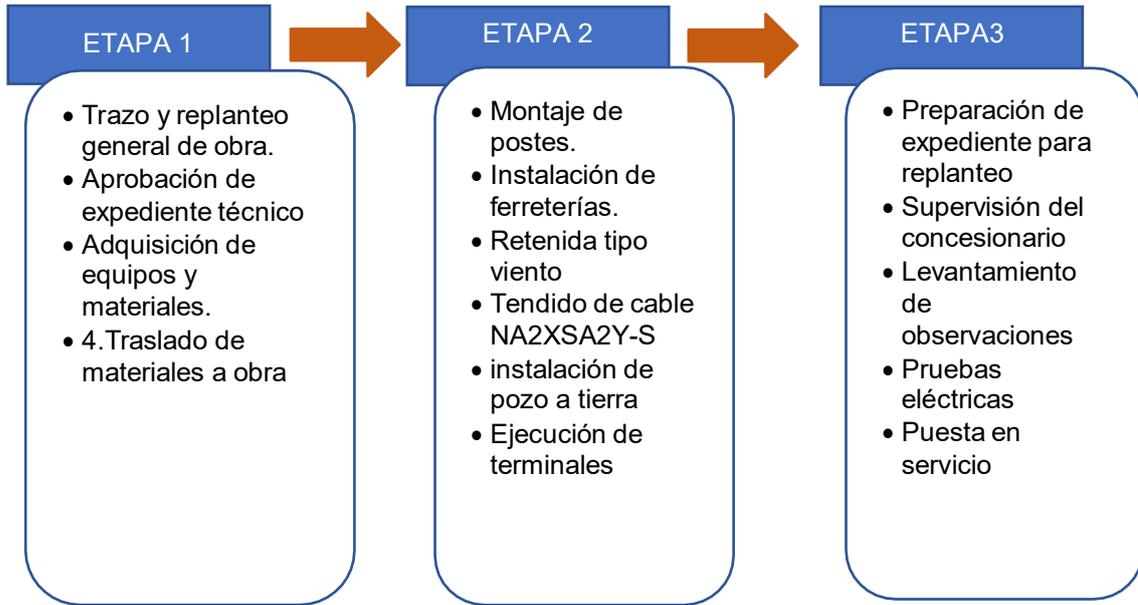
Interesados del proyecto.

- ✓ INDUSTRIAS TEAL S.A
- ✓ CONSORCIO CONSTRUCTOR METRO 2 DE LIMA: Em presa encargada de la construcción de la estación 19 (línea 2 del metro de Lima).
- ✓ AEENERGYSAC: Empresa encargada de la reubicación provisional de la red eléctrica (sistema de utilización).
- ✓ LUZ DEL SUR: Empresa concesionaria de la red eléctrica del sur y este de Lima.

2.2.2 Diagrama de flujo

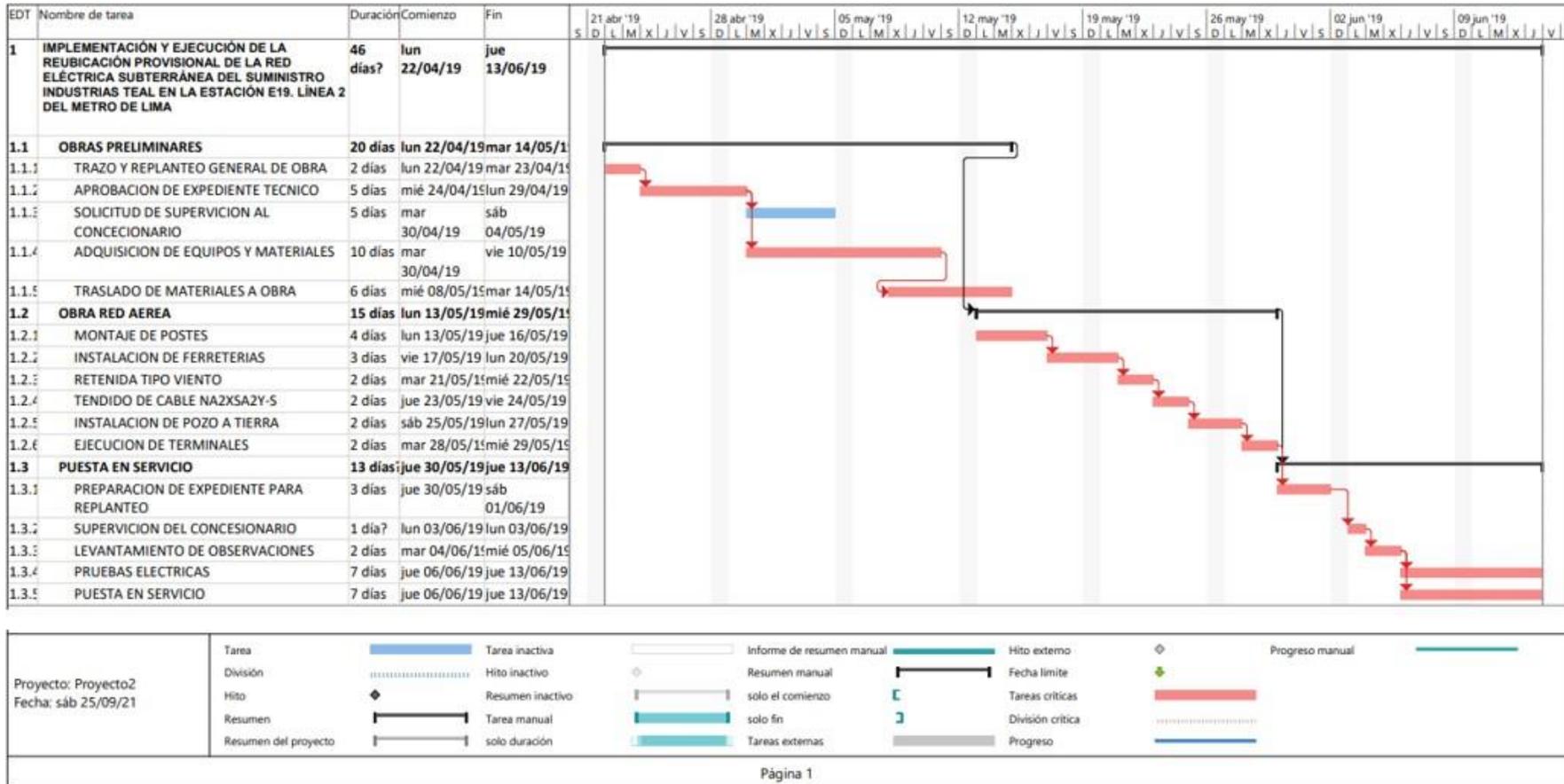
El proceso productivo de la empresa AEENERGY S.A.C. se desarrolla de la siguiente manera:

Figura N ° 2.13 Diagrama de flujo.



2.2.3 Cronograma de actividades

Tabla N° 2.9 Cronograma de actividades



III. APORTES REALIZADOS

Este informe contribuye un aporte al sector eléctrico. Sirviendo como guía para el diseño y ejecución tanto eléctrico como mecánico, proporcionando fundamentos teóricos que permitan la óptima comprensión de la terminología relacionada con una red eléctrica aérea de media tensión con cable autoportante, el cual es un producto muy importante y ventajoso en las instalaciones eléctricas aéreas.

3.1 Planificación, ejecución, control y cierre de etapas

Las etapas de ingeniería y ejecución para el adecuado desarrollo del proyecto implementación y ejecución de la reubicación provisional de la red eléctrica subterránea del suministro industrias teal en la estación E19. Línea 2 del metro de lima.

Figura N ° 3.1 Plano de ubicación

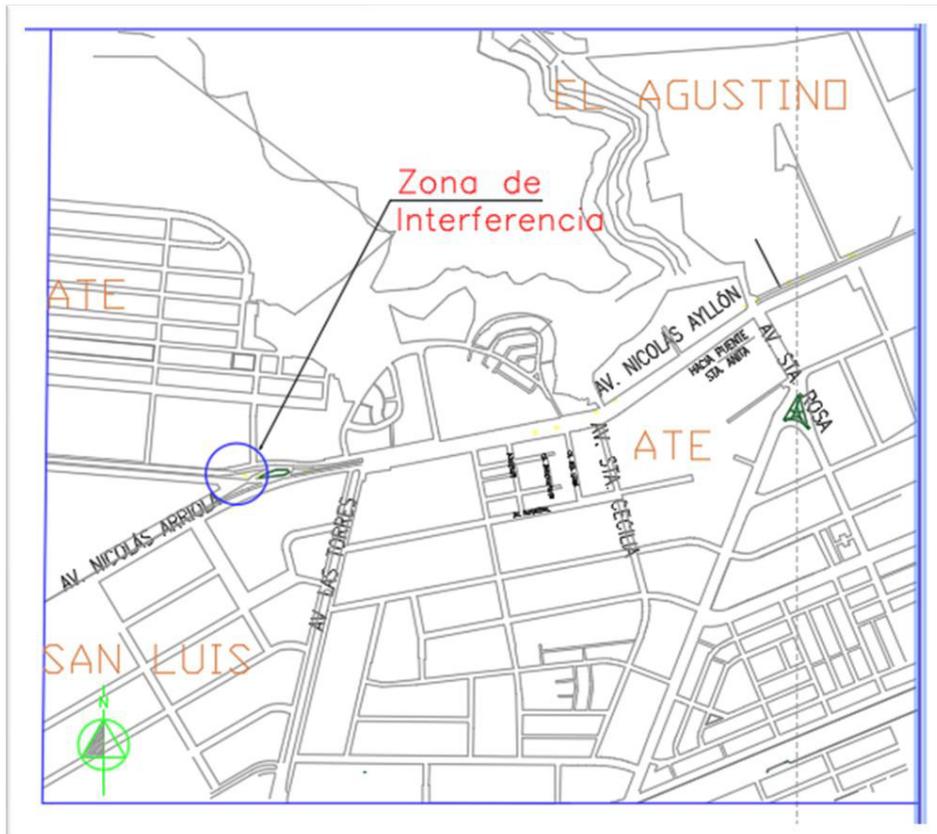
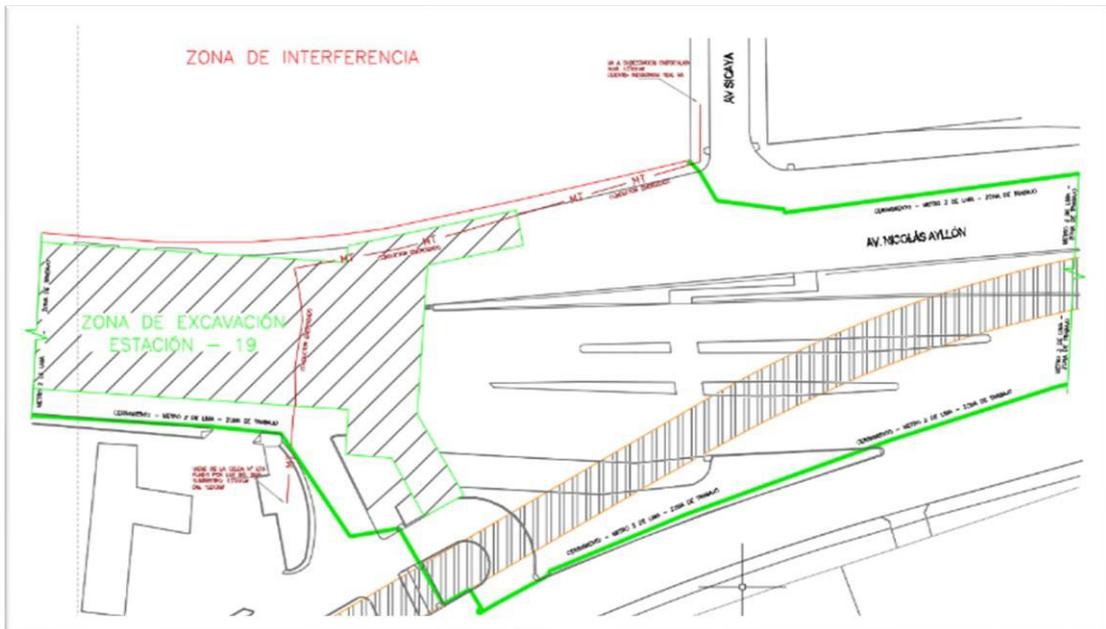


Figura N ° 3.3 Plano de interferencias



Se debe definir y establecer el nuevo recorrido de la red eléctrica (sistema de utilización) y los requisitos mínimos necesarios con los que debe contar el proyecto y el alcance del mismo, elaboración del expediente técnico, el cronograma del proyecto y sus recursos, los costos del proyecto con las adquisiciones definidas, definir la participación de los interesados con finalidad de establecer el plan de trabajo del proyecto del proyecto.

Interesados del proyecto.

- ✓ INDUSTRIAS TEAL S.A
- ✓ CONSORCIO CONSTRUCTOR METRO 2 DE LIMA: Em presa encargada de la construcción de la estación 19 (línea 2 del metro de Lima).
- ✓ AEENERGYSAC: Empresa encargada de la reubicación provisional de la red eléctrica (sistema de utilización).
- ✓ LUZ DEL SUR: Empresa concesionaria de la red eléctrica del sur y este de Lima.

Se enumeran los requerimientos que debe llevar la nueva red eléctrica para el diseño logrando así el alcance del proyecto.

- No debe interferir la zona de trabajo.
- El tiempo del proyecto tiene que ser el menor posible.

El proyecto deberá cumplir con las exigencias técnicas de los dispositivos vigentes relacionados en el ámbito de la distribución,

- Decreto Ley N° 25844 “Ley de Concesiones Eléctricas y su Reglamento”.
- Norma Técnica de Calidad y sus Servicios Eléctricos.
- Código Nacional de Electricidad Suministro.
- Norma DGE “Terminología en Electricidad” y “Simbología Gráficos en Electricidad”.
- Condiciones técnicas indicadas en el documento del punto de diseño.
- Reglamento Nacional de Construcciones vigente
- Ley de Protección del Medio Ambiente y Protección del Patrimonio cultural de la Nación según corresponda.
- Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Se realizará y entregará un informe de calidad final del proyecto.

Cálculos justificativos

Generalidades

El presente diseño considera los requisitos estipulados en los siguientes dispositivos legales vigentes:

- Decreto Ley N° 25844 “Ley de Concesiones Eléctricas” y su Reglamento.
- Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos
- Código Nacional Electricidad Suministro
- Calificación eléctrica
- Plano de lotización en escala adecuada y documento de aprobación emitido por la Municipalidad Provincial o Distrital según corresponda.
- Normas DGE “Terminología en Electricidad” y “Símbolos Gráficos en Electricidad”.
- Condiciones técnicas indicadas en el documento de punto de diseño emitido por el Concesionario.
- Lista de Equipos y Materiales Técnicamente Aceptables del Concesionario respectivo. - Normas técnicas de las instalaciones del Concesionario.
- Disposiciones municipales según corresponda.
- Reglamento Nacional de Construcciones vigente.
- Ley de Protección del Medio Ambiente y Protección del Patrimonio Cultural de la Nación según corresponda.
- Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

A. Cálculos eléctricos del conductor

Demanda máxima de potencia 1200KW

La demanda máxima de la subestación es de 1200KW

Datos de cálculo

- Tensión Nominal : 10kV
- Caída de Tensión permisible : 5%
- Potencia de cortocircuito : 115 MVA
- Actuación de la protección : 0.2 segundos
- Factor de potencia : 0.85
- Frecuencia Nominal : 60 Hz
- Potencia de diseño : 1500 kVA
- Demanda máxima : 1200 KW

Cálculos eléctricos justificativos del proyecto de distribución primaria.

Nota: La tensión nominal proyectada del proyecto es de 10 kV.

✓ Condiciones.

- Potencia a transmitir (P) : 1500kVA
- Tensión nominal (V) : 10 kV
- Factor de potencia ($\cos \emptyset$) : 0.85
- Tiempo actuación de protección (T) : 0.2 seg.
- Potencia de cortocircuito del sistema (P cc) : 115 MVA
- Corriente de cortocircuito permanente (Icc) : 6.64 kA
- Tipo de conductor a utilizar : Cable

Autoportante de Aluminio NA2XSA2Y-S

✓ **Características eléctricas del cable.**

Tabla N° 3.1 Capacidad de corriente de conductor.

CAPACIDAD DE CORRIENTE [A]					
Sección nominal [mm ²]	Temperatura ambiente [°C]				
	20	25	30	35	40
50	200	192	184	176	168
70	275	265	255	242	205
120	275	265	255	242	205

Fuente: Norma Luz del Sur

Tabla N° 3.2 Características eléctricas de conductor.

PARÁMETROS ELÉCTRICOS DEL CABLE NA2XSA2Y-S						
SECCIÓN	R(20°C)	R(90°C)	RMG	DMG	X 3ø	X 3ø
[mm ²]	[ohm/km]	[ohm/km]	[mm]	[mm]	[ohm/km]	[V/A.km]
50	0.443	0.822	3.6384	31.0543	0.1676	0.9045
70	0.253	0.5686	4.8768	34.1876	0.164	0.5531
120	0.253	0.3249	4.8768	34.1876	0.1503	0.5531

Fuente: Norma Luz del Sur

DONDE:

- R (SO°C): resistencia eléctrica a 50°C.
- RMG: radio medio geométrico trifásico.
- DMG: distancia media geométrica.
- X 3ø: reactancia inductiva trifásica.

✓ **Cálculo de capacidad de corriente**

Con los valores de potencia y tensión de servicio, tomados de los datos de cálculo y reemplazando en la ecuación 2.1 para calcular la capacidad de corriente.

$$I_c = \frac{1500}{\sqrt{3} \times 10} = 86.60 \text{ A}$$

De la tabla N° 3.1 se escoge el conductor adecuado.

El cable autoportante de 70mm² de aluminio con capacidad nominal de 255 A transportará la corriente de diseño.

✓ **Cálculo de caída de tensión.**

El valor de la capacidad de corriente determinado en el paso anterior es reemplazado en la ecuación 2.2 para determinar la caída de tensión, las demás incógnitas la podemos obtener de los datos de calculo y la tabla 3.2 (parámetros eléctricos del cable NA2XSA2Y-S 70mm²).

$$\Delta V = \sqrt{3} \times 86.6 \times 0.2068 \times (0.5683 \times 0.85 + 0.164 \times 0.527) = 17.66$$

Finalmente:

$$\% \Delta V = 0.17\% V_n$$

NOTA: el conductor de 70 mm² NA2XSA2Y-S seleccionado satisface la condición de diseño por carga y por caída de tensión.

✓ **Cálculo de corriente de cortocircuito**

Con los valores de potencia de cortocircuito y tensión de servicio, tomados de los datos de cálculo y reemplazando en la ecuación 2.3 para calcular la corriente de cortocircuito.

$$I_{cc} = \frac{115}{\sqrt{3} \times V} = 6.64 \text{KA}$$

✓ **Cálculo de corriente de corto circuito térmicamente admisible en el sistema.**

El valor de tiempo de actuación de protección, tomados de los datos de cálculo y reemplazando en la ecuación 2.4 para calcular la corriente de cortocircuito térmicamente admisible en el sistema.

Para el cable autoportante de aluminio tipo NA2XSA2Y-S, 70mm² reemplazamos en la fórmula siguiente formula.

$$I_{km} = \frac{0.09252 \times 70}{\sqrt{0.2}} = 14.48 \text{KA}$$

Comparamos con $I_{cc} = 6.64 \text{KA}$

Al ser $I_{km} > I_{cc}$ la selección del conductor de 70 mm² es la correcta.

De los valores obtenidos vemos que el conductor seleccionado soportara la corriente de falla.

✓ **Cálculo de la reactancia de la red**

Con los valores tomados de los datos de cálculo y reemplazando en la ecuación 2.5 para calcular la reactancia de la red.

$$X_{red} = \frac{10^2}{115} = 0.87 \text{ ohm}$$

✓ **Cálculo de la impedancia**

El valor de la reactancia de la red determinado en el paso anterior es reemplazado en la ecuación 2.6 para determinar la impedancia, las demás incógnitas la podemos obtener de los datos de cálculo y la tabla 3.2 (parámetros eléctricos del cable NA2XSA2Y-S 70mm²).

$$Z_{total} = \sqrt{(0.5683 \times 0.2068)^2 + (0.87 + 0.164 \times 0.2068)^2} = 0.912 \text{ohm}$$

✓ **Cálculo de la potencia de cortocircuito**

El valor de impedancia obtenido en el paso anterior reemplazamos en la ecuación 2.7 para determinar la potencia de cortocircuito. las demás incógnitas la podemos obtener de los datos de cálculo.

$$P_{cc2} = \frac{10^2}{0.913} = 119.74 \text{ MVA}$$

✓ **Determinación de la corriente de corto circuito (icc2) en el recorrido del cable de MT y S.E.**

El valor de la potencia de cortocircuito obtenido en el paso anterior reemplazamos en la ecuación 2.3 para determinar la corriente de cortocircuito. las demás incógnitas la podemos obtener de los datos de cálculo.

$$I_{cc2} = \frac{119.74}{\sqrt{3} \times 10} = 6.91 \text{ kA}$$

✓ **Cálculo del sistema de puesta a tierra**

Puesta a tierra utilizando varilla para media tensión

Considerando electrodos verticales a nivel del suelo se tiene del manual IEEE "Recommended practice for grounding of industrial and comercial power systems", por ser el terreno de fácil penetración y del tipo TURBA HUMEDA, con una resistividad de 100 Ω-m, la resistencia del pozo de tierra utilizando varilla de cobre de 5/8" Φ (16 mm diámetro) x 2.4 m. de longitud, la resistencia teórica correspondiente se considera:

Donde:

R =	Resistencia de la puesta a tierra		
ρ =	Resistividad específica del terreno	:	100 Ω -m
L =	Longitud del electrodo	:	2.40 m
r =	Radio del electrodo	:	0.0079 m
Ln	=	Logaritmo neperiano	

Reemplazando valores en la ecuación 2.8 se tiene:

$$R = \left(\frac{100}{2 \times 3.1416 \times 2.4} \right) \left(\text{Ln} \left(\frac{4 \times 2.4}{0.0079} \right) - 1 \right)$$
$$R = 40.47 \Omega$$

Siendo necesario obtener los 25 Ω de resistencia del pozo de tierra, el terreno de alta resistividad se reducirá parcialmente realizando el zarandeo del terreno, desechando las piedras contenidas y luego ejecutando el tratamiento químico del suelo adicionando bentonita y sal industrial, logrando reducir a 60 Ω -m, luego el valor final es:

$$R = \left(\frac{60}{2 \times 3.1416 \times 2.4} \right) \left(\text{Ln} \left(\frac{4 \times 2.4}{0.0079} \right) - 1 \right)$$
$$R = 24.28 \Omega < 25 \Omega$$

Este valor es menor a 25 Ω y cumple lo recomendado por el CNE para puestas a tierra en Media Tensión.

La medición final que se efectuará después por lo menos 72 horas después de haber montado la puesta a tierra; y cuyos valores serán concordantes como aceptables de acuerdo a los valores que se prescriben en el CNE-S.

El proyecto debe considerar la ejecución de tres pozos a tierra considerando los siguientes valores

R P.T. M.T. \leq 25 ohmios.

Cálculos mecánicos del conductor

Consideraciones de diseño mecánico:

Los cálculos mecánicos se basan en las indicaciones de la Norma MEM/DEP 501, de acuerdo a las condiciones ambientales de la zona sustentadas con las zonificaciones consideradas en el Código Nacional de Electricidad - Suministro.

Material de los conductores:

Los conductores aéreos serán Aluminio con aislamiento polietileno reticulado (XLPE) para 22.9 kV denominados Autoportantes del tipo NA2XSA2Y-S.

Tabla N° 3.3 Características mecánicas de los conductores

CONDUCTORES AUTOPORTANTES							
Sección mm ²	N° Hilos	Diámetro Exterior mm	R 20 °C (Ohm/km)	Peso Kg/m	Modulo de Elasticidad N/mm ²	Coefficiente de Expansión Térmica (1/°C)	Esfuerzo de Rotura N/mm ²
3x50/67	7	79,00	0,6410	3.480	20000	2,3x10-6	295,8
3x70/67	19	82,00	0,4430	3,860	20000	2,3x10-6	295,8
DATOS TECNICOS DEL PORTANTE							
67		59,00		21,582 N/m	186000	11,5x10-6	85 KN

Tensión de Cada Día – EDS

: 12 [%]

Fuente: Norma Luz del Sur

Esfuerzos máximos en el conductor de aluminio y cable autoportante

Se refiere a los esfuerzos máximos tangenciales que se producen en los conductores por causas como el peso del material, la acción del viento, lluvia, cambios de temperatura, etc. cuando la instalación del conductor es aérea como es el caso de los conductores Autoportantes Para los cables de aluminio (Autoportantes) con cable mensajero no deben sobrepasar el 60% del esfuerzo de rotura del mensajero, es

decir: 510-761 daN/mm² con fines de dimensionar los conductores con un factor de seguridad de 2.

Esfuerzos del conductor en la condición EDS

Las Normas Internacionales y las Instituciones vinculadas a la investigación respecto al comportamiento de los conductores, recomiendan que en redes con conductores Autoportantes donde existe tres conductores de aluminio y un cable mensajero que soporta el peso de los conductores. Los esfuerzos de cada día (EDS) se analizarán al cable mensajero del conductor Autoportante.

Los esfuerzos horizontales que se consideran son los siguientes:

- En la condición EDS inicial 18 % del esfuerzo de rotura del conductor (UTS)
- En la condición EDS final 15 % del esfuerzo de rotura del conductor (UTS)

Una práctica común, es considerar como tensión mecánica de referencia, la tensión a la cual deberá estar sometido el conductor el mayor tiempo de su vida útil; a la temperatura 101 media, sin sobrecarga de viento ni hielo, la que es conocida como tensión de cada día, every day stress (EDS).

Las condiciones de carga para el conductor de fase son las siguientes:

- Tiro en EDS 20 % a 20 °C
- Flecha máxima a 50 °C
- Esfuerzos máximos a 10 °C }
- Presión del viento máximo 26.88 kg/m².

Se verifica que en todos los casos los esfuerzos máximos sean menores al 40% del tiro de ruptura.

Las condiciones de carga para el cable mensajero utilizado en los procedimientos de cálculo son similares a los del conductor de fase y con la aplicación de un programa computacional se calcula el EDS del cable mensajero, que cumple con la formulación descrita, obteniéndose como conclusión un valor de 15%.

Esfuerzos máximos en el conductor

Para la obtención de los Vanos Máximos se hizo la simulación de los Cálculos Mecánicos de los Conductores según las hipótesis donde determinara las longitudes máximas de vano para las condiciones de carga más crítica, para ambas condiciones Inicial y Final.

Tabla N° 3.4 Características mecánicas de los conductores

ESFUERZOS DEL CONDUCTOR	CONDUCTORES
	mm²
	NA2XSAXY-S
	≤ 70
Esfuerzo de Rotura Nominal (N/mm ²)	1214.29
Esfuerzo EDS – inicial (18%) (N/mm ²)	218.57
Esfuerzo EDS – final (15%) (N/mm ²)	182.14
Esfuerzo máximo admisible (N/mm ²)	728.57
Factor de seguridad	2

Fuente: Norma Luz del Sur

Hipótesis para el diseño de media tensión:

- Hipótesis 1 : esfuerzo Máximo
- Temp. Ambiente Mínimo : 10°C

Velocidad del viento	:	50 km/h
• Hipótesis 2	:	Templado del Conductor
Esfuerzo unitario	:	4kg/mm ²
Temp. Ambiente promedio	:	20°C
Velocidad del viento	:	0
• Hipótesis 3	:	Máxima Flecha
Temp. Ambiente Máxima	:	50°C
Velocidad del viento	:	0

Cálculo de flechas para tendido del cable autoportante.

A continuación, en las tablas N° 3.3.2.1 y 3.3.2.2 mostramos la tabla de flechas (m) para el tendido de cable autoportante de M.T. de Aluminio NA2XSA2Y-S 3-1x70 mm² + 67 mm² portante de acero.

Tabla N° 3.5 Flechas (vanos entre 5 a 35 metros)

Vano (m) Temp.	5	10	15	20	25	30	35
0°	0.005	0.021	0.049	0.087	0.137	0.200	0.276
5°	0.006	0.023	0.051	0.091	0.144	0.209	0.287
10°	0.006	0.024	0.054	0.096	0.150	0.218	0.298
15°	0.006	0.025	0.056	0.100	0.157	0.227	0.311
20°	0.007	0.026	0.059	0.106	0.165	0.238	0.324
25°	0.007	0.028	0.063	0.111	0.173	0.248	0.337
30°	0.007	0.030	0.067	0.117	0.182	0.260	0.351
35°	0.008	0.032	0.071	0.124	0.191	0.272	0.365
40°	0.008	0.034	0.075	0.131	0.201	0.284	0.380

Fuente: Norma Luz del Sur

Para las consideraciones de las flechas, se tendrá en cuenta una temperatura máxima de 40 ° C, teniendo como vano mínimo a 15.4m y máximo a 32.5m

Calculo mecánico de postes

Estos Cálculos tienen por objeto determinar las cargas mecánicas en postes, cables de retenida y sus accesorios, de tal manera que en las condiciones más críticas, no se supere los esfuerzos máximos previstos en el Código Nacional de Electricidad y complementariamente en las Normas Internacionales.

Los cálculos se realizarán en base a los armados diseñados, para este sistema, considerando lo siguiente:

Los soportes conformados por postes de Concreto Armado Centrifugado (C.A.C.) de 13 Y 15 metros de longitud, de 400 y 500 Kg. de carga de rotura.

Retenidas conformadas por cable de 10 mm (3/8") de diámetro, grado Siemens Martín definidas como "RI".

Para los sistemas Autoportantes se analizaron para:

- Aluminio 3x70 / A°G° .67 mm²

Factores de seguridad

El Factor de seguridad mínima respecto a las cargas de rotura será:

- En condiciones normales en poste de concreto 2
- En condiciones anormales con rotura de conductor en líneas y redes primarias: 3

Para los postes de concreto, los factores de seguridad mínimos consignados son válidos tanto para cargas de flexión como de compresión (pandeo)

Cruceta de CA: 2,0

Los factores de seguridad mínimos consignados son válidos tanto para cargas de rotura y a la compresión del poste (pandeo).

Características de los postes

Para condiciones de máxima flecha, el poste queda definido por la altura que debe observarse sobre las distancias de seguridad definidas (Red Primaria) y sobre las estructuras de habilitación Urbana, así tenemos:

$$H = D + f_{\max} + H_{\min} + H_{e \min}$$

Donde:

H : Altura total del poste en m

D : Distancia de la punta del poste al último conductor en m

F_{max} : Flecha máxima a 45 °C

H_{min} : Altura mínima sobre la superficie

H_{e min} : Altura de empotramiento mínimo

H_{e min} = 1.30 m

F_{max} = 1,50 m

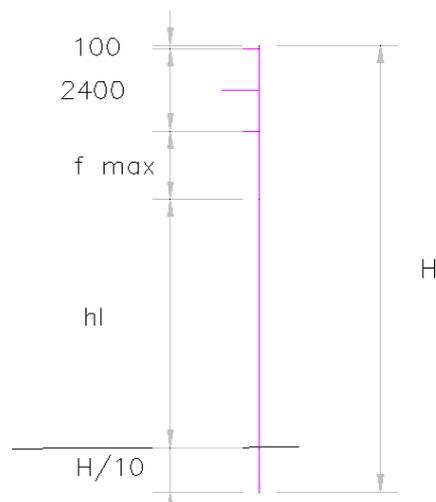
D = 0,3 m

H_{min} = 7,0 m

H = 10,10 m

Por consiguiente, se utilizará soportes de 13 m de altura, previniendo las DMS establecidas en el CNE y considerando las futuras construcciones de viviendas o edificaciones.

Figura N ° 3.4 Condiciones mecánicas del poste



Según Catálogo de postes, elegimos: Postes de C.A.C. 13/400 kg.

Serán de Concreto Armado Centrifugado de las siguientes características técnicas:

Tabla N° 3.6 Características de poste 13m C.A.C

Nº	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO			
1	TIPO		CENTRIFUGADO			
2	LONGITUD DEL POSTE	m.	13,0	13,0	15,0	15,0
3	LONGITUD MINIMA DE EMPOTRAMIENTO DEL POSTE	m.	1,40	1,40	1,70	1,70
4	DIÁMETRO MINIMA EN LA CABEZA	mm	180	180	225	225
5	DIÁMETRO MINIMA EN LA BASE	mm	375	375	450	450
6	CARGA DE TRABAJO A 0,1 m DE LA CIMA	Kg	400	500	400	500
7	CARGA DE ROTURA	Kg.	800	1000	800	1000

Cargas actuantes sobre las estructuras

Alineamiento

Presión de viento sobre postes y conductores.

Tiro resultante de los conductores.

Ángulo

Presión de viento sobre postes y conductores.

Tiro resultante de los conductores de acuerdo al ángulo.

Terminal

Presión de viento sobre postes y conductores.

Tiro máximo longitudinal de los conductores.

Hipótesis para el cálculo de estructuras

Considera lo siguiente:

Conductores sanos

Esfuerzos del conductor en condiciones de máximos esfuerzos

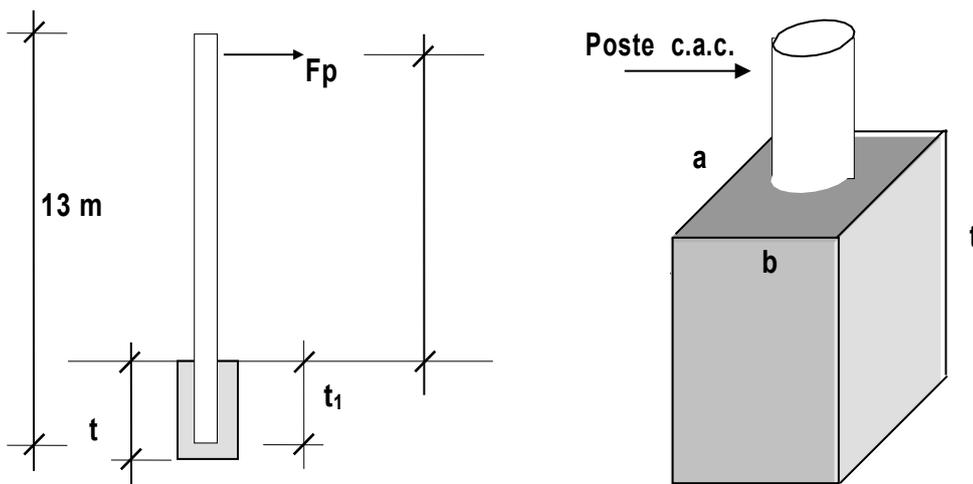
Cálculo de Cimentación de Postes

Con los parámetros del terreno y empleando el método de Sulzberger se ha realizado el cálculo de la cimentación, definiendo las dimensiones de éstas y las solicitaciones de carga para cada tipo de estructura.

De los resultados encontrados (Ver Anexo N° 3), se puede observar que la resistencia del suelo no supera las condiciones de sollicitación de las estructuras del proyecto, por tanto, se están empleando dados de concreto para la cimentación de las estructuras.

Con los cálculos incluyendo cimentación de concreto queda demostrado que los esfuerzos que se generan en el terreno por acción de las cargas aplicadas a cada estructura son menores que los esfuerzos que soportan la cimentación. Ver resultados Anexo N° 3.

Figura N° 3.5 Dimensiones de instalación Figura N° 3.6 bloque de cimentación



Donde:

$$a = 0.80 \text{ m}$$

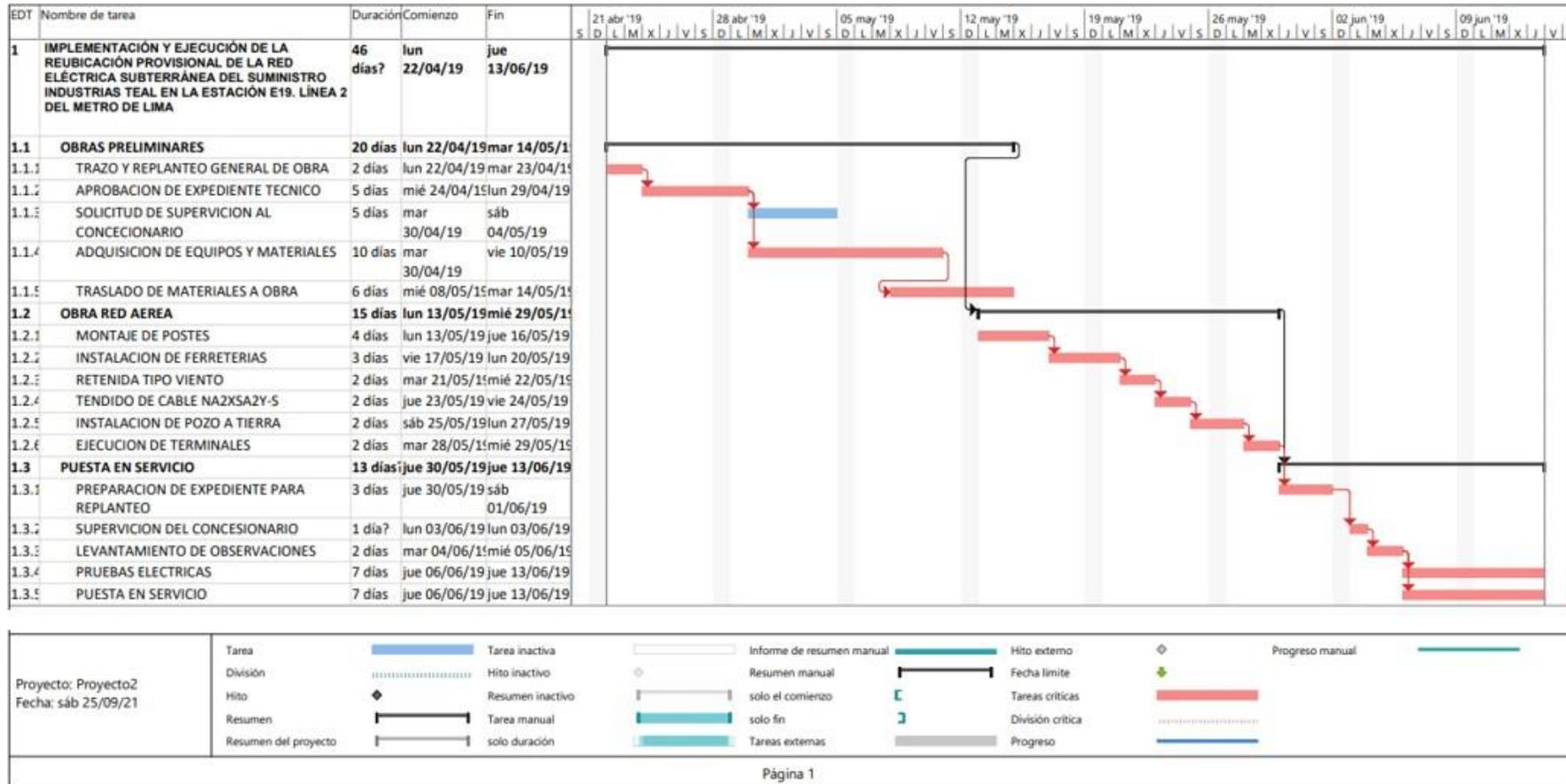
$$b = 0.80 \text{ m.}$$

$$t = 1,70 - 1.80 \text{ m.}$$

$$\text{Con solado de } 0,10 \text{ m. espesor } (t - t_1 = 0,1$$

Realización del cronograma del proyecto con sus actividades y tiempos estimados.

Tabla N° 3.7 Cronograma de actividades



Determinación de costos y presupuesto

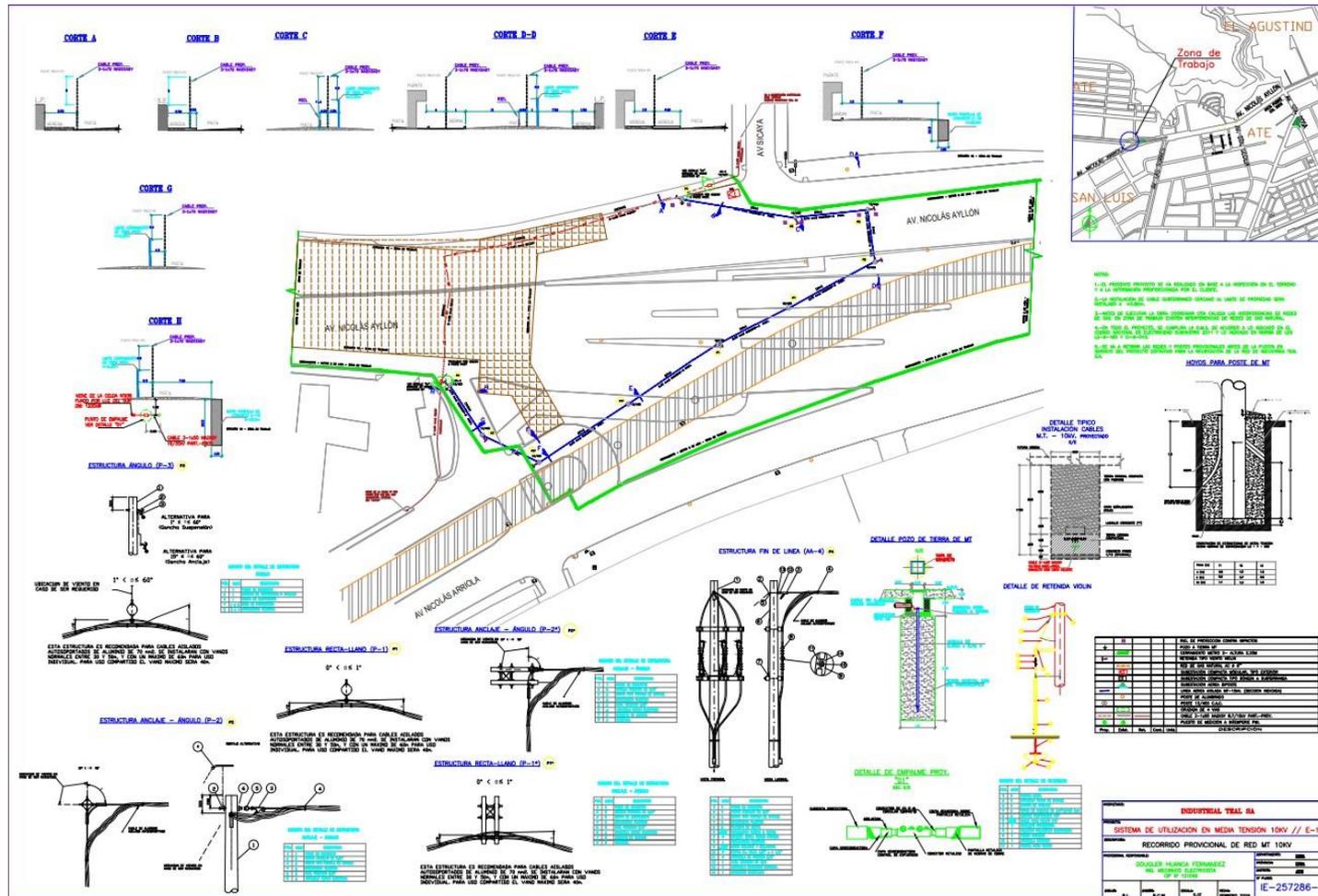
- Materiales
- Equipos
- Mano de obra
- Tiempo

Tabla N° 3.8 costos del proyecto

ITEM	DESCRIPCION	METRADOS			RPO			PRECIO	
		UND	CANTIDAD	MO	MAT	EQ	Precio (S/.)	Parcial (S/.)	
00	INSTALACIONES ELÉCTRICAS - CIVIL								
.1	POSTES 13/400 CAC	und	10.00	294.14	1,375.00	2,180.59	3,849.73	38,497.28	
.2	CABLE AUTOPORTANTE 3-1x70 NA2XSA2YS Aluminio - CELSA	m l	203.00	19.92	91.00	106.09	217.01	44,053.28	
.3	POZO A TIERRA	und	10.00	1,286.95	1,001.00	40.00	2,327.95	23,279.50	
.4	EJECUCION DE EMPALME	und	2.00	189.94	1,360.00	13.30	1,563.24	3,126.48	
.5	RETENIDA TIPO VIENTO	und	7.00	242.04	387.00	496.94	1,125.98	7,881.86	
.6	CABLE TW - 25MM2 TIERRA- PARAPOSTE	und	10.00	13.91	82.00	160.97	256.88	2,568.80	
00	PARTIDAS COMPLEMENTARIAS								
.1	Pruebas Electricas de Aislamiento de Cables	gib	1.00	379.88	-	960.00	1,329.88	1,329.88	
.2	Replanteo y Planos As Built	gib	1.00	2,326.98	-	636.16	2,963.14	2,963.14	
SUBTOTAL									123,700.22
Gastos Generales (13%)									16,081.03
Utilidad (7%)									8,659.02
Costo Total Directo									148,440.26
IGV 18%									26,719.25
Costo Total									175,159.51

Elaboración del plano

Figura N° 3.7 Plano del proyecto



- **Aprobación de expediente técnico**

Tramites documentarios para la aprobación del expediente técnico del proyecto.

El día 27 de febrero del 2019 la empresa AEENERGY presento el expediente técnico del proyecto a la concesionaria Luz del sur para su revisión y aprobación (carta AE-0001-19).

El día 18 de marzo del 2019 la concesionaria luz del Sur entrega el expediente con observaciones para levantar (carta SGRAE-19-388):

- Cumplir con las distancias mínimas de seguridad de la red proyectada según lo indicado en la sección 3 de CNE.
- Indicar el tipo de armado que corresponde a cada estructura de media tensión proyectada en el plano IE-01.
- Anexar al expediente la opinión técnica favorable o autorización para la instalación de los postes de media tensión en las zonas indicadas en el plano IE-01
- Se ha asignado el numero 257286 a su expediente por lo cual, deberán actualizar la numeración de los planos del expediente técnico con los códigos 257286-01,02.

En tal sentido en el presente informe se corrigió el expediente inicial levantando las observaciones el cual fue aprobado y posteriormente se da inicio a la ejecución del proyecto el día 13 de mayo del 2019.

- **Solicitud de supervisión al concesionario.**

Se envió una carta a la concesionaria luz del sur solicitando asigne un supervisor para el proyecto.

- **Adquisición de equipos y materiales**

Tabla N° 3.9 Lista de materiales

ITEM	MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD
1	poste de concreto CAC 13/400/180/375	u	10
2	perno angular de $\phi 5/8''$	u	15
3	grapa tipo pistola de bronce	u	15
4	abrazadera plástica	u	60
5	plancha de cobre tipo J para línea a tierra	u	25
6	conductor puesta a tierra 16mm ²	m	200
7	cruceta de madera 4"x4"x4'	u	10
8	varilla roscada D 5/8''	u	10
9	arandela cuadrada plana	u	40
10	tuvo PVC 4"x3m	u	4
11	fleje de acero inox 3/4'' (caja)	u	1
12	hebilla para fleje 3/4''	u	6
13	conect. Deriv. Perno partido	u	10
14	terminación exterior	u	2
15	cinta aislante y selladora	u	4
16	perno Ho.GALV $\phi 3/8'' \times 1 1/2''$	u	8
17	arandela a presión $\phi 3/8''$	u	8
18	ojal roscado de $\phi 5/8''$	u	15
19	arandela cuadrada curvada	u	28
20	conector terminal bimetálico	u	8
21	concrelisto	bls	250
22	piedra de 8" a 12"	m ²	10
23	agua ()	lts	1600
24	gancho de suspensión	u	4
25	grapa de suspensión	u	3
26	canaleta de protección	u	6
27	empalme recto proyectado	u	2
28	Cable autoportante de aluminio NA2SXA2Y-S 3-1x70 mm ²	m	230
29	Cable de acero galvanizado de 5/16" ϕ , 7 hilos / 5kg	m	120
30	Varilla de anclaje de acero galvanizado de 5/8" ϕ – 2.4 m de largo	u	7
31	Zapata de concreto armado de 0.4m x 0.4m x 0.2m	u	7
32	Pozo de tierra nuevo c/bentonita y sal s/tierra	u	3
33	Brazo para viento violín media tensión con abrazadera	u	7

- **Traslado de materiales a obra**

Todos los trabajos de traslado de materiales y equipos se realizó en coordinación con el metro 2 de lima para evitar interferencia y percances en la ejecución.

- ✓ **Etapa 2: Obra red aérea**

- **Montaje de postes**

Se identificará con el plano del proyecto los lugares donde se instalará los 10 postes C.A.C de 13 metros.

Realización de montaje de postes C.A.C 13 metros como indica en los planos de obra respetando indicaciones de la norma LD-7-350 cimentación de estructuras (Luz del Sur).

Trabajos preliminares:

- Corte y rotura de cimiento

Con ayuda de un marcador se trazó un diámetro de 1 metro, procediendo con el corte del pavimento con ayuda de una cortadora de pavimento y una retroexcavadora.

Figura N ° 3.8 Corte de pavimento

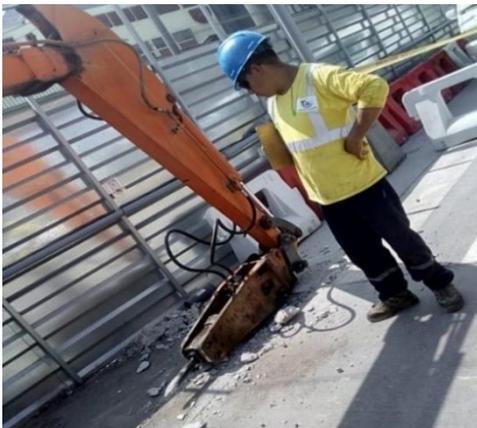


Figura N ° 3.9 Delimitación del área de trabajo



- Excavación de hoyos de 1 metro de diámetro por 1.3 metros de profundidad.

Este trabajo lo realizo el personal operario capacitado con ayuda de herramientas como, barreta aislada, pico y lampa, cuidando no dañar instalaciones subterráneas existentes que se pudiera encontrar

Figura N ° 3.10 Excavación



Figura N ° 3.11 Distancia de seguridad



Figura N ° 3.12 Interferencias existentes



Figura N ° 3.13 Delimitación del área de trabajo



- Montaje de 10 postes C.A.C 13/400 con sus armados correspondientes.

Este trabajo se ejecutó con ayuda de un camión grúa, izando los postes colocándolos en los agujeros, se plomeo cada poste instalado verificando su correcta verticalidad.

Figura N ° 3.14 Almacenamiento de postes



Figura N ° 3.15 Izaje de postes



Figura N ° 3.16 plomado de poste



Figura N ° 3.17 instalación de poste



Figura N ° 3.18 Cimentación de poste



Figura N ° 3.19 Liberaciones poste



- **Instalación de ferreterías**

Se identifico con el plano del proyecto los armados correspondientes de cada uno de los 10 postes, procediendo con la instalación de la ferretería correspondiente.

Realización de montaje de ferretería de armados de postes como indica en los planos de obra respetando indicaciones de la norma Li-7-615 procedimiento de instalación de cable autoportante de media tensión (Luz del Sur).

Trabajos preliminares

- Instalación de ferreterías para los armados

Este trabajo lo ejecuto el personal operativo calificado con ayuda de una escalera embonable y equipos de trabajo en altura, arnés y estrobos de posicionamiento, logrando así instalar la ferretería armada de cada estructura del poste.

Figura N ° 3.20 Ferretería de armados



Figura N ° 3.21 Ferretería inicio y fin de línea



- **Instalación de retenidas tipo viento violín.**

Se identifico con el plano del proyecto los lugares donde se instalará los 6 postes retenidas tipo viento violín.

Realización de montaje de retenidas tipo viento violín como indica en los planos de obra respetando indicaciones de la norma LD-7-330 viento para estructuras (Luz del Sur).

Trabajos preliminares

- Excavación de 6 hoyos de 1 metro de diámetro por 2.1 metros de profundidad.

Este trabajo lo realizo el personal operario capacitado con ayuda de herramientas como, barreta aislada, pico y lampa, cuidando no dañar instalaciones subterráneas existentes que se pudiera encontrar

Figura N ° 3.22 Excavación



- Instalación de ferretería y retenida tipo viento violín.
Este trabajo lo ejecuto el personal operativo calificado con ayuda de una escalera embonable y equipos de trabajo en altura, arnés y estrobos de posicionamiento, logrando así instalar la ferretería armada de cada estructura del poste.

Figura N ° 3.23 Ferretera para viento



Figura N ° 3.24 Retenida Viento violín



- **Instalación de cable bajante NA2XSJ 50mm² y terminales.**

Antes de la instalación se debe revisar y comprobar cuidadosamente el equipamiento del personal (cascos, botas, etc.) así como también accesorios y herramientas que van a intervenir en la instalación.

Realización de montaje de cable NA2XSJ como indica en los planos de obra respetando indicaciones de la norma:

CD-7-016: Normalización de cables de aluminio tipo NA2XSJ para redes subterráneas de media tensión (Luz del Sur).

CI-9-010: Distancias mínimas de seguridad en cables subterráneos de 22.9 KV.

Trabajos preliminares

- Instalación de terminales en cable NA2XSJ

Este trabajo lo realiza el personal operativo calificado con ayuda de herramientas de corte y fuego para la correcta instalación de los terminales y protectores termocontraíbles.

Figura N ° 3.25 Corte de cable



Figura N ° 3.26 instalación de terminales



- Excavación de zanja desde el poste hasta la red eléctrica subterránea existente donde se realizará el empalme.

Este trabajo lo realiza el personal operario capacitado con ayuda de herramientas como, barreta aislada, pico y lampa, cuidando no dañar instalaciones subterráneas existentes que se pudiera encontrar

Figura N ° 3.27 excavación de zanja



Figura N ° 3.28 Cable existente



Figura N ° 3.29 Tapado de zanja



Figura N ° 3.30 cercado de zanja



- Instalación de cable NA2XSY 50mm² en postes indicados en el plano.

Este trabajo lo ejecuto el personal operativo calificado con ayuda de una escalera embonable y equipos de trabajo en altura, arnés y estrobos de posicionamiento, logrando así instalar el cable en la estructura del poste.

Figura N ° 3.31 Instalación de cable de subida



Figura N ° 3.32 Instalación de cable de bajada



- **Tendido de cable autoportante de 70mm² NA2XSA2Y-S**

Antes de la instalación se deben revisar y comprobar cuidadosamente el equipamiento del personal (cascos, botas, etc.) así como también accesorios y herramientas que van a intervenir en la instalación.

Realización de montaje de cable autoportante NA2XSA2Y-S como indica en los planos de obra respetando indicaciones de la norma:

Li-7-615: Procedimiento de instalación de cable autoportante de media tensión (Luz del Sur).

Trabajos preliminares

- Se colocan las poleas sobre los ganchos de suspensión en todos los postes.

Este trabajo lo ejecuto el personal operativo calificado con ayuda de una escalera embonable y equipos de trabajo en altura, arnés y estrobos de posicionamiento, logrando la instalación de las poleas que sirvieron en el tendido del cable.

Figura N ° 3.33 Poleas



Figura N ° 3.34 Instalación de poleas



- Fijación del cable mensajero con el calzetín de tensado y encintado de cable para el inicio del tendido de cale. Realizado por el personal operativo.

Figura N ° 3.35 Fijación de cable mensajero



- Tendido de cable con ayuda del caballete de bobina que desenrolla el cable para el tendido del mismo, tensado el cable y fijándolo con las grapas en cada estructura de la red eléctrica aérea.

Figura N ° 3.36 Caballete de bobina



Figura N ° 3.37 Instalación de cable mensajero



Figura N ° 3.38 Tendido de cable

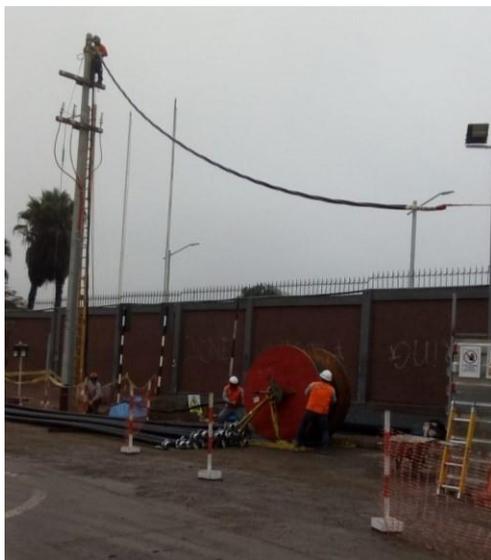


Figura N ° 3.39 Tensado de cable



- Empalme de terminales exteriores para el conexionado con los cables bajantes de la estructura de inicio y fin de la red eléctrica aérea.

Figura N ° 3.40 Empalme de terminales



Figura N ° 3.41 conexión de terminales



Figura N ° 3.42 Primer tramo de red eléctrica aérea instalada



Figura N ° 3.43 Segundo tramo de red eléctrica aérea instalada



- **Ejecución de pozos a tierra**

Antes de la instalación se revisó y comprobó cuidadosamente el equipamiento del personal (cascos, botas, etc.) así como también accesorios y herramientas que van a intervenir en la instalación.

Realización de montaje de sistema de puesta a tierra como indica en los planos de obra respetando indicaciones de la norma:

LD-1-140: Conexión de puesta a tierra de redes áreas con cable autoportante (Luz del Sur).

SD-3-160: Criterios generales del diseño de puesta a tierra.

SI-3-160: Instalación de pozos con relleno de bentonita

Figura N ° 3.44 Medición de pozo a tierra 1



Fuente: Elaboración propia

Figura N ° 3.45 Lectura de pozo a tierra 1



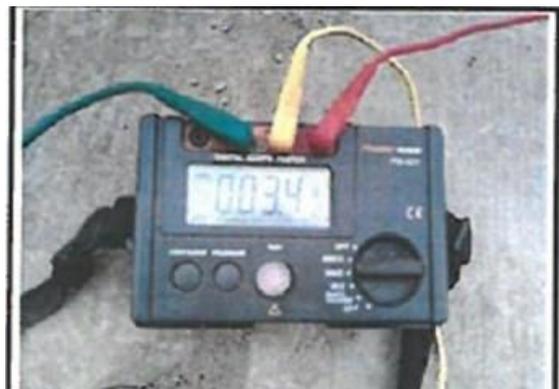
Fuente: Elaboración propia

Figura N ° 3.46 Medición de pozo a tierra 2



Fuente: Elaboración propia

Figura N ° 3.47 Lectura de pozo a tierra 2



Fuente: Elaboración propia

Figura N ° 3.48 Medición de pozo a tierra 3



Fuente: Elaboración propia

Figura N ° 3.49 Lectura de pozo a tierra 3



Fuente: Elaboración propia

✓ **Etapa 3: Puesta en servicio**

- **Preparación de expediente para replanteo.**

Se elaboro un expediente de replanteo al final, culminados los trabajos en campo. agregando los cambios realizados en obra y cambios de forma para entrega y aceptación final para la puesta en servicio de la nueva red eléctrica de media tensión.

- **Supervisión del concesionario.**

El concesionario Luz del Sur designara un representa para la supervisión y aceptación de los trabajos realizados en obra cumpliendo el estándar de calidad y seguridad de las obras eléctricas.

- **Levantamiento de observaciones.**

El supervisor de Luz del Sur reviso los trabajos realizados en campo dando la conformidad de los trabajos.

- Pruebas eléctricas

Antes y después de la conexión de los empalmes eléctricos subterráneos de la nueva red eléctrica se realizará las pruebas eléctricas del cable de la red eléctrica, estas pruebas lo realizó la empresa concesionaria Luz de Sur con su equipo técnico.

Figura N ° 3.50 Registro de pruebas de cable realizado por Luz del sur

FORMATO N° 001711

Código: 125-FB-078
Versión: 00
Aprobador: SD
Fecha: 10/02/2016
Página: 1 de 1

REGISTRO DE PRUEBAS DE CABLES PARTICULARES DE MEDIA TENSIÓN

Nombre Cliente: INDUSTRIAS TOL Suministro: 1378196 Alimentador: SL-17 Tensión: 10 kv.

Fecha: 13.06.19 SAE: — C/pago: — Carta: X

PRUEBA DE CABLE: Conforme No Conforme

Tipo de cable	Fase	Tensión (KV)	Corriente de fuga (µA)	Tiempo (minutos)	Continuidad	Hora
N2x5y 3-1x50mm ² 10 kv.	R	16	72	3	OK	
	S	16	53	3	"	
	T	16		3	"	

Observaciones: Cable 3-1x50mm² N2x5y / 10kv.

Firma Responsable Prueba: [Firma]

Nombres de los Operadores:
Tec. Roberto Lugo
Tec. Kevin Hugo

Firma del cliente / representante: _____
 Nombre: _____
 DNI: _____
 Vínculo: _____

- **Ejecución de empalmes y puesta en servicio**

Antes de la instalación se revisó y comprobó cuidadosamente el equipamiento del personal (cascos, botas, etc.) así como también accesorios y herramientas que van a intervenir en la instalación.

Se realizó los empalmes y puesta en servicio como indica en los planos de obra respetando indicaciones de la norma:

LD-1-140: Conexión de puesta a tierra de redes áreas con cable autoportante (Luz del Sur).

Trabajos preliminares

- Tramites documentarios, conformidad de puesta en servicio.
- Verificación de red eléctrica existente.
- Corte del suministro desde la celda 936 realizado por Luz del Sur.
- Identificación de fases

Los trabajos de corte y empalme de la red eléctrica existente subterránea con la nueva red eléctrica aérea los realizó el personal operativo calificado con equipos de corte y calor para el conexionado del empalme y protector termocontraíble protegiendo la zona de trabajo con una carpa en caso ocurriese una lluvia que impediría los trabajos de empalme.



Figura N ° 3.52 Instalación de carpa



Figura N ° 3.51 Excavación de zanja



Figura N ° 3.53 Empalme de cable



Figura N ° 3.54 Empalme terminado

3.2 Evaluación técnica – económica

En la siguiente tabla se muestra el resumen de costos del proyecto, de acuerdo al presupuesto del análisis de los precios unitarios de cada partida valorizada del del proyecto.

Tabla N° 3.10 costos del proyecto

ITEM	DESCRIPCION	MATERIALES		RPO			PRECIO	
		UND	CANTIDAD	MO	MAT	EQ	Precio (S/)	Parcial (S/)
.00	INSTALACIONES ELÉCTRICAS - CIVIL							
.1	POSTES 13/400 CAC	und	10.00	294.14	1,375.00	2,180.59	3,849.73	38,497.21
2	CABLE AUTOPORTANTE 3-1x70 N A2XSA2Y-S Aluminio - CELSA	m l	203.00	19.92	91.00	105.09	217.01	44,053.21
.3	POZO A TIERRA	und	10.00	1,286.95	1,001.00	40.00	2,327.95	23,279.51
4	EJECUCION DE EMPALME	und	2.00	189.94	1,360.00	13.30	1,563.24	3,125.41
.5	RETENIDA TIPO VIENTO	und	7.00	242.04	387.00	496.94	1,125.98	7,881.81
6	CABLE TW - 25MM2 TIERRA- PARAPOSTE	und	10.00	13.91	82.00	160.97	256.88	2,568.81
.00	PARTIDAS COMPLEMENTARIAS							
.1	Pruebas Electricas de Aislamiento de Cables	glb	1.00	379.88	-	950.00	1,329.88	1,329.81
.2	Replanteo y Planos As Built	glb	1.00	2,326.98	-	636.16	2,963.14	2,963.14
SUBTOTAL								123,700.22
Gastos Generales (13%)								16,081.03
Utilidad (7%)								8,659.02
Costo Total Directo								148,440.25
IGV 18%								26,719.25
Costo Total								175,159.51

3.3 Análisis de resultados

En este punto se muestran los resultados del proyecto “implementación y ejecución de la reubicación provisional de la red eléctrica subterránea del suministro industrias teal en la estación e19. línea 2 del metro de lima”, esto nos permitió contribuir con las tablas que aparecen a continuación.

Tabla N° 3.11 Resultado-lista de materiales más relevantes seleccionados.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND.	CANT.
1.00	RED AÉREA 10kV DE EMPALME PROYECTADO	Und	02
1.01	Cable autoportante de aluminio NA2SXSA2Y-S 3-1x70 mm ²	Mt.	230
1.02	Poste de concreto centrifugado de 13/400/180/375	Und.	10
1.03	Cruceta de madera de 4"x4"x 5'	Und.	04
1.04	Cable de acero galvanizado de 5/16" Ø, 7 hilos / 5kg	Mt.	120
1.05	Varilla de anclaje de acero galvanizado de 5/8" Ø – 2.4 m de largo	Und	07
1.06	Zapata de concreto armado de 0.4m x 0.4m x 0.2m	Und	07
1.07	Gancho de fin de línea	Und.	30
1.08	Viento violín media tensión con abrazadera	Und.	07
1.09	Pozo de tierra nuevo c/bentonita y sal s/tierra	Und.	03
1.10	Aislador de tracción 54-2	Und.	08

Análisis de resultados de la supervisión de la “implementación y ejecución de la reubicación provisional de la red eléctrica subterránea del suministro industrias teal en la estación e19. línea 2 del metro de lima”

Tabla N° 3.12 Actividades de ejecución verificadas en campo

Item	Actividades verificadas	Se verifico Si / No
1	Adquisición de componentes del sistema contra incendios.	
1.1	Revisión de la información técnica	Si
1.2	Selección de proveedores	Si
1.3	Solicitud de cotizaciones a los proveedores	Si
1.4	Evaluación de cotización de los proveedores	Si
1.5	Adquisición de materiales de locales e importación	Si
2	Demolición y excavación.	
2.1	Identificación del lugar a demoler y excavar	Si
2.2	Selección de equipos de demolición y excavación	Si
2.3	Demolición y excavación para 10 postes CAC 13mts	Si
2.4	Demolición y excavación para 7 retenidas tipo viento violín media tensión	Si
2.5	Demolición y excavación para 3 posos a tierra 25 ohm	Si
3	Eliminación de escombros.	
3.1	Planificación y gestión de los residuos	Si
3.2	Valoración y funcionalidad de los residuos	Si
3.3	Almacenamiento temporal de los residuos	Si
3.4	Transporte de los residuos	Si
3.5	Disposición final de los residuos	Si
4	Fabricación de estructuras	
4.1	Identificación de estructuras a construir	Si
4.2	Adquisición de equipos de fabricación	Si
4.3	Gestionar grupos de trabajos	Si
4.4	Traslado de equipos y materiales a obra E-19	Si
4.5	Fabricación en obra E-19	Si
5	Instalación de los componentes red aérea de media tensión.	
5.1	Gestionar grupos de trabajos	Si
5.2	Movilización a obra	Si
5.3	Delimitación de zona de trabajo	Si
5.4	Ejecución de trabajos civiles	Si
5.5	Ejecución de trabajos electromecánicos	Si

Análisis de resultados de la supervisión de la puesta en marcha de la red de media tensión.

Tabla N° 3.13 Actividades de puesta en servicio verificadas en campo

	Actividades verificadas	Se verifico Si / No
1	Implementación de red aérea de media tensión.	
1.1	Revisión de la normativa aplicable	Si
1.2	Evaluación de las instalaciones de la estación E-19	Si
1.3	Evaluación de la red eléctrica aérea de media tensión	Si
1.4	Elaboración del informe de calidad	Si
1.5	Aprobación del plan de mantenimiento	Si
2	Manual de operaciones.	
2.1	Revisión de la normativa aplicable	Si
2.2	Evaluación de las instalaciones de la E-19	Si
2.3	Evaluación de la red eléctrica de media tensión	Si
2.4	Elaboración del informe de operaciones	Si
2.5	Aprobación del manual de operaciones	Si
3	Expediente técnico de replanteo	
3.1	Procedimientos de pruebas de aceptación	Si
3.2	Adquisición de equipos de prueba	Si
3.3	Ejecución de prueba de aceptación de red eléctrica de media tensión	Si
3.4	Elaboración de informes de pruebas de aceptación	Si
3.5	Aprobación del expediente técnico de replanteo.	Si
5	Informe de puesta en marcha	
5.1	Revisar las especificaciones técnicas de los equipos	Si
5.2	Revisar las condiciones preliminares del sistema	Si
5.3	Identificar los parámetros de operación de los sistemas	Si
5.4	Activación de los sistemas	Si
5.5	Verificar los parámetros de operación	Si

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

En la discusión de resultados se ha realizado la contrastación de las opciones técnicas con los resultados, se comparó los beneficios técnicos-económicos del cable NA2XSA2Y-S 18/30KV de 70mm² y 50mm² de sección, siendo estos cables ideales para la nueva red aérea, debido a su fácil instalación, por su seguridad en los riesgos de accidentes eléctricos por distancias mínimas ante las personas y instalaciones existentes.

- Se sabe que con la implementación de cable NA2XSA2Y-S 18/30KV de 50mm² de sección se reduciría el costo de material, equipos e instalaciones necesarias con respecto a la instalación de la nueva red aérea, en consecuencia, se disminuye los costos tiempos de instalación y la conformidad del cliente de contar con un proyecto concluido en un menor tiempo estimado.
- Se realizaron diferentes cotizaciones, buscando el cable NA2XSA2Y-S 18/30KV de 50mm² de sección, no encontrándose estos cables, por consiguiente, se procedió a cotizar un cable del mismo tipo, pero de mayor sección (70mm²), lográndose encontrar en el mercado, por consiguiente, se realiza la selección y compra de este cable y sus componentes para la instalación de la nueva red aérea.

4.2. Conclusiones

- En este trabajo se analizó el proyecto definiendo los parámetros de diseño logrando así diseñar una red aérea de media tensión con cable NA2XSA2Y-S DE 70mm² de sección, aplicando la Teoría de redes de distribución primaria.
- Se reformulo el expediente técnico del proyecto, levantando las observaciones brindadas por la empresa concesionaria LUZ DEL SUR, logrando así. la aprobación del proyecto.
- También se ejecutó, la implementación de la reubicación provisional de la red eléctrica, respetando los lineamientos generales del plan de trabajo, especificaciones técnicas de montaje electromecánico, calidad de los trabajos, análisis de trabajo seguro y seguridad ocupacional medioambiental.
- Luego se superviso, la implementación de la reubicación provisional de la red eléctrica, respetando los lineamientos generales del plan de trabajo, especificaciones técnicas de montaje electromecánico, calidad de los trabajos, análisis de trabajo seguro y seguridad ocupacional medioambiental.
- Finalmente se superviso la puesta en servicio de la red eléctrica, verificando su correcto funcionamiento, verificando la continuidad en la dirección de la secuencia de fases de la red, para su disposición y uso por parte de la empresa Industrias Teal.

V. RECOMENDACIONES

- Buscar otras alternativas de diseño para redes aéreas, como es el uso de softwares de ingeniería. Esto brindará mayores alternativas de solución para casos muy complejos.
- Buscar apoyo de instituciones que brindan el uso de softwares para realizar el diseño eléctrico, con la finalidad de realizar mejoras y un estudio más detallado al presente diseño.
- Durante la selección de la sección del cable autoportante comercial para la red eléctrica aérea, se debe tener en consideración una sección adicional por el tema de que la sección inicial no se pudiera encontrar en el mercado, por no ser muy comercial, esto es fundamental durante el diseño.
- Realizar este proyecto en zonas donde exista alto riesgo de que las personas toquen accidentalmente las redes de MT.
- En el montaje de una red autosoportada es recomendable a clientes que requieran alta confiabilidad, ya elimina fallas de toque de ramas, daño accidental de particulares y del viento fuerte.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- **MINEM; DGE;. 2017.** minem. [En línea] Junio de 2017. [Citado el: 10 de Marzo de 2019.] <http://www.minem.gob.pe/archivos/prepublicacion-5z06yy9z1z25z49z4z7.pdf>.
- **RODRÍGUEZ REBAZA, Ronald Manuel.** *Utilización de cables autoportantes en redes de baja y media tensión.* Tesis [Ingeniero Electricista]. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2008. [fecha de consulta: 10 de marzo de 2019]. Disponible en: <https://1library.co/document/yj71wepy-utilizacion-cables-autopartes-redes-media-baja-tension.html>.
- **REYES COTERA, Isidro Robert.** *Propuesta para una línea de distribución primaria con cables autoportantes en 22.9/13.2 KV para sectores urbanos.* Tesis [Ingeniero Electricista]. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2009. [fecha de consulta: 10 de marzo de 2019]. Disponible en: <https://studylib.es/doc/8913761/reyes-cotera>.
- **MINEM 139-82-EM/DGE.** 1982. Código Nacional de Electricidad tomo v- Sistema de utilización. Lima: DGE, 2001. 694 pp.
- **ORTIZ, Wilfredo R.** *Electrificación aérea subterránea e interiores.* 10ma. Ed. Perú D.F.: Ciencias S.R.Ltda, 2011. Pp. 27-79.
- **LUZ DEL SUR S.A, LI-7-615.** Procedimiento de instalación del cable autoportante de media tensión. Lima: LUZ DEL SUR S.A, 1998.6 pp.
- **LUZ DEL SUR S.A, LE-7-010.** Cable autoportante de aluminio NA2XSA2Y-S – 10KV. Lima: LUZ DEL SUR S.A, 1998.7 pp.
- **LUZ DEL SUR S.A, LD-7-207.** Tabla de flechas para tendido de cables autoportante de aluminio NA2XSA2Y-S de M.T. Lima: LUZ DEL SUR S.A, 1998.1 pp.
- **LUZ DEL SUR S.A, LI-7-314.** Estructura de anclaje-ángulo para cable autoportante de MT 10KV. Lima: LUZ DEL SUR S.A, 1998.1 pp.
- **LUZ DEL SUR S.A, LI-7-318.** Estructura de extremo de línea para cable autoportante de MT 10KV. Lima: LUZ DEL SUR S.A, 1998.1 pp.

ANEXOS

Anexo 1: Carta de garantía y certificados de pruebas del conductor NA2XSA2Y-S 3X1X70mm².

Anexo 2: Carta de garantía del conductor NA2XSY 1X50mm² y terminal termocontraible.

Anexo 3: Carta de calidad de postes C.A.C 13/400.y zapata de C.A.V 0.7x0.7x0.2 mts.

Anexo 4: Protocolos del sistema de puesta a tierra.

Anexo 5: Prueba de ensayo del revelador de tensión.

Anexo 6: Certificado de calidad de la escalera embonable.

Anexo 7: Certificado de inspección de las poleas.

Anexo 8: Certificado de inspección del arnés.

Anexo 9: Certificado de inspección amortiguadores y conectores de anclaje.

Anexo 10: Certificado de operatividad del extintor.

Anexo 11: Registro de pruebas de cable para media tensión de Luz del Sur.

Anexo 12: Certificado de calibración del telurómetro.

Anexo 13: Normativa de Luz del Sur para redes aéreas de media tensión con cable autoportante.

Anexo 14: Plano layout red aérea de media tensión con cable autoportante

Anexo 1: Carta de garantía y certificados de pruebas del conductor
NA2XSA2Y-S 3X1X70mm².



CONDUCTORES ELÉCTRICOS LIMA S.A. - "CELSA"

Alexander Fleming 454 - Urb. Santa Rosa - Ate - Lima - Perú
Teléfono: (51-1) 326-1372 - 326-1373 / Entel: 998 144 810 / 998 144 283 / 994 037 620
E-mail: ventas@celsa.com.pe www.celsa.com.pe

CARTA DE GARANTÍA

Ate, 31 de Mayo de 2019

Señores
AHORRO Y EFICIENCIA DE ENERGIA SAC
AEENERGY SAC
Av. Samuel Alcazar N° 1033
Urb. Ventura Rossi
Lima – Lima - Rimac. –

Ref. : **Factura N° 001 – 00030374**

Estimados señores:

Mediante la presente garantizamos nuestros conductores de marca **CELSA**, ofertados para la compra de la referencia, por un periodo de **dos (2) años** contados a partir de la fecha de recepción en vuestros almacenes.

Garantizamos que los materiales y/o equipos ofrecidos son nuevos y fabricados con material de alta calidad, libres de defectos de material, de producción o de fabricación y en perfecto estado de conservación.

Esta garantía es contra defectos de diseño o fabricación y no así por mal uso o instalación inadecuada. En el improbable caso de que se produjera estos inconvenientes, nos comprometemos a reparar o entregar otro bien a plena satisfacción de ustedes.

Atentamente,


X CARLOS E. ALVAREZ ROSA
APODERADO





CONDUCTORES ELÉCTRICOS LIMA S.A. - "CELSA"

Alexander Fleming 454 - Urb. Santa Rosa - Ate - Lima - Perú
 Teléfono: (51-1) 326-1372 - 326-1373 / Entel: 998 144 810 / 998 144 283 / 994 037 620
 E-mail: ventas@celsa.com.pe www.celsa.com.pe

CERTIFICADO DE PRUEBAS N° 19 – B1045

Lima, 31 de mayo de 2019

Cliente : AHORRO Y EFICIENCIA DE ENERGIA S.A.C. - AEENERGY S.A.C.
 Orden de Compra : 0023-19
 N° Guía de Remisión : S/G
 N° Factura : 001-00030374
 Tipo de Cable : NA2XSA2Y-S (1/4")
 Norma : NTP IEC 60502-2

I PRUEBAS ELECTRICAS

Ítem	Tipo de Cable	Longitud Mts.	Valor Prescrito a 20°C		Valor Medido	
			R. Aislam. Mín. MΩ-km	R. Eléctrica Máx. Ω/km	R. Aislam. MΩ-km	R. Eléctrica Ω/km
1	NA2XSA2Y-S 3x1x70 mm² 8,7/15 kV	284.00	N/A	0,443	----	0,437

Prueba de Descargas Parciales.
 Prueba de Tensión 5 minutos

Prescrito Máximo: 10 pC
 Prescrito: 30,5 kV C.A. (Mínimo)

Resultado: 05 pC.
 Resultado: OK

II CONTROLES DIMENSIONALES

Ítem	Tipo de Cable	Espesores de aislamiento (mm)				Espesores de cubierta (mm)			
		Valor Prescrito		Valor Medido		Valor Prescrito		Valor Medido	
		Mín. Abs.	Mín. Prom.	Mín. Abs.	Mín. Prom.	Mín. Abs.	Mín. Prom.	Mín. Abs.	Mín. Prom.
1	NA2XSA2Y-S 3x1x70 mm² 8,7/15 kV	4,00	4,50	4,53	4,61	1,20	1,80	1,83	1,92

III PRUEBAS VARIAS

Pruebas Físicas al PE y XLPE : De Acuerdo a Norma

OBSERVACIONES: Cualquier, observación, recomendación o mejora, agradeceremos se comunique con nosotros al Teléfono (511) 326-1372 **GRACIAS.**


 Fernando Yupanqui
 CELSA

Anexo 2: Carta de garantía del conductor NA2XSY 1X50mm² y terminal termocontraíble.

3H PROVEEDORES E.I.R.L

Lima 23 de Mayo del 2019

CARTA DE GARANTIA

El que suscribe, **MARIA MIGUELINA HERRERA OCAMPO**, identificada con Documento Nacional de Identidad N° **10435961**, representante legal de la empresa **3H PROVEEDORES E.I.R.L** con RUC: **20603011164**, con domicilio legal en Jr. Azángaro N° 1007 - Lima, proveedor de la empresa **AHORRO Y EFICIENCIA DE ENERGIA S.A.C** por la adquisición de materiales eléctricos.

Los cuales han sido elaborados con los más altos estándares y controles de calidad, tanto en sus materiales como en los procesos de fabricación conforme a las garantías del fabricante las cuales le son transferidas por este medio.

A continuación se detallan los productos atendidos:

REF: FACTURA N° E001-315 FACTURA N° E001-323

A	DESCRIPCION	U/M	CANTIDAD
1	CABLE NA2XSY DE 1X50MM2 8.7/15KV INDECO	MTS	40
2	TERMINAL TERMOCONTRAIBLE USO EXTERIOR PARA CABLE NA2XSY 1X50MM2,8.17/15KV MARCA TYCO	KIT	2
3	TERMINAL TERMOCONTRAIBLE USO EXTERIOR PARA CABLE NA2XSY 1X50MM2,8.17/15KV MARCA TYCO	KIT	2

VIGENCIA:

El periodo de garantía es de 24 meses a partir de la fecha de entrega.

Sin otro particular y agradecidos por la atención que le brinden a la presente, nos despedimos

Atentamente:

3H PROVEEDORES E.I.R.L.
Lic. María M. Herrera Ocampo
GERENTE

Jr. Azángaro N° 1007 LIMA-LIMA

E-mail: 3hproveedores@gmail.com

Teléfono: 427-0443

Anexo 3: Carta de garantía del empalme derecho termocontraible.

Lima, 20/06/2019

CARTA DE GARANTIA

El que suscribe, **MARIA MIGUELINA HERRERA OCAMPO**, identificada con Documento Nacional de Identidad N° **10435961**, representante legal de la empresa **3H PROVEEDORES E.I.R.L** con RUC: **20603011164**, con domicilio legal en Jr. Azángaro N° 1007 – Lima, proveedor de la empresa **AHORRO Y EFICIENCIA DE ENERGIA S.A.C** por la adquisición de materiales eléctricos.

Los cuales han sido elaborados con los más altos estándares y controles de calidad, tanto en sus materiales como en los procesos de fabricación conforme a las garantías del fabricante las cuales le son transferidas por este medio.

A continuación se detallan los productos atendidos:

REF: FACTURA N° E001-325

A	DESCRIPCION	U/M	CANTIDAD
1	EMPALME DERECHO TERMOCONTRAIBLE MXSU 51-41 CONFORMADO POR: - 2 MASTIC AMARILLO S1189-1-150 - 2 TUBO NEGRO JSCR 48/19-120 - 1 TUBO DE DOS COLORES ERIC 50/21-400 - 1 TUBO NEGRO WCSM 105/30-700 - 1 MASTIC NEGRO S1300-1-150/200 - ROLLO DE MALLA DE COBRE ESTAÑADO EPPA - CONECTOR BSM 185/400 - 2KIT DE LIMPIEZA EPPA 004 - 1 TELA ABRASIVA NO CONDUCTIVA 1" X 30 cm - 1 MASILLA PARA CONECTOR EPPA - 1 CONECTOR MSHL Y/O BSSU-10/35 - 2 ACCESORIO S DE ADAPTADOR DE TIERRA - 4 PRECINTOS DE ACERO INOXIDABLE - 2 TIRA DE CINTA TEXTIL - 1 MANUAL DE INSTALACION	KIT	6

El periodo de Garantía es de 24 Meses a partir de su fecha de Entrega.

Sin más que hacer mención, y agradecidos por la atención que le brinden a la presente, se despide.

Muy Atentamente,



3H PROVEEDORES E.I.R.L.
 Lic. Maria M. Herrera Ocampo
 GERENTE

Dirección: Jr. Azángaro 1007, Lima-Perú

Teléfono Fijo: +51 (01) 4270443

Email: 3hproveedores@gmail.com

Anexo 3: Carta de calidad de postes C.A.C 13/400.y zapata de C.A.V
0.7x0.7x0.2 mts.

	CONCRETO CENTRIFUGADO PERÚ S.A.C.	CCPSAC-RE-021
	Sistema Integrado de Gestión	Versión: 01
	GARANTÍA DE FABRICACIÓN	Aprobación: 30/01/19 Página 1 de 1

GARANTIA DE CALIDAD

Lima, 15 de mayo del 2019

Señores
AHORRO Y EFICIENCIA DE ENERGIA S.A.C

REF.- POSTES DE CONCRETO DE 13M Y ZAPATAS

De nuestra consideración:

Por la presente garantizamos la buena calidad de los materiales y la fabricación de los postes y accesorios de concreto armado que mi representada le suministro para la Orden de Compra N° 0021-19 y 0020-19 y comprende lo siguiente:

ITEM	DESCRIPCION	CANT
01	POSTES DE C.A.C DE 13/400/2/180/375 C/PERILLA	10
02	ZAPATA Y/O BLOQUE DE C.A.V DE 0.70X0.70X0.20	6

Esta garantía tiene una vigencia de DOS (2) años contado a partir de la fecha de entrega en nuestra planta.

Durante este periodo de tiempo nos comprometemos a reemplazar y sin costo alguno para **AHORRO Y EFICIENCIA DE ENERGIA S.A.C.** aquellos postes y accesorios que resulten con fallas ya sea por diseño o fabricación por otros que cumplan satisfactoriamente con las especificaciones técnicas correspondientes.

Atentamente

CONCRETO CENTRIFUGADO PERU S.A.C.


Maria Elvia Chavez Rojas
 GERENTE GENERAL
 BNI N° 28106069

Firma y Sello del Representante Legal

Anexo 4: Protocolos del sistema de puesta a tierra.

PROTOCOLO DE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Fecha: Año **2019** Mes **6** Día **13** Cliente **CCM2L**

Dirección: **Av. Nicolás Ayllon Cdra. 20, Esq. Av. Contisuyo, Ate** Estado Superficial del terreno **HÚMEDO**

Aplicación **SUBESTACIÓN ELÉCTRICA - PV19** Temp. Ambiente **23 °C**

Telurometro Marca **PRASEK** Frecuencia **117Hz** Precisión **1,00%**

Calibración **Nro. 01** Última Calibración **06/12/2018** Número de serie **H160864568**

Método de Medición

Resistencia Calculada	Ec(m)	Ep(m)	R(ohm)
62% de la Longitud Máxima de Ec	10	6,2	0,7



	Cumple	No Cumple
1 Valor de Resistencia	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 Calidad de Electrodo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 Separación entre electrodos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 Calidad de las conexiones	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 Calibre de los conductores de la malla	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6 Calibre del Conductor de Puesta a Tierra	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7 Calidad de los Cables	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8 Cajas de Inspección	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9 Barrajes Equipotenciales	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Conclusiones :

El sistema de puesta a tierra esta en buenas condiciones.
Su aplicación es para baja tensión



Estado de Buzón



Lectura de Equipo

Responsable de la Medición:

Ing. Gino Payahuanca
Jefe de Proyectos

Supervisión:

INGENIERO HUANGA FERNANDEZ

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
 • Av. Benjamín José Torres de los Andes 121099 - Primavera Rossi - Rimac
 • Central: 01 244 9481, R.P.C: 992775041
 • proyctos@aeenergy.com.pe
 • www.aeenergy.com.pe

- Gestión en Ingeniería de Proyectos
- División de Servicios de Calidad de Energía
- Ahorro de Energía
- Tableros eléctricos

PROTOCOLO DE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Fecha: Año **2019** Mes **6** Día **13** Cliente **CCM2L**

Dirección: **Av. Nicolás Ayllon Cdra. 20, Esq. Av. Contisuyo, Ate** Estado Superficial del terreno **HÚMEDO**

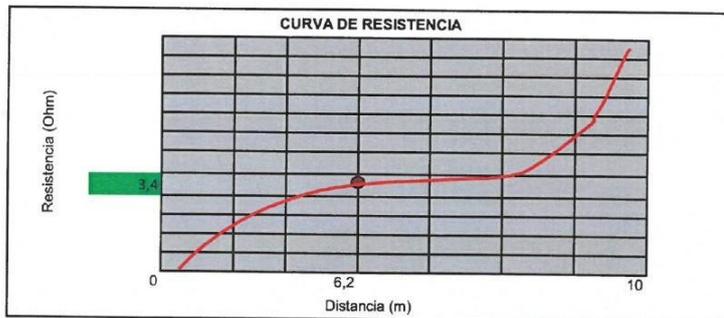
Aplicación **SUBESTACIÓN ELÉCTRICA - PV19** Temp. Ambiente **23 °C**

Telurometro Marca **PRASEK** Frecuencia **117Hz** Precisión **1,00%**

Calibración **Nro. 01** Última Calibración **06/12/2018** Número de serie **H160864568**

Método de Medición

Resistencia Calculada	Ec(m)	Ep(m)	R(ohm)
62% de la Longitud Máxima de Ec	10	6,2	3,4



	Cumple	No Cumple
1 Valor de Resistencia	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 Calidad de Electrodo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 Separación entre electrodos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 Calidad de las conexiones	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 Calibre de los conductores de la malla	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6 Calibre del Conductor de Puesta a Tierra	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7 Calidad de los Cables	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8 Cajas de Inspección	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9 Barrajes Equipotenciales	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Conclusiones :

El sistema de puesta a tierra esta en buenas condiciones.
Su aplicación es para baja tensión



Estado de Buzón



Lectura de Equipo

Responsable de la Medición:

Ing. Gino Payahuanca
Jefe de Proyectos

Supervisión:

INGENIERO JUANCA FERNÁNDEZ

Reg. del Colegio de Ingenieros N° 121949
Av. Samuel Alcazar Nro 1033 - Urb. Venture Rossi - Rimac
Central: 01 244 9481, RPC: 982775041
proyectos@aeenergy.com.pe
www.aeenergy.com.pe

- Gestión en Ingeniería de Proyectos
- División de Servicios de Calidad de Energía
- Ahorro de Energía
- Tableros eléctricos

PROTOCOLO DE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Fecha: Año **2019** Mes **6** Día **13** Cliente **CCM2L**

Dirección: **Av. Nicolás Ayllon Cdra. 20, Esq. Av. Contisuyo, Ate** Estado Superficial del terreno **HÚMEDO**

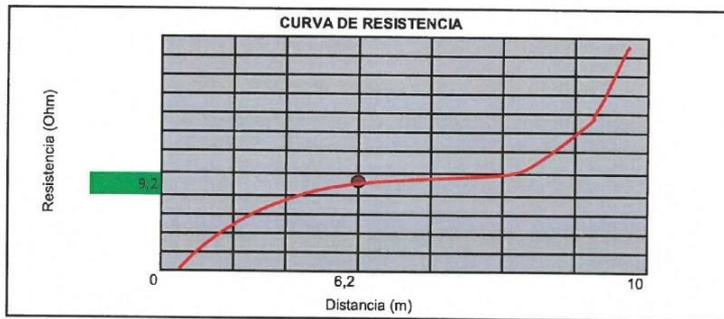
Aplicación **SUBESTACIÓN ELÉCTRICA - PV19** Temp. Ambiente **23 °C**

Teluremetro Marca **PRASEK** Frecuencia **117Hz** Precisión **1,00%**

Calibración **Nro. 01** Última Calibración **06/12/2018** Número de serie **H160864568**

Método de Medición

Resistencia Calculada	Ec(m)	Ep(m)	R(ohm)
62% de la Longitud Máxima de Ec	10	6,2	9,2



	Cumple	No Cumple
1 Valor de Resistencia	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 Calidad de Electrodo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 Separación entre electrodos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 Calidad de las conexiones	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 Calibre de los conductores de la malla	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6 Calibre del Conductor de Puesta a Tierra	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7 Calidad de los Cables	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8 Cajas de Inspección	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9 Barrajes Equipotenciales	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Conclusiones :

El sistema de puesta a tierra esta en buenas condiciones.
Su aplicación es para baja tensión



Estado de Buzón



Lectura de Equipo

Responsable de la Medición:

Ing. Gino Payahuanca
Jefe de Proyectos

Supervisión:

INGENIERO JUAN CARLOS FERNÁNDEZ
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 121049

- Gestión en Ingeniería de Proyectos
- División de Servicios de Calidad de Energía
- Ahorro de Energía
- Tableros eléctricos

- Av. Samuel Alcázar Nro. 1033 - Urb. Ventura Rossi - Rímac
- Central: 01 244 9481, RPC: 992775041
- proyectos@aeenergy.com.pe
- www.aeenergy.com.pe

Anexo 5: Prueba de ensayo del revelador de tensión.



LOGYTEC S.R.L. Equipos Electro-Electrónicos para Campo y Laboratorio
ISIDORO SUÁREZ 236, SAN MIGUEL, LIMA 32
TELEFS: (511) 452 3111 – (511) 561 0684 – (511) 561 1342.
E-mail: calibraciones@logytec.com.pe Web: www.logytec.com.pe

Página 1 de 1

INFORME DE VERIFICACION N° 183869

Equipo: Revelador de Tensión Amprobe
Modelo: TIC 300 PRO
Número de serie: 180100436
Fecha: 2018 - 08 - 22

Método de Ensayo.

Verificación de la señal luminosa, sonora y distancia de revelado con presencia de campo eléctrico producido por una fuente de tensión AC a una distancia de aproximación (D).
Se utilizó como fuente de tensión de referencia:
Transformador de alta tensión para Phenix

Resultado de Pruebas de ensayo:

Modo con presencia de tensión (baja tensión)

ALCANCE	TENSIÓN (Fase – Tierra)	SEÑAL AUDITIVA	SEÑAL LUMINOSA	D (cm)	RESULTADO
kV	4 kV 60Hz	OK	OK	5	Conforme
	10 kV 60Hz	OK	OK	20	Conforme
	15 kV 60Hz	OK	OK	35	Conforme
	20 kV 60Hz	OK	OK	50	Conforme
	25 kV 60Hz	OK	OK	66	Conforme

Condiciones Ambientales:

Temperatura Ambiente: $(23 \pm 1) ^\circ\text{C}$

Humedad: $(60 \pm 5) \%$

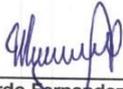
Lugar de Calibración:

Laboratorio de Alta tensión LOGYTEC S.A.

Conclusión:

El revelador se encuentra en óptimas condiciones de operación según pruebas realizadas.

Supervisado por:


Eduardo Fernandez U
Departamento Técnico
Laboratorio



Toda reproducción de este documento deberá ser integral y sin ninguna alteración

Anexo 6: Certificado de calidad de la escalera embonable.

Zertifikat

Certificate



Zertifikat Nr. *Certificate No.*
S 50254239

Blatt *Page*
0001

Ihr Zeichen *Client Reference* C.X.P
 Unser Zeichen *Our Reference* 01-TT- 15029472 010
 Längstens gültig bis *Latest expiration date* 06.06.2020
 (day/mo./yr)

Genehmigungsinhaber *License Holder*
American Bull Corp.

Fertigungsstätte *Manufacturing Plant*
American Bull Corp.

Prüfzeichen *Test Mark*



Geprüft nach *Tested acc. to*

EN 131-1:2007+A1 OSHA
 EN 131-2:2010+A1 ISO 9001
 EN 131-3:2007
 ZEK 01.4-08/11.11
 ANSI ASC A14.5-2007

Zertifiziertes Produkt *(Geräteidentifikation)*
Certified Product (Product Identification)

Lizenzentgelte - Einheit
License Fee - Unit

Leiter Type (Ladder Type) Fiberglass
 Single Sided Stepsladder - Single Ladder - Multi-use Ladder -
 Double Sided Stepladder - Extension Ladder

Model	Max. Permissible Load
FTS113-5I	113 Kg
FTS113-6I	113 Kg
FTS113-7I	113 Kg
FTS113-8I	113 Kg

Model	Max. Permissible Load
FTT150-24IA	150 Kg
FTT150-28IA	150 Kg

Model	Max. Permissible Load
FM150-12IA+P	150 Kg

Model	Max. Permissible Load
FE136-8IA	136 Kg
FE136-4IA	136 Kg

Model	Max. Permissible Load
FTD150-5IA	150 Kg
FTD150-6IA	150 Kg
FTD150-7IA	150 Kg
FTD150-8IA	150 Kg
FTD150-10IA	150 Kg
FTD150-12IA	150 Kg
FTD150-14IA	150 Kg
FTD150-16IA	150 Kg

Model	Max. Permissible Load
FTT102-16II	102 Kg
FTT102-20II	102 Kg
FTT102-24II	102 Kg
FTT102-28II	102 Kg
FTT113-32I	113 Kg
FTT136-36II	136 Kg
FTT136-40II	136 Kg

Model	Max. Permissible Load
FA150-8IA	150 Kg
FA150-10IA	150 Kg
FA150-12IA	150 Kg
FA150-14IA	150 Kg

ANLAGE (Appendix): 1

Dem Zertifikat liegt unsere Prüf- und Zertifizierungsordnung zugrunde.
 Produkt und Fertigungsstätte erfüllen § 20 und § 21 des
 Produktsicherheitsgesetzes.
 This certificate is based on our Testing and Certification Regulation.
 Product and production fulfill par § 20 and § 21 of the
 Product Safety Law.

TÜV Rheinland LGA Products GmbH - Tillystraße 2 - 90431 Nürnberg

Zertifizierungsstelle



Dipl.-Ing. (FH) Bernd Scheirer

Ausstellungsdatum *Date of Issue* : 18.01.2019 (day/mo/yr)

* TÜV, TÜV und TÜV are registered trademarks. Utilization and application requires prior approval.

Anexo 7: Certificado de inspección de las poleas.

Anexo 8: Certificado de inspección del arnés.



CERTIFICAT D'INSPECTION
INSPECTION CERTIFICATE

BUREAU
VERITAS

Page 1 / 5

Code N° 301/18-2462-003

Date 20 de Enero del 2019

BV n° PER-301/18-2462

CERTIFICADO DE INSPECCIÓN

SOLICITANTE : HAUK

1. ARNESES / CINTURONES

- ARNÉS DE 1 ANILLA (DORSAL).
- ARNÉS DE 2 ANILLAS (DORSAL / PECHO).
- ARNÉS DE 3 ANILLAS (DORSAL / CINTURA).
- ARNÉS DE 4 ANILLAS (DORSAL / PECHO / CINTURA).
- ARNÉS PARA LINIERO.
- ARNÉS PARA LINIERO 6 ANILLAS.
- ARNÉS PARA ESPACIOS CONFINADOS.
- ARNÉS DE RESCATISTA.
- ARNÉS PARA TRABAJOS VERTICALES.
- ARNÉS SILLARÍN.
- ARNÉS PARA PODA.
- CINTURÓN DE POSICIONAMIENTO.
- CORREA DE RESTRICCIÓN.

TODOS LOS PRODUCTOS ANTERIORES CON ANILLAS Y HEBILLAS DIELECTRICAS, CON CERRAMIENTO DE PECHO EN H Y/O X. EN MATERIAL POLIESTER AT Y META-ARAMID 58% PARA-ARAMID 42%.

PRODUCTOS : 2. LÍNEAS DE VIDA / CONEXIÓN

2.1. CON AMORTIGUADOR DE CAÍDA PARA 3,60m.

- AMORTIGUADOR DE IMPACTO SIMPLE FIJO / REGULABLE DE CINTA POLIÉSTER.
- AMORTIGUADOR DE IMPACTO DOBLE FIJO / REGULABLE DE CINTA POLIÉSTER.
- AMORTIGUADOR DE IMPACTO SIMPLE FIJO / REGULABLE DE CABLE NYLON / POLIÉSTER 5/8" Y 1/2"
- AMORTIGUADOR DE IMPACTO DOBLE FIJO / REGULABLE DE CABLE NYLON / POLIÉSTER 5/8" Y 1/2".
- AMORTIGUADOR DE IMPACTO SIMPLE / DOBLE DE CABLE DE ACERO DE 1/4".
- AMORTIGUADOR DE IMPACTO SIMPLE / DOBLE DE CUERDA 11mm.

3. CONECTORES DE ANCLAJE

- CONECTOR DE ANCLAJE SIN ANILLA.
- CONECTOR DE ANCLAJE DE 1 ANILLA.
- CONECTOR DE ANCLAJE DE 2 ANILLAS.
- CONECTOR DE ANCLAJE CON 1 GANCHO DE 3/4".



Cette inspection a été effectuée dans le cadre des conditions générales du Bureau Veritas. Vérifier votre contrat, elle ne couvre pas le respect de vos obligations contractuelles.
This inspection has been carried out within the scope of Bureau Veritas General Conditions. Check your contract, it does not release you from your contractual obligations.

AVME 8810a



CERTIFICAT D'INSPECTION
INSPECTION CERTIFICATE

BUREAU
VERITAS

Code N° 301/18-2462-003
Date 20 de Enero del 2019
BV n° PER-301/18-2462

TODAS LAS LÍNEAS DE VIDA / CONEXIÓN DEL ITEM 2 Y 3 HAN SIDO PROBADAS CON GANCHOS DE 3/4", 2 1/4", 2 1/2" Y 4", ADEMÁS DE 3/4" Y 2 1/4" DIELECTRICO. EN MATERIAL POLIESTER AT Y META-ARAMID 58% PARA-ARAMID 42%.

- CONECTOR DE ANCLAJE DE CABLE DE ACERO DE 1/4".
- MULTIPLICADOR DE ANCLAJES ACERO DE 1 X 3 Y 3 X 5.

LUGAR DE INSPECCIÓN : INSTALACIONES HAUK
 FECHA DE INSPECCIÓN : 08 Y 09 DE ENERO DEL 2019
 SISTEMA DE CERTIFICACIÓN : MUESTRA PROPORCIONADA POR EL CLIENTE
 ENSAYOS REALIZADOS : LABORATORIOS EXTERNOS

BUREAU VERITAS DEL PERU S.A. A SOLICITUD DE NUESTRO CLIENTE HAUK SE PROCEDIÓ CON LA CERTIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL PARA LA PREVENCIÓN DE CAÍDAS MEDIANTE EL ATESTIGUAMIENTO Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS.

1. ALCANCE:

SE REALIZÓ EL ATESTIGUAMIENTO Y EVALUACIÓN DE LAS PRUEBAS REALIZADAS A LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN CONTRA CAÍDAS DE ACUERDO A LOS PROTOCOLOS DE PRUEBA ELABORADOS POR EL CLIENTE EN BASE A LA NORMATIVA: NTP 851.002 - 2016, UNE-EN 361:2002, UNE-EN 358:2000, UNE-EN 813:2009, UNE-EN 12277:2016 Y UNE-EN 355:2002.

2. RESULTADOS:

SE PRESENTAN LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS EN LOS ANEXOS N°: 01, 02 Y 03 ADJUNTOS AL PRESENTE CERTIFICADO.

3. MÉTODOS

- NTP 851.002 - 2016 : SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL. SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA CAÍDAS. REQUISITOS Y ENSAYOS.
- UNE-EN 361:2002 : EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL CONTRA CAÍDAS DE ALTURA. ARNESES ANTICAÍDAS.
- UNE-EN 358:2000 : EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL PARA SUJECCIÓN EN POSICIÓN DE TRABAJO Y PREVENCIÓN DE CAÍDAS DE ALTURA. CINTURONES PARA SUJECCIÓN Y RETENCIÓN Y COMPONENTE DE AMARRE DE SUJECCIÓN.
- UNE-EN 813:2009 : EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL CONTRA CAÍDAS ARNESES DE ASIENTO.
- UNE-EN 12277:2016 : EQUIPO DE ALPINISMO Y ESCALADA. ARNESES. REQUISITOS DE SEGURIDAD Y MÉTODOS DE ENSAYO.
- UNE-EN 355:2002 : EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL CONTRA CAÍDAS DE ALTURA. ABSORBEDORES DE ENERGÍA.



Cette inspection a été effectuée dans le cadre des conditions générales du Bureau Veritas. Elle ne libère pas le vérificateur ou les organismes contractuels signataires. Attention
This inspection has been carried out within the scope of Bureau Veritas General Conditions. It does not release the auditor from potential liabilities towards the client.



CERTIFICAT D'INSPECTION
INSPECTION CERTIFICATE

BUREAU
VERITAS

Code N° 301/18-2462-003
Date 20 de Enero del 2019
BY d° PER-301/18-2462

Page 4 / 5

ANEXO N° 01

EQUIPOS DE PROTECCIÓN CONTRA CAÍDAS HAUK			
ITEM	PRODUCTO	NOMBRE	STANDARD (DE ACUERDO AL PUNTO 3)
1	ARNESSES / CINTURONES	Arnés 1 anilla (dorsal).	Satisfactorio
2		Arnés 2 anillas (dorsal / pecho).	Satisfactorio
3		Arnés 3 anillas (dorsal / cintura).	Satisfactorio
4		Arnés 4 anillas (dorsal / pecho / cintura).	Satisfactorio
5		Arnés para liniero.	Satisfactorio
6		Arnés para liniero de 6 anillas.	Satisfactorio
7		Arnés para espacios confinados.	Satisfactorio
8		Arnés de rescatasta.	Satisfactorio
9		Arnés para trabajos verticales.	Satisfactorio
10		Arnés de sillarín.	Satisfactorio
11		Arnés para poda.	Satisfactorio
12		Cinturón de posicionamiento	Satisfactorio
13		Correa de restricción.	Satisfactorio
14		Todos los productos anteriores con anillas y hebillas dieléctricas, con cerramiento de pecho en H y/o X.	Satisfactorio



Cette inspection a été effectuée dans le cadre des conditions générales du Bureau Veritas (voir site www.bv.com) et ne libère pas le vérifié de ses obligations contractuelles envers l'acheteur.
This inspection has been carried out within the scope of Bureau Veritas General Conditions (see our website, www.bv.com) and does not release the client from his contractual obligations towards the buyer.

Ad WE 0010a



Código N° 301/18-2462-003
Date 20 de Enero del 2019
BV n° PER-301/18-2462

CERTIFICAT D'INSPECTION
INSPECTION CERTIFICATE

BUREAU
VERITAS

4. CONCLUSIONES:

EN BASE A LOS RESULTADOS OBTENIDOS SE VERIFICÓ QUE LOS PRODUCTOS MENCIONADOS **CUMPLEN** CON LOS REQUERIMIENTOS EVALUADOS EN BASE A LAS NORMATIVAS: NTP 851.002 - 2016, UNE-EN 361:2002, UNE-EN 358:2000, UNE-EN 813:2009, UNE-EN 12277:2016 Y UNE-EN 355:2002 RESPECTIVAMENTE RELACIONADOS EN EL NUMERAL 2 DEL PRESENTE CERTIFICADO.

5. OBSERVACIONES:

EL PRESENTE CERTIFICADO NO DEBE SER REPRODUCIDO TOTAL NI PARCIALMENTE SIN LA APROBACIÓN POR ESCRITO DE BUREAU VERITAS DEL PERÚ S.A.

6. VALIDEZ DEL CERTIFICADO:

UN (01) AÑO A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN DEL DOCUMENTO.

7. MUESTRA DE DIRIMENCIA:

NO SE GUARDAN MUESTRAS DE DIRIMENCIA.



EMITIDO EN LIMA, EL 20 DE ENERO DEL 2019.

FELIPE SOPLOPUCO RIVADENEIRA
COORDINADOR DE OPERACIONES
DIVISIÓN INDUSTRIA
BUREAU VERITAS DEL PERU S.A.

Cette inspection a été effectuée dans les conditions générales du Bureau Veritas. Le client reconnaît que le présent certificat ne libère pas le client de ses obligations contractuelles envers l'acheteur.
This inspection has been carried out within the terms of Bureau Veritas' General Conditions. The client acknowledges that this certificate does not release the seller from his contractual obligations towards the buyer.

Anexo 9: Certificado de inspección amortiguadores y conectores de anclaje.

CERTIFICAT D'INSPECTION
INSPECTION CERTIFICATEBUREAU
VERITASCode N° 301/18-2462-003
Date 20 de Enero del 2019
BV n° PER-301/18-2462

ANEXO N° 02

EQUIPOS DE PROTECCIÓN CONTRA CAÍDAS HAUK			
ITEM	PRODUCTO	NOMBRE	STANDARD (DE ACUERDO AL PUNTO 3)
1	LÍNEA DE VIDA / CONEXIÓN CON AMORTIGUADOR DE CAÍDA para 3.60 m	Amortiguador de impacto simple fijo / regulable de cinta poliéster.	Satisfactorio
2		Amortiguador de impacto doble fijo / regulable de cinta poliéster.	Satisfactorio
3		Amortiguador de impacto simple fijo / regulable de cabo nylon / poliéster 5/8" y 1/2".	Satisfactorio
4		Amortiguador de impacto doble fijo / regulable de cabo nylon / poliéster 5/8" y 1/2".	Satisfactorio
5		Amortiguador de impacto simple / doble de cable de acero de 1/4".	Satisfactorio
6		Amortiguador de impacto simple / doble de cuerda de 11mm.	Satisfactorio
7		DIELÉCTRICO	Todos los modelos anteriores con anillo de cinta dieléctrico
8	TODAS LAS LÍNEAS DE VIDA / CONEXIÓN HAN SIDO PROBADAS CON GANCHOS DE 3/4", 2 1/4", 2 1/2", 4", ADEMÁS DE 3/4" Y 2 1/4" DIELÉCTRICO.		Satisfactorio

ANEXO N° 03

EQUIPOS DE PROTECCIÓN CONTRA CAÍDAS HAUK			
ITEM	PRODUCTO	NOMBRE	STANDARD (DE ACUERDO AL PUNTO 3)
1	CONECTORES DE ANCLAJE	Conector de anclaje sin anilla.	Satisfactorio
2		Conector de anclaje de 1 anilla.	Satisfactorio
3		Conector de anclaje de 2 anillas.	Satisfactorio
4		Conector de anclaje con 1 gancho de 3/4".	Satisfactorio
5		Todos los modelos anteriores con anillas dieléctricas.	Satisfactorio
6		Conector de anclaje de cable de acero de 1/4".	Satisfactorio
7		Multiplicador de anclaje de acero de 1 x 3 y 3 x 5.	



Cette inspection a été effectuée dans le cadre des conditions générales du Bureau Veritas, voir le site internet du client ou le contrat de service souscrit par le client. Les obligations contractuelles envers l'acheteur.
This inspection was carried out within the scope of Bureau Veritas General Conditions, see our website, or the contract of service signed by the client. The contractual obligations towards the buyer.

AcME 0010e

Anexo 10: Certificado de operatividad del extintor.



CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD

La empresa **IMPORTACIONES ANDES PERU SAC**, hace constancia a la empresa: **AE ENERGY SAC** el correcto funcionamiento de sus equipos extintores contra incendio de acuerdo al Reglamento de Inspecciones Técnicas de Seguridad de DEFENSA CIVIL, contenidas en el decreto supremo Nro. 350.034: AGENTES EXTINTORES CARGAS POLVO QUIMICO SECO y la Norma Técnica Peruana Nro. 833.034: VERIFICACIÓN DE EXTINTORES ENTREGADOS.

Según se detalla.

Cantidad	N° Serie	marca	Kg	PQS ABC 90% UL	VENCE
01	4675	NACIONAL	6Kg	A.B.C	11/04/20

Por lo que se expone el presente Certificado para fines que se convengan

Paul J. Silva Casasola
 Gerente General
 IMPORTACIONES
 ANDES PERU S.A.C.

Importaciones Andes Perú SAC

Principal: Av. Argentina 301 Int. M-10 Psje Secundario 18 C.C. La Bellota – Lima
 Sucursal: Av. Argentina 301 Tda L1-9 C.C La Bellota – Lima
 E-mail: ventas1andesperusac@hotmail.com

Anexo 1: Registro de pruebas de cable para media tensión de Luz del Sur.



FORMATO

Nº 001711

REGISTRO DE PRUEBAS DE CABLES PARTICULARES DE MEDIA TENSION

Código: L20-FR-078
Versión: 00
Aprobador: GD
Fecha: 19/02/2016
Página: 1 de 1

Nombre Cliente: INDUSTRIAS TREL Suministro: 1378196 Alimentador: SL-17 Tensión: 10 kv.
 Fecha: 13.06.19 SAE: - C/pago: - Carta:
 PRUEBA DE CABLE: Conforme No Conforme

Tipo de cable	Fase	Tensión (KV)	Comenta de fuga (µA)	Tiempo (minutos)	Continuidad	Hora
N2x5y 3-1x50mm ² 10 kv.	R	16	72	3	OK	
	S	16	53	3	"	
	T	16		3	"	

Observaciones: caso 3-1x50mm² N2x5y / 10kv.

[Firma]
 Firma Responsable Prueba
 Nombres de los Operadores:
Tec. Roberto Lugo
Tec. Kevin Hugo

Firma del cliente / representante
 Nombre: _____
 DNI: _____
 Vínculo: _____

Anexo 12: Certificado de calibración del telurómetro.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CLO-1565-2018

OT : 1375 - 2018 *Página* : 1 de 2
 Expediente : 1924 - 2018 *Fecha de Emisión* : 2018-12-06

1 CLIENTE : AHORRO Y EFICIENCIA DE ENERGIA SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - AEENERGY S.A.C.
 Dirección : AV. SAMUEL ALCAZAR NRO. 1033 URB. VENTURA ROSSI LIMA - LIMA - RIMAC

2 INSTRUMENTO : TELURÓMETRO
 Marca : PRASEK Alcance de Escala : 200 V AC / 2000 Ω
 Modelo : PR-521 Tipo de indicación : DIGITAL
 Serie : H160864568

3 FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN
 Fecha de Calibración : 2018-12-06
 Lugar de Calibración : Laboratorio de Electricidad de Energía & Laboratorios S.A.C.

4 MÉTODO DE CALIBRACIÓN
 Se realizó por el método de comparación directa con patrones certificados por el INACAL .

5 PATRÓN DE CALIBRACIÓN

Patrón utilizado	Marca Modelo	Certificado	Trazabilidad
Multímetro Digital	FLUKE 8846A	LE-106-2017	DM-INACAL
Década de Resistencias	AEMC BR07	46239-B	NIST
Termohigrómetro	TRACEABLE 4087	LH-023-2018	DM-INACAL

6 CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	20,5 °C	20,3 °C
Humedad Relativa	72,5 %H.R.	72,7 %H.R.

- 7 OBSERVACIONES**
- Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran a partir de la página 02 del presente documento.
 - El valor indicado del equipo que se muestra en la tabla, es el promedio de 5 valores medidos.
 - La incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura $k=2$, para un nivel de confianza aproximado de 95%.
 - Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".
 - La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.



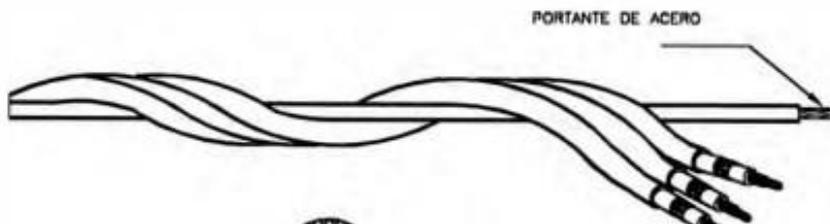
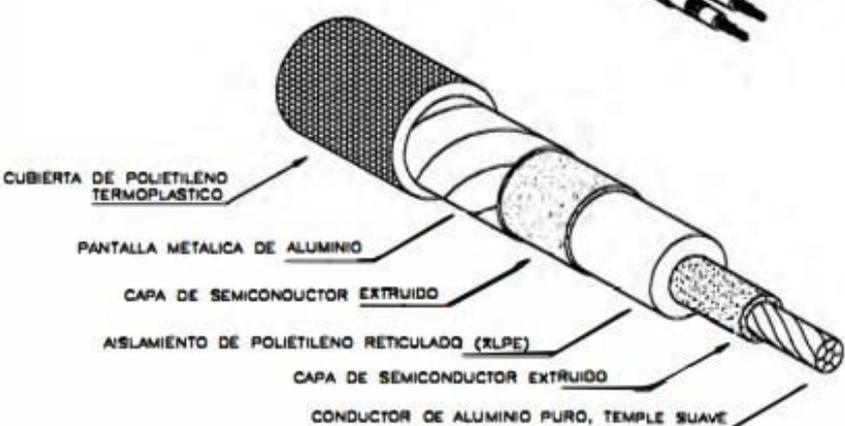
(Firma manuscrita)

Ing. Máximo Oriundo Cordero
 CIP: 94415
 Gerencia Técnica

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE ENERLAB S.A.C.

Jr. Los Palmitos N° 127-131 Urb Los Jardines de San Juan - San Juan de Iurigancho - Lima - Lima
 Metrología (511) 376-9578 RPC: 981452217 Cell: 952033733 / 956031703 / 933220038
 ventas@enerlab.com.pe / ventas01@enerlab.com.pe / calibraciones@enerlab.com.pe
 Ingeniería (511) 393-6673 Celular: 998880984 / 948975146 ingenieria@enerlab.com.pe www.enerlab.com.pe

Anexo 13: Normativa de Luz del Sur para redes aéreas de media tensión con cable autoportante.

Modif: 0 Fecha: MARZO-98 V. 3 Rev.	6	<table border="1"> <tr> <th>N° DE MATRICULA</th> <td>5023730</td> <td>5023732</td> <td>5023734</td> <td>5023738</td> </tr> <tr> <th>SECCION (mm²)</th> <td>3-1x35</td> <td>3-1x70</td> <td>3-1x120</td> <td>3-1x185</td> </tr> <tr> <th># PORTANTE (S/Cubierta, mm)</th> <td>10,6</td> <td>10,6</td> <td>10,6</td> <td>10,6</td> </tr> </table>				N° DE MATRICULA	5023730	5023732	5023734	5023738	SECCION (mm ²)	3-1x35	3-1x70	3-1x120	3-1x185	# PORTANTE (S/Cubierta, mm)	10,6	10,6	10,6	10,6
	N° DE MATRICULA	5023730	5023732	5023734	5023738															
	SECCION (mm ²)	3-1x35	3-1x70	3-1x120	3-1x185															
# PORTANTE (S/Cubierta, mm)	10,6	10,6	10,6	10,6																
5	 <p style="text-align: right;">PORTANTE DE ACERO</p>																			
4	 <p> CUBIERTA DE POLIETILENO TERMOPLASTICO PANTALLA METALICA DE ALUMINIO CAPA DE SEMICONDUCTOR EXTRUIDO AISLAMIENTO DE POLIETILENO RETICULADO (XLPE) CAPA DE SEMICONDUCTOR EXTRUIDO CONDUCTOR DE ALUMINIO PURO, TEMPLE SUAVE </p>																			
3	<p>CARACTERISTICAS BASICAS</p> <p>TRES CONDUCTORES :</p> <ul style="list-style-type: none"> - CONDUCTOR DE ALUMINIO PURO, TEMPLE SUAVE CABLEADO REDONDO COMPACTADO. - CAPA DE SEMICONDUCTOR EXTRUIDO SOBRE EL CONDUCTOR - AISLAMIENTO DE POLIETILENO RETICULADO CON GRADO DE AISLAMIENTO $E_0/E=8,7/15kV$ - CAPA DE SEMICONDUCTOR EXTRUIDO SOBRE LA AISLACION - PANTALLA METALICA DE ALUMINIO (RESIST. ELECTRICA MINIMA DE 1,5 Ohm/km, 18 mm² DE SECCION EQUIVALENTE). - CUBIERTA EXTERNA DE POLIETILENO TERMOPLASTICO COLOR NEGRO RESISTENTE A LA INTEMPERIE <p>UN CABLE PORTANTE DE ALAMBRES DE ACERO GALVANIZADO CLASE A, GRADO EHS CON CUBIERTA DE POLIETILENO RETICULADO USADO COMO SOPORTE.</p>																			
2	<p>NOTA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - DEBERA IDENTIFICARSE LAS FASES SEGUN SE INDICA EN LA E.T. DNC-ET-017a. <p>APLICACION</p> <ul style="list-style-type: none"> - SE EMPLEA EN REDES AEREAS DE MEDIA TENSION - 10 kV EN UN SISTEMA TRIFASICO CON NEUTRO AISLADO. 																			
1	<p>REFERENCIA</p> <p>ESPECIFICACION TECNICA DNC-ET-017a.</p>																			
CABLE AUTOPORTANTE DE ALUMINIO NA2X5A2Y-S - 10 kV																				
LE-7-010	NORMA DE DISTRIBUCION	LE-7-010																		

6	
5	
4	
3	
2	
1	
0	Modif: _____ Fecha: _____ V. B. Rev. _____
CABLE AUTOPORTANTE DE ALUMINIO TIPO NA2XSA2Y-S PARA REDES AEREAS DE M.T. - 10 kV	
LD-7-005	NORMA DE DISTRIBUCION
2 DE 7	LD-7-005 2 DE 7

CARACTERISTICAS DEL PORTANTE.-

EL PORTANTE SERA UN CABLE COMPUESTO DE 19 ALAMBRES DE ACERO GALVANIZADO CLASE A NO COMPACTADO, TIPO EHS (EXTRA HIGH STRENGTH), CUBIERTO CON UNA CAPA DE POLIETILENO RETICULADO COLOR NEGRO, RESISTENTE A LA INTEMPERIE.
 ESTE SOPORTE DEBERA CUMPLIR LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS:

CARACTERISTICAS MECANICAS Y DIMENSIONALES DEL SOPORTE

DIAMETRO NOMINAL (mm)		DIAMETRO NOMINAL DE LOS ALAMBRES COMPONENTES (mm)	MINIMA CARGA DE ROTURA (Kg)	PESO MINIMO DE ZINC (gr/m ²)	MASA NOMINAL (CON CUBIERTA) (Kg/Km)
SIN CUBIERTA	CON CUBIERTA				
10.6	14.6	2.12	8673	210	848

MODULO DE ELASTICIDAD INICIAL (kN / mm ²)	MODULO DE ELASTICIDAD FINAL (kN / mm ²)	COEFICIENTE LINEAL DE EXPANSION (1 / °C)	SECCION NOMINAL ACERO (mm ²)
186	186	0.0000115	67

ADENAS DEBERA CUMPLIR CON LOS REQUISITOS DE LAS NORMAS (INTEC 370.051 Y ASTM A 475-86).

6																																				
5	<u>CAPACIDAD DE CORRIENTE EN CONDICIONES NORMALES DE OPERACION.-</u>																																			
	<p>LA CAPACIDAD DE CORRIENTE INDICADA EN LA TABLA N° 1, CONSIDERA COMO CONDICIONES NORMALES DE OPERACION LO SIGUIENTE :</p> <ul style="list-style-type: none"> - TEMPERATURA MAXIMA DE OPERACION DEL CONDUCTOR : 90 °C - VELOCIDAD NORMAL DEL VIENTO : 2 km/h 																																			
4	<p>TABLA N° 1</p> <table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">SECCION NOMINAL (mm2)</th> <th colspan="5">CAPACIDAD DE CORRIENTE (A) TEMPERATURA AMBIENTE</th> </tr> <tr> <th>20 °C</th> <th>25 °C</th> <th>30 °C</th> <th>35 °C</th> <th>40 °C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">35</td> <td style="text-align: center;">185</td> <td style="text-align: center;">159</td> <td style="text-align: center;">153</td> <td style="text-align: center;">138</td> <td style="text-align: center;">132</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">70</td> <td style="text-align: center;">246</td> <td style="text-align: center;">237</td> <td style="text-align: center;">228</td> <td style="text-align: center;">208</td> <td style="text-align: center;">197</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">120</td> <td style="text-align: center;">348</td> <td style="text-align: center;">333</td> <td style="text-align: center;">320</td> <td style="text-align: center;">290</td> <td style="text-align: center;">276</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">185</td> <td style="text-align: center;">443</td> <td style="text-align: center;">427</td> <td style="text-align: center;">410</td> <td style="text-align: center;">371</td> <td style="text-align: center;">354</td> </tr> </tbody> </table>	SECCION NOMINAL (mm2)	CAPACIDAD DE CORRIENTE (A) TEMPERATURA AMBIENTE					20 °C	25 °C	30 °C	35 °C	40 °C	35	185	159	153	138	132	70	246	237	228	208	197	120	348	333	320	290	276	185	443	427	410	371	354
SECCION NOMINAL (mm2)	CAPACIDAD DE CORRIENTE (A) TEMPERATURA AMBIENTE																																			
	20 °C	25 °C	30 °C	35 °C	40 °C																															
35	185	159	153	138	132																															
70	246	237	228	208	197																															
120	348	333	320	290	276																															
185	443	427	410	371	354																															
3																																				
2	<u>CAPACIDAD DE CORRIENTE EN CONDICIONES DE EMERGENCIA.-</u>																																			
	<p>SE ENTIENDE POR CONDICIONES DE EMERGENCIA, AQUELLAS MAGNITUDES DE CORRIENTE QUE OCASIONAN UN AUMENTO DE TEMPERATURA POR ENCIMA DE SU VALOR NORMAL Y QUE ESTA DISPUESTO A SOPORTAR EL CABLE (EN ESTE CASO EL AISLAMIENTO) POR UN TIEMPO MAXIMO DE 2 HORAS.</p> <ul style="list-style-type: none"> - LA MAXIMA TEMPERATURA EN CONDICIONES DE EMERGENCIA PARA LOS CABLES CON AISLAMIENTO DE POLIETILENO RETICULADO ES DE 130 °C. - LA CORRIENTE EN ESTAS CONDICIONES SIGNIFICA AUMENTAR VALORES DE CAPACIDAD DE CORRIENTE EN CONDICIONES NORMALES DE OPERACION EN UN 19%. - EL NUMERO MAXIMO DE PERIODOS DE EMERGENCIA EN 12 MESES CONSECUTIVOS ES DE 3, Y LA DURACION DE CADA PERIODO ES DE 36 HORAS. 																																			
1																																				
0	<p>CABLE AUTOPORTANTE DE ALUMINIO TIPO NA2XSA2Y-S PARA REDES AEREAS DE M.T. - 10 kV</p>																																			
V. B. Rev.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">LD-7-005 3 DE 7</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">NORMA DE DISTRIBUCION</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">LD-7-005 3 DE 7</td> </tr> </table>	LD-7-005 3 DE 7	NORMA DE DISTRIBUCION	LD-7-005 3 DE 7																																
LD-7-005 3 DE 7	NORMA DE DISTRIBUCION	LD-7-005 3 DE 7																																		
B	<p>Modif: MARZO-98 Fecha: V. B. Rev.</p>																																			

6	
5	
4	
3	
2	
1	
Modif: 0 Fecha: MAR/71-SB V. B. Rev.	<p style="text-align: center;">CONDICIONES DE CORTOCIRCUITO.-</p> <p>LA MAXIMA CORRIENTE PERMISIBLE DE FALLA DEBE SER COORDINADA CON LOS EQUIPOS DE PROTECCION Y MANIOBRA, POR LO TANTO ES IMPORTANTE DETERMINAR SU MAGNITUD EN FUNCION DEL TIEMPO.</p> <p>FORMULA BASADA EN LA TEMPERATURA MAXIMA DE CORTOCIRCUITO :</p> <p>T1 = TEMPERATURA MAXIMA DE OPERACION DEL CONDUCTOR. : 90°C</p> <p>T2 = TEMPERATURA MAXIMA ADMISIBLE DE CORTOCIRCUITO DEL CONDUCTOR. : 250°C</p> <p>LA CORRIENTE MEDIA EFICAZ DE CORTOCIRCUITO SE CALCULA COMO SIGUE:</p> $I = K \cdot \frac{S}{\sqrt{t}}$ <p>DONDE:</p> <p>I = CORRIENTE MEDIA EFICAZ EN kA</p> <p>S = SECCION TRANSVERSAL DEL CONDUCTOR EN mm²</p> <p>t = TIEMPO DE DESCONEXION EN SEG.</p> <p>K = COEFICIENTE EN FUNCION DE LA TEMPERATURA Y DEL MATERIAL</p> $I = 0.09252 \cdot \frac{S}{\sqrt{t}}$ <p>SE PUEDE UTILIZAR PARA DETERMINAR LOS SIGUIENTES PARAMETROS:</p> <p>A.- PARA DETERMINAR LA MAXIMA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO PERMITIDA EN EL CABLE.</p> <p>B.- PARA DETERMINAR LA SECCION DEL CONDUCTOR NECESARIO PARA SOPORTAR UNA PARTICULAR CONDICION DE CORTOCIRCUITO.</p> <p>C.- PARA DETERMINAR EL TIEMPO MAXIMO QUE UN CABLE PUEDE FUNCIONAR, CON UNA PARTICULAR CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO, SIN DANAR EL AISLAMIENTO.</p>
CABLE AUTOPORTANTE DE ALUMINIO TIPO NA2XSA2Y-S PARA REDES AEREAS DE M.T. - 10 kV	
LD-7-005 4 DE 7	NORMA DE DISTRIBUCION
LD-7-005 4 DE 7	

Modif.	0	1	2	3	4	5	6
Fecha:	MAR/70-98						
V. B. Rev.							

LD-7-005
8 DE 7

NORMA DE DISTRIBUCION

LD-7-005
8 DE 7

**CABLE AUTOPORTANTE DE ALUMINIO TIPO NA2XSAZY-S
PARA REDES AEREAS DE M.T. - 10 KV**

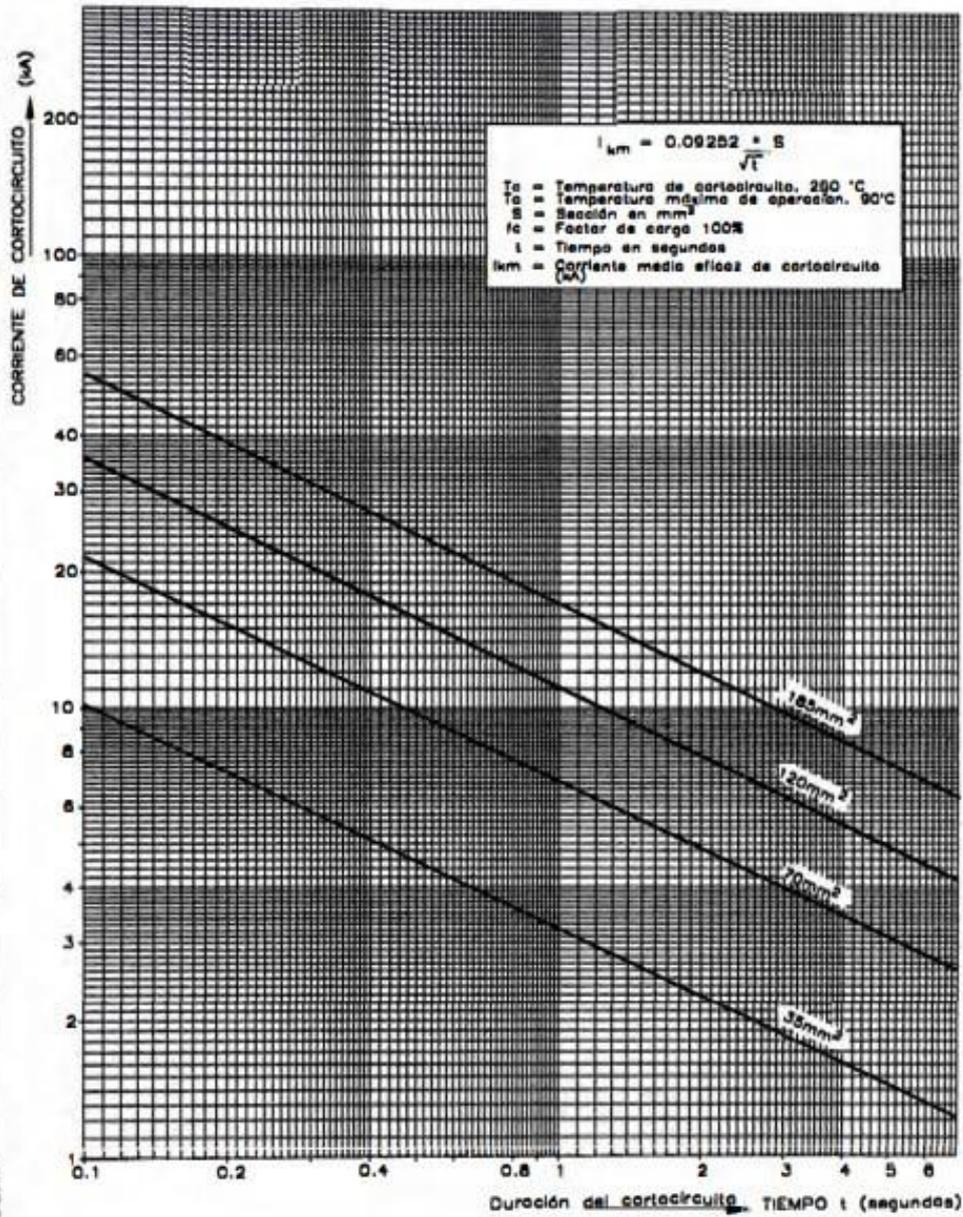
PARAMETROS ELECTRICOS DEL NA2XSAZY-S

SECCION (mm ²)	R(20°C) (Ohm/Km)	R (50°C) (Ohm/Km)	RMG (mm)	DMG (mm)	X3φ (Ohm/Km)	K3φ (V/A.Km)
35	0,868	0,9729	2,4684	27,8728	0,1828	1,7147
70	0,443	0,4966	3,6384	31,0543	0,1676	0,9045
120	0,253	0,2836	4,8768	34,1876	0,1468	0,5531
185	0,164	0,1838	6,0288	38,2971	0,1394	0,3996

DONDE :
 R (50°C) : RESISTENCIA ELECTRICA A 50°C
 RMG : RADIO MEDIO GEOMETRICO TRIFASICO (3φ)
 DMG : DISTANCIA MEDIA GEOMETRICA
 X3φ : REACTANCIA INDUCTIVA TRIFASICO

NOTA :
 ESTOS PARAMETROS HAN SIDO CALCULADOS CON EL METODO CONVENCIONAL, CONSIDERANDO UN SISTEMA BALANCEADO DE TRES HILOS.

**CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO EN CABLES
CON AISLAMIENTO DE POLIETILENO RETICULADO (NA2XSA2Y)
DE 8.7/15 kV**



Modif: 0
Fecha: MAR 21 - 98
V. B. Rev.

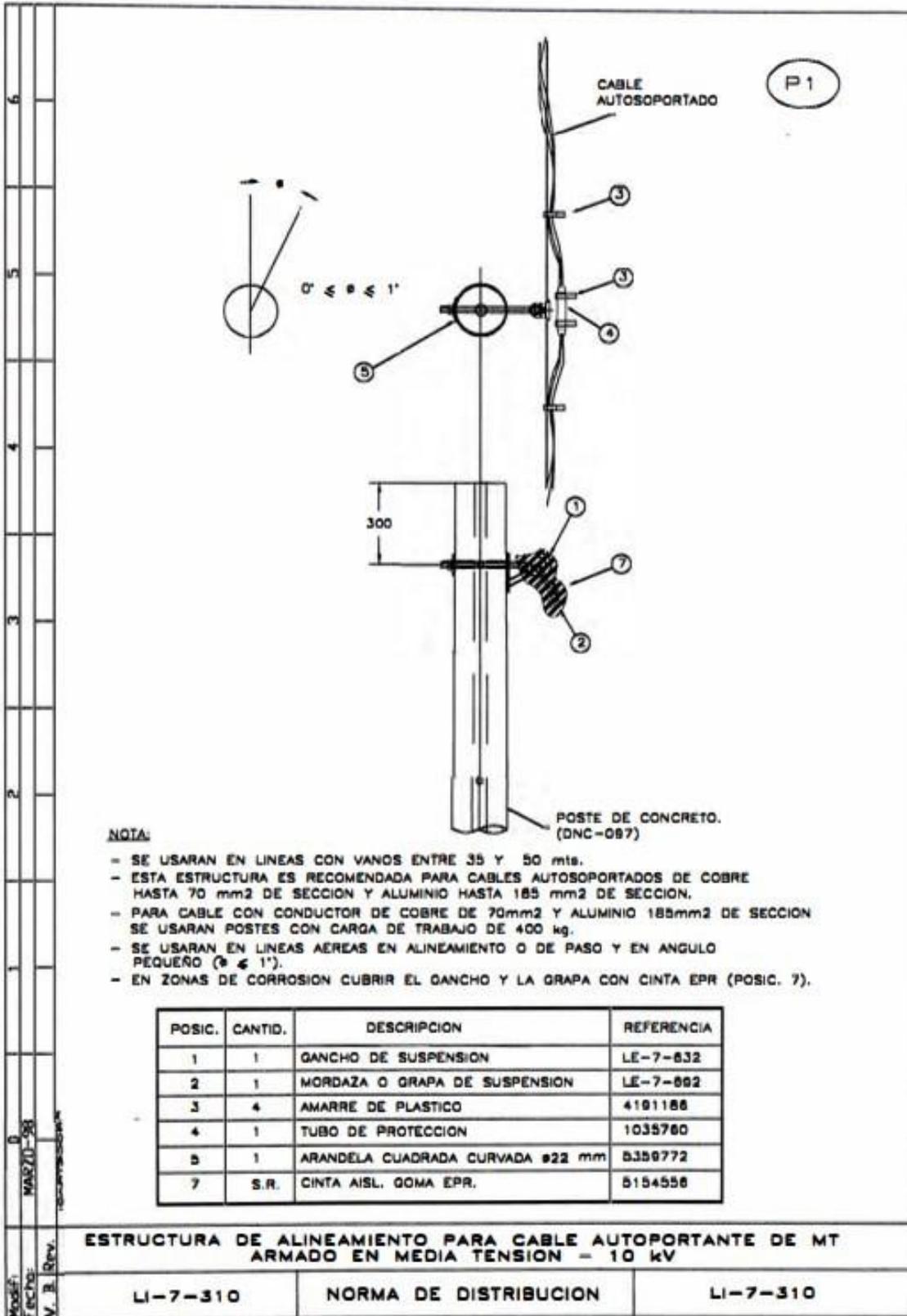
**CABLE AUTOPORTANTE DE ALUMINIO TIPO NA2XSA2Y-S
PARA REDES AEREAS DE M.T. - 10 kV**

LD-7-005 7 DE 7

NORMA DE DISTRIBUCION

LD-7-005 7 DE 7

Módulo:	0	1	2	3	4	5	6																																																																																																																																																						
Fecha:	MARZO-98																																																																																																																																																												
V. B. Rev.																																																																																																																																																													
TABLA DE FLECHAS PARA TENDIDO DE CABLES AUTOPORTANTE DE ALUMINIO NA2XSA2Y-S DE M.T.																																																																																																																																																													
TABLA DE FLECHAS (m) PARA EL TENDIDO DE CABLE AUTOPORTANTE DE M.T. DE ALUMINIO NA2XSA2Y-S 3-1x35 mm² + 67 mm² PORTANTE DE ACERO																																																																																																																																																													
LD-7-207 <small>1 DE 4</small>	<table border="1"> <thead> <tr> <th> <small> VANO TEMP. (m) </small> </th> <th>5</th> <th>10</th> <th>15</th> <th>20</th> <th>25</th> <th>30</th> <th>35</th> <th>40</th> <th>45</th> <th>50</th> <th>55</th> <th>60</th> <th>65</th> <th>70</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0°</td> <td>0,004</td> <td>0,017</td> <td>0,039</td> <td>0,070</td> <td>0,110</td> <td>0,160</td> <td>0,219</td> <td>0,289</td> <td>0,369</td> <td>0,461</td> <td>0,563</td> <td>0,676</td> <td>0,800</td> <td>0,936</td> </tr> <tr> <td>5°</td> <td>0,005</td> <td>0,018</td> <td>0,041</td> <td>0,073</td> <td>0,115</td> <td>0,167</td> <td>0,229</td> <td>0,301</td> <td>0,384</td> <td>0,478</td> <td>0,582</td> <td>0,698</td> <td>0,825</td> <td>0,963</td> </tr> <tr> <td>10°</td> <td>0,005</td> <td>0,019</td> <td>0,043</td> <td>0,077</td> <td>0,121</td> <td>0,175</td> <td>0,239</td> <td>0,314</td> <td>0,399</td> <td>0,496</td> <td>0,603</td> <td>0,721</td> <td>0,850</td> <td>0,990</td> </tr> <tr> <td>15°</td> <td>0,005</td> <td>0,020</td> <td>0,045</td> <td>0,081</td> <td>0,127</td> <td>0,183</td> <td>0,250</td> <td>0,327</td> <td>0,415</td> <td>0,514</td> <td>0,624</td> <td>0,744</td> <td>0,875</td> <td>1,017</td> </tr> <tr> <td>20°</td> <td>0,005</td> <td>0,021</td> <td>0,048</td> <td>0,085</td> <td>0,133</td> <td>0,192</td> <td>0,261</td> <td>0,341</td> <td>0,432</td> <td>0,533</td> <td>0,645</td> <td>0,768</td> <td>0,901</td> <td>1,045</td> </tr> <tr> <td>25°</td> <td>0,006</td> <td>0,023</td> <td>0,051</td> <td>0,090</td> <td>0,140</td> <td>0,202</td> <td>0,274</td> <td>0,356</td> <td>0,449</td> <td>0,553</td> <td>0,667</td> <td>0,792</td> <td>0,927</td> <td>1,073</td> </tr> <tr> <td>30°</td> <td>0,006</td> <td>0,024</td> <td>0,054</td> <td>0,095</td> <td>0,148</td> <td>0,212</td> <td>0,286</td> <td>0,372</td> <td>0,467</td> <td>0,573</td> <td>0,690</td> <td>0,817</td> <td>0,954</td> <td>1,101</td> </tr> <tr> <td>35°</td> <td>0,006</td> <td>0,026</td> <td>0,058</td> <td>0,101</td> <td>0,157</td> <td>0,223</td> <td>0,300</td> <td>0,388</td> <td>0,486</td> <td>0,594</td> <td>0,713</td> <td>0,842</td> <td>0,981</td> <td>1,130</td> </tr> <tr> <td>40°</td> <td>0,007</td> <td>0,028</td> <td>0,061</td> <td>0,108</td> <td>0,166</td> <td>0,235</td> <td>0,314</td> <td>0,405</td> <td>0,505</td> <td>0,615</td> <td>0,736</td> <td>0,867</td> <td>1,007</td> <td>1,158</td> </tr> </tbody> </table>							<small> VANO TEMP. (m) </small>	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	0°	0,004	0,017	0,039	0,070	0,110	0,160	0,219	0,289	0,369	0,461	0,563	0,676	0,800	0,936	5°	0,005	0,018	0,041	0,073	0,115	0,167	0,229	0,301	0,384	0,478	0,582	0,698	0,825	0,963	10°	0,005	0,019	0,043	0,077	0,121	0,175	0,239	0,314	0,399	0,496	0,603	0,721	0,850	0,990	15°	0,005	0,020	0,045	0,081	0,127	0,183	0,250	0,327	0,415	0,514	0,624	0,744	0,875	1,017	20°	0,005	0,021	0,048	0,085	0,133	0,192	0,261	0,341	0,432	0,533	0,645	0,768	0,901	1,045	25°	0,006	0,023	0,051	0,090	0,140	0,202	0,274	0,356	0,449	0,553	0,667	0,792	0,927	1,073	30°	0,006	0,024	0,054	0,095	0,148	0,212	0,286	0,372	0,467	0,573	0,690	0,817	0,954	1,101	35°	0,006	0,026	0,058	0,101	0,157	0,223	0,300	0,388	0,486	0,594	0,713	0,842	0,981	1,130	40°	0,007	0,028	0,061	0,108	0,166	0,235	0,314	0,405	0,505	0,615	0,736	0,867	1,007	1,158
<small> VANO TEMP. (m) </small>	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70																																																																																																																																															
0°	0,004	0,017	0,039	0,070	0,110	0,160	0,219	0,289	0,369	0,461	0,563	0,676	0,800	0,936																																																																																																																																															
5°	0,005	0,018	0,041	0,073	0,115	0,167	0,229	0,301	0,384	0,478	0,582	0,698	0,825	0,963																																																																																																																																															
10°	0,005	0,019	0,043	0,077	0,121	0,175	0,239	0,314	0,399	0,496	0,603	0,721	0,850	0,990																																																																																																																																															
15°	0,005	0,020	0,045	0,081	0,127	0,183	0,250	0,327	0,415	0,514	0,624	0,744	0,875	1,017																																																																																																																																															
20°	0,005	0,021	0,048	0,085	0,133	0,192	0,261	0,341	0,432	0,533	0,645	0,768	0,901	1,045																																																																																																																																															
25°	0,006	0,023	0,051	0,090	0,140	0,202	0,274	0,356	0,449	0,553	0,667	0,792	0,927	1,073																																																																																																																																															
30°	0,006	0,024	0,054	0,095	0,148	0,212	0,286	0,372	0,467	0,573	0,690	0,817	0,954	1,101																																																																																																																																															
35°	0,006	0,026	0,058	0,101	0,157	0,223	0,300	0,388	0,486	0,594	0,713	0,842	0,981	1,130																																																																																																																																															
40°	0,007	0,028	0,061	0,108	0,166	0,235	0,314	0,405	0,505	0,615	0,736	0,867	1,007	1,158																																																																																																																																															
NORMA DE DISTRIBUCION																																																																																																																																																													
LD-7-207 <small>1 DE 4</small>																																																																																																																																																													



NOTA:

- SE USARAN EN LINEAS CON VANOS ENTRE 35 Y 50 mts.
- ESTA ESTRUCTURA ES RECOMENDADA PARA CABLES AUTOSOPORTADOS DE COBRE HASTA 70 mm² DE SECCION Y ALUMINIO HASTA 185 mm² DE SECCION.
- PARA CABLE CON CONDUCTOR DE COBRE DE 70mm² Y ALUMINIO 185mm² DE SECCION SE USARAN POSTES CON CARGA DE TRABAJO DE 400 kg.
- SE USARAN EN LINEAS AEREAS EN ALINEAMIENTO O DE PASO Y EN ANGULO PEQUEÑO ($\alpha \leq 1^\circ$).
- EN ZONAS DE CORROSION CUBRIR EL GANCHO Y LA GRAPA CON CINTA EPR (POSIC. 7).

POSIC.	CANTID.	DESCRIPCION	REFERENCIA
1	1	GANCHO DE SUSPENSION	LE-7-832
2	1	MORDAZA O GRAPA DE SUSPENSION	LE-7-892
3	4	AMARRE DE PLASTICO	4191188
4	1	TUBO DE PROTECCION	1035760
5	1	ARANDELA CUADRADA CURVADA #22 mm	8359772
7	S.R.	CINTA AISL. GOMA EPR.	5154558

ESTRUCTURA DE ALINEAMIENTO PARA CABLE AUTOPORTANTE DE MT ARMADO EN MEDIA TENSION - 10 kV

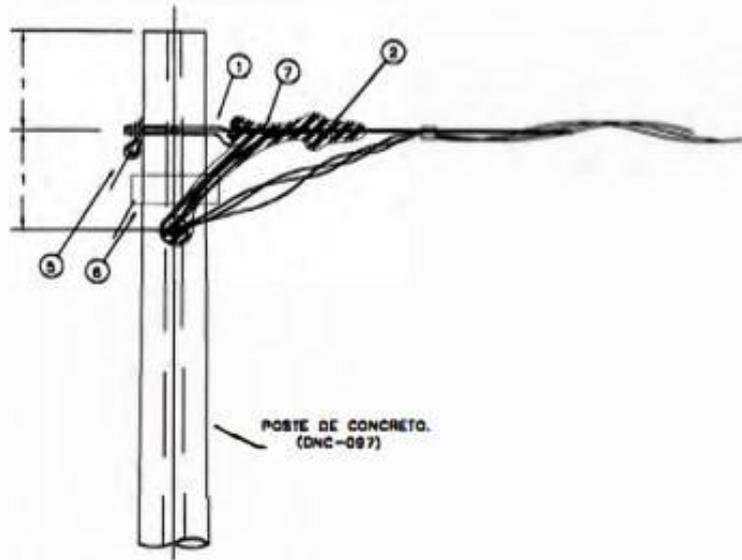
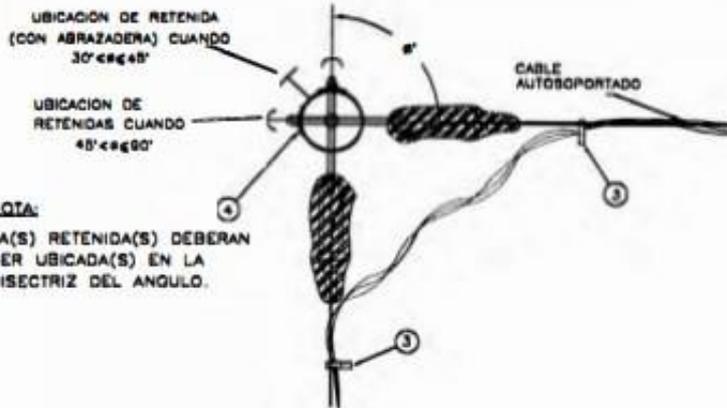
LI-7-310

NORMA DE DISTRIBUCION

LI-7-310

Modif: D
 Fecha: MARZO-98
 V. B. Rev.

P2



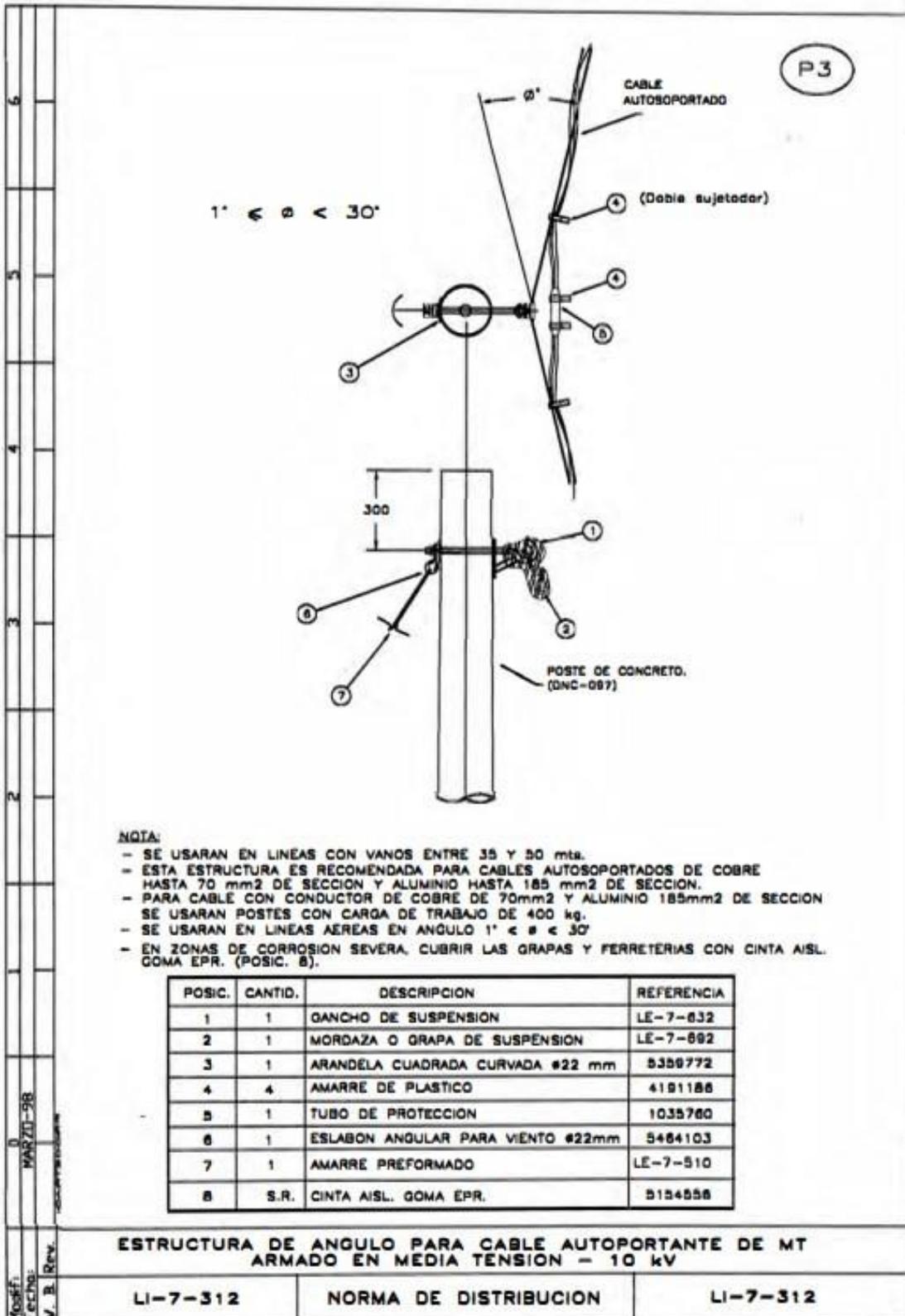
- NOTA:**
- SE USARAN EN LINEAS CON VANOS ENTRE 35 Y 50 mts.
 - ESTA ESTRUCTURA ES RECOMENDADA PARA CABLES AUTOSOPORTADOS DE COBRE HASTA 70 mm² DE SECCION Y ALUMINIO HASTA 185 mm² DE SECCION.
 - PARA CABLE CON CONDUCTOR DE COBRE DE 70mm² Y ALUMINIO 185mm² DE SECCION SE USARAN POSTES CON CARGA DE TRABAJO DE 400 kg.
 - SE USARAN EN LINEAS AEREAS CON CAMBIO DE DIRECCION PARA ANGULOS HASTA 90°.

POSC.	CANTD.	DESCRIPCION	REFERENCIA	POSC.	CANTD.	DESCRIPCION	REFERENCIA
1	2	GANCHO DE FIN DE LINEA O ANGULO DE DERIVACION	LE-7-630	5	2	ESLABON ANGULAR #22mm	5484103
2	2	GRAPA DE FIN DE LINEA	LE-7-694	6	S.R.	ABRAZADERA PARA VIENTO	LE-7-503
3	4	AMARRE DE PLASTICO	4191188	7	S.R.	CINTA AISL. GOMA EPR.	5184556
4	2	ARANDELA CUADRADA CURVADA	8389772				

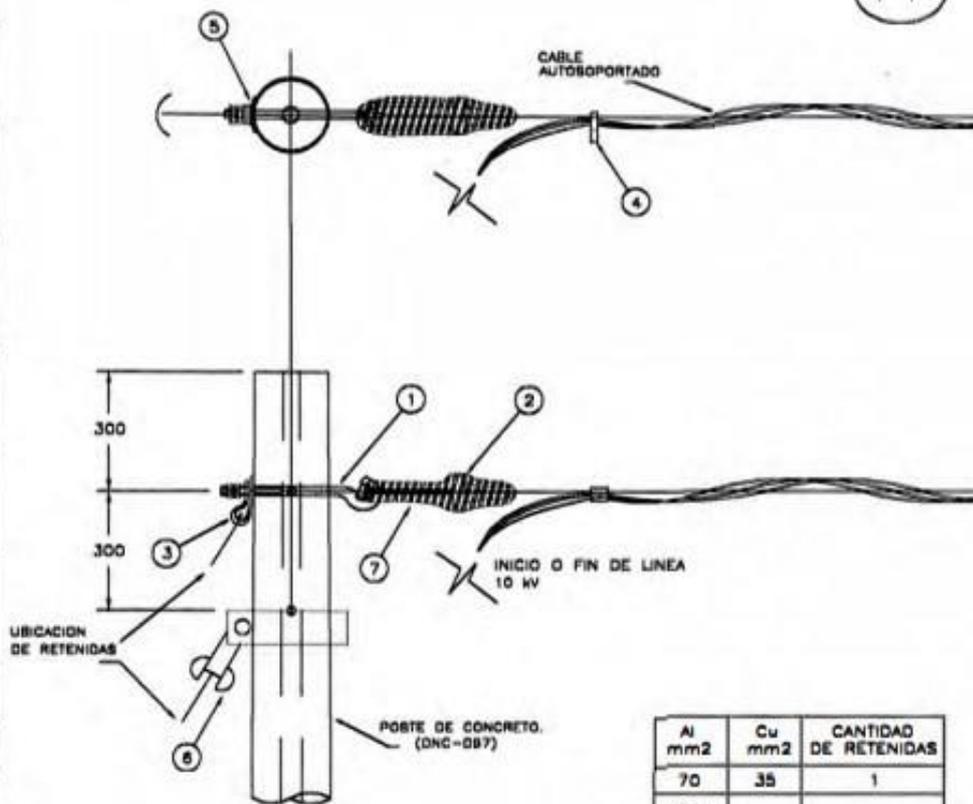
ESTRUCTURA DE ANCLAJE-ANGULO PARA CABLE AUTOPORTANTE DE MT ARMADO DE MEDIA TENSION - 10 kv

LI-7-314 NORMA DE DISTRIBUCION LI-7-314

MARZO-98
 V. B. Rev.



P4



Al mm2	Cu mm2	CANTIDAD DE RETENIDAS
70	35	1
120	70	2
185		

NOTA:

- SE USARAN EN LINEAS CON VANOS ENTRE 35 Y 50 mts.
- ESTA ESTRUCTURA ES RECOMENDADA PARA CABLES AUTOSOPORTADOS DE COBRE HASTA 70 mm² DE SECCION Y ALUMINIO HASTA 185 mm² DE SECCION.
- PARA CABLE CON CONDUCTOR DE COBRE DE 70mm² Y ALUMINIO 185mm² DE SECCION SE USARAN POSTES CON CARGA DE TRABAJO DE 400 kg.
- PARA DOS RETENIDAS CONSIDERAR ADICIONALMENTE POS.6
- SE USARAN A LA SALIDA DE UNA S.E. COMO INICIO DE LINEA Y COMO FIN DE LINEA PARA ALIMENTACION A CLIENTE EN 10 kv.
- EN ZONAS DE CORROSION SEVERA ENCINTAR LA GRAPA DE FIN DE LINEA CON LA AISLANTE GOMA EPR (POSICION 7).

POSIC.	CANTID.	DESCRIPCION	REFERENCIA
1	1	GANCHO DE FIN DE LINEA O ANGULO DE DERIVACION	LE-7-830
2	1	GRAPA DE FIN DE LINEA	LE-7-884
3	1	ESLABON ANGULAR #22mm	5484103
4	2	AMARRE DE PLASTICO	4181186
5	1	ARANDELA CUADRADA CURVADA #22mm	5358772
6	1	ABRAZADERA PARA RETENIDA	LE-7-503
7	S.R.	CINTA AISL. GOMA EPR.	5154556

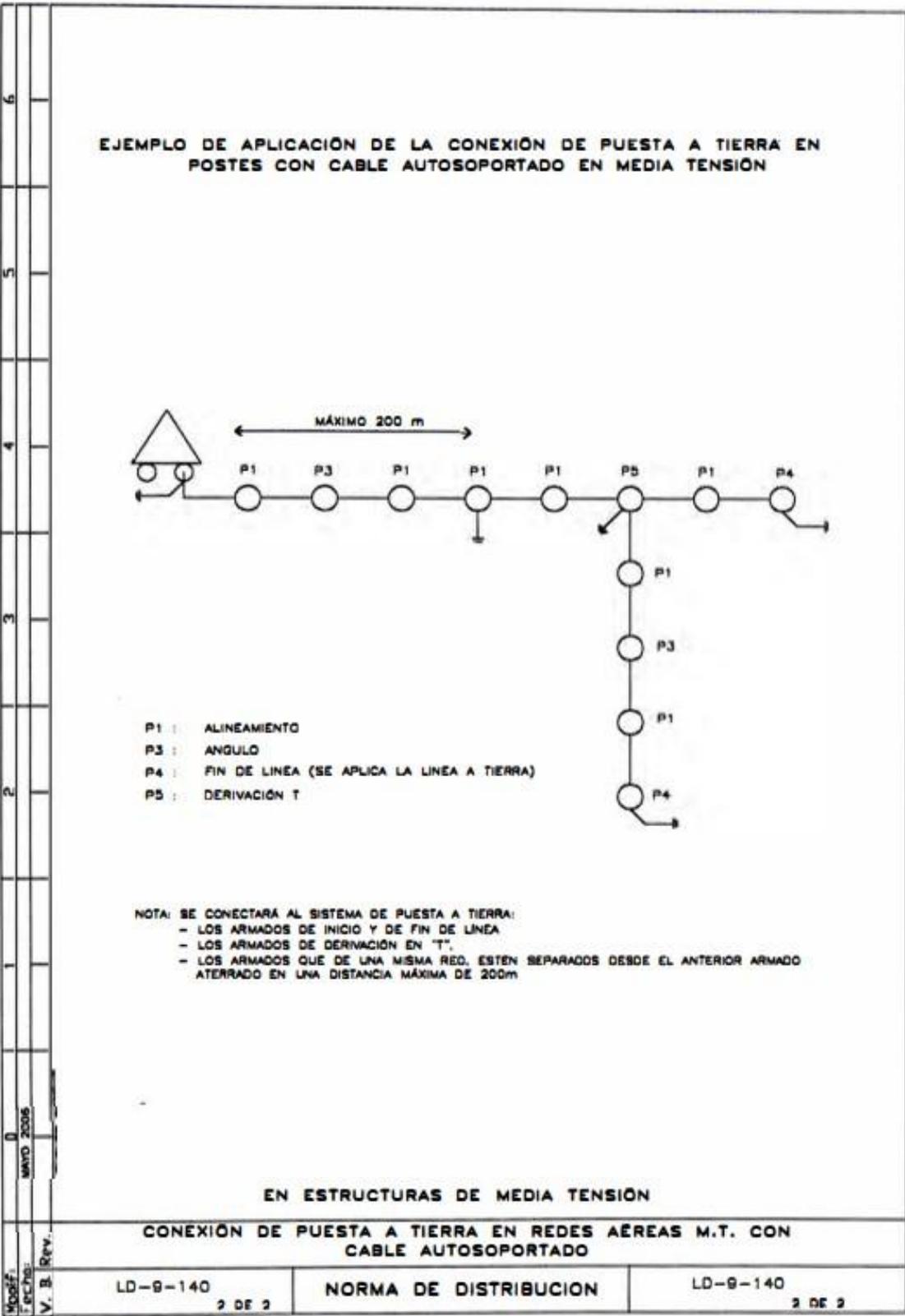
ESTRUCTURA DE EXTREMO DE LINEA PARA CABLE AUTOPORTANTE DE MT ARMADO DE MEDIA TENSION - 10 kv

LI-7-318

NORMA DE DISTRIBUCION

LI-7-318

Modif: D
 Fecha: DIC 1988-97
 V. B. Rev.



Modif: mayo 2006
Fecha: mayo 2006
V. B. Rev.

Modif:	0	1	2	3	4	5	6
Fecha:	MARZO 1988						
V. B. Rev.							

PROCEDIMIENTO DE INSTALACION DEL CABLE AUTOPORTANTE DE M.T.

I.- PRELIMINAR

- ESTA NORMA ESPECIFICA EL PROCEDIMIENTO DE LA CORRECTA INSTALACION DEL CABLE AUTOPORTANTE DE M.T.
- SE DETERMINARAN LOS EQUIPAMIENTOS,ACCESORIOS Y HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA SU INSTALACION, ASI COMO TAMBIEN SE PRESENTARAN LOS CALCULOS MECANICOS DE ACUERDO A LAS CONDICIONES Y PARAMETROS DE LAS NORMAS DE LUZ DEL SUR Y EL C.N.E. TOMO IV.
- SE DEBE TOMAR EN CUENTA QUE EL PROCEDIMIENTO DE INSTALACION ES SIMILAR AL CONVENCIONAL, SOLO EL PESO DEL CABLE HACE QUE SE DEMANDE DE EQUIPOS Y ACCESORIOS DE MAYOR ROBUSTEZ.
- ANTES DE LA INSTALACION SE DEBEN REVISAR Y COMPROBAR CUIDADOSAMENTE EL EQUIPAMIENTO DEL PERSONAL(CASCOS, BOTAS, ETC.) ASI COMO TAMBIEN ACCESORIOS Y HERRAMIENTAS QUE VAN A INTERVENIR EN LA INSTALACION.

II.- HERRAMIENTAS

SE UTILIZARAN LAS SIGUIENTES:

- | | |
|---|----------|
| - CUNA DE APRIETE (COME ALONG) Y CALCETIN DE TENSADO (PULLING HOSE) | LE-7-828 |
| - ESTRADOR PORTATIL (TACKLE) | LE-7-826 |
| - PRENSA MANUAL HIDRAULICA | LE-7-815 |
| - CORTADOR MANUAL DE CABLE (CIZALLA) | LE-7-834 |
| - CORTADOR MANUAL DE MENSAJERO | LE-7-832 |
| - PELADOR DE CABLE | LE-7-825 |
| - POLEAS DE ALEACION DE ALUMINIO | LE-7-830 |

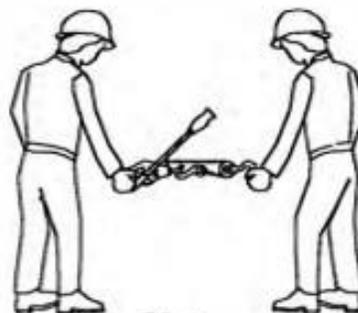


FIG. 1

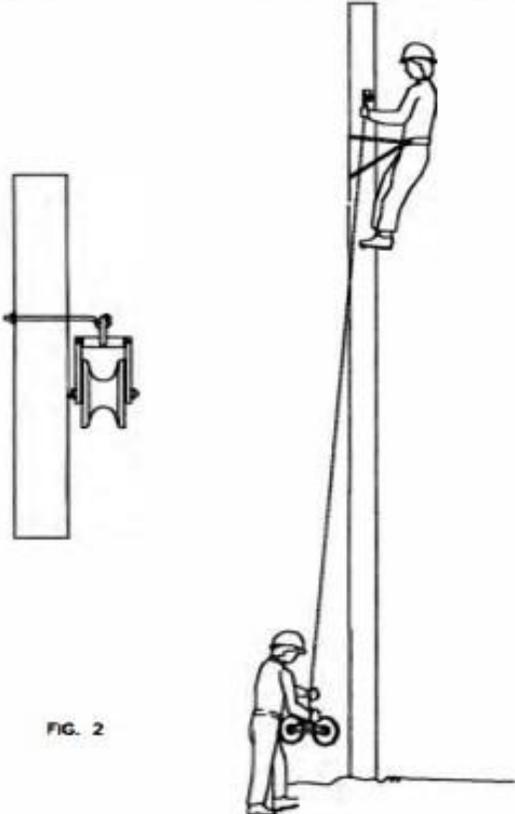
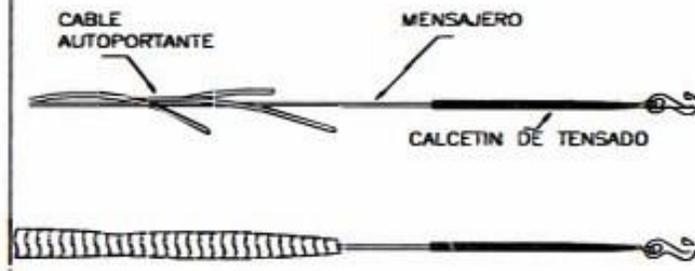
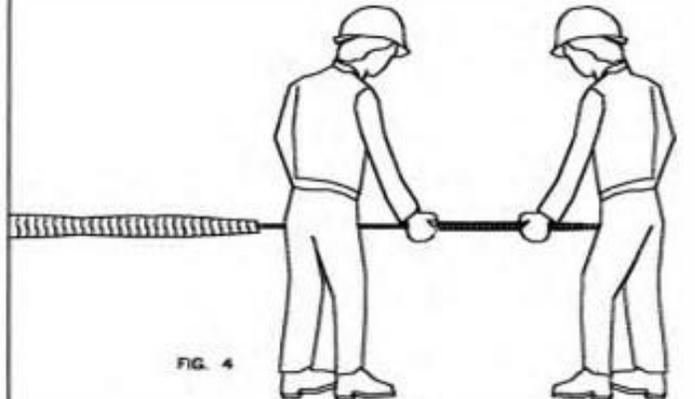
- SE DEBEN REVISAR CUIDADOSAMENTE EL EQUIPAMIENTO DEL PERSONAL (CASCOS,BOTAS,ETC.) ASI COMO LOS EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

LI-7-615
1 de 6

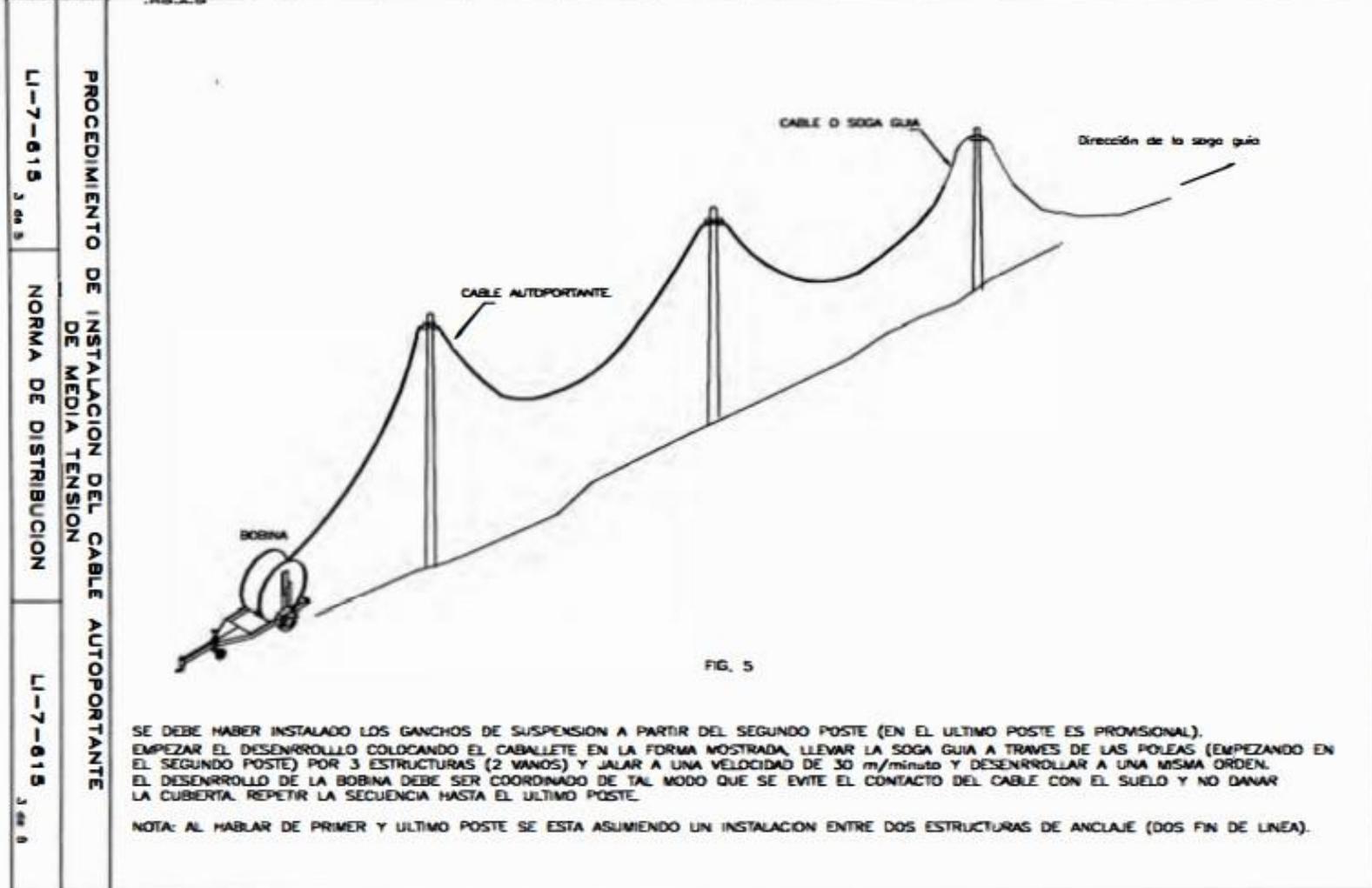
NORMA DE DISTRIBUCION

LI-7-615
1 de 6

PROCEDIMIENTO DE INSTALACION DEL CABLE AUTOPORTANTE DE MEDIA TENSION

Modif:	0	1	2	3	4	5	6
Fecha:	MAR/01/98						
V. B. Rev.							
LI-7-615 2 de 6	<p style="text-align: center;">PROCEDIMIENTO DE INSTALACION DEL CABLE AUTOPORTANTE DE MEDIA TENSION</p>						
NORMA DE DISTRIBUCION							
LI-7-615 2 de 6	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;">  <p style="text-align: center;">FIG. 2</p> <ul style="list-style-type: none"> - SEÑALIZAR EL AREA DE TRABAJO - INSTALAR LA PUESTA A TIERRA TEMPORARIA EN CASO DE QUE ALGUNA PARTE METALICA EXPUESTA DEL CABLE (PUNTAS O MENSAJERO) PUEDA TOCAR UNA RED ENERGIZADA EXISTENTE O ESTE CERCANA UNA LLTT. - LUEGO DE IZAR LOS POSTES, COLOCAR LAS POLEAS SOBRE LOS GANCHOS DE SUSPENSION (YA INSTALADOS) EN TODOS LOS POSTES, CON EXCEPCION DEL PRIMERO (VER FIG. 2). </div> <div style="width: 50%;">  <p style="text-align: center;">FIG. 3</p> <p>DEBE CORTARSE EL CABLE A 20 cm DE DISTANCIA INTERCALADOS, PARA REDUCIR LA OBSTRUCCION EN EL TENDIDO ASI COMO SE MUESTRA EN LA FIG. 3.</p>  <p style="text-align: center;">FIG. 4</p> <p>EL CALCETIN O MEDIA DE TENSADO DEBE FIJARSE AL MENSAJERO Y ADIMAS SE DEBE ENCINTAR 5 CAPAS DE CINTA PARA UNIFORMIZAR Y FACILITAR EL TENDIDO.</p> </div> </div>						

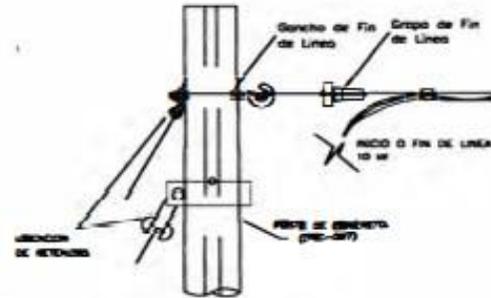
Modif:	0	1	2	3	4	5	6
Fecha:	MARZO 98						
V. B. Rev.							



Modif:	0	1	2	3	4	5	6
Fecha:	MARZO 98						
V. R. Rev.							

LI-7-615 4 de 5
 NORMA DE DISTRIBUCION
 LI-7-615 4 de 5

PROCEDIMIENTO DE INSTALACION DEL CABLE AUTOPORTANTE DE MEDIA TENSION



EN EL ULTIMO POSTE, MEDIR LA LONGITUD DE CABLE QUE SE VA A DEJAR PARA LA EJECUCION DE LOS TERMINALES EXTERIORES Y CORTAR EL MENSAJERO. FIJAR ESTE MENSAJERO EN LA GRAPA DE FIN DE LINEA Y COLOCARLA EN EL GANCHO DE FIN DE LINEA.

FIG. 6

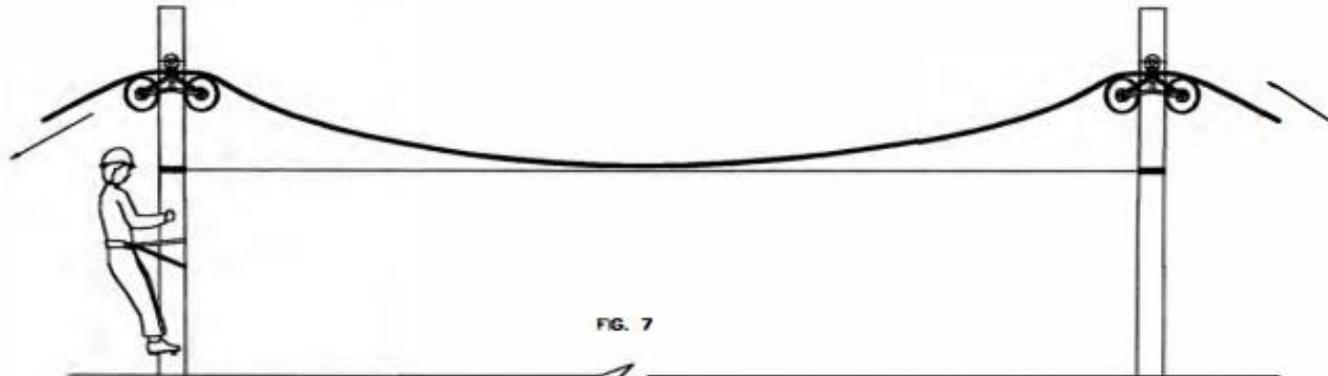


FIG. 7

TEMPLAR LA LINEA POR EL SISTEMA DE MEDICION DE FLECHA, QUE A CONTINUACION SE DESCRIBE:

- 1.- UBICAR UN VANO INTERMEDIO (DEBE EXISTIR UN MEDIO DE COMUNICACION RADIAL ENTRE EL ENCARGADO DEL VERIFICAR LA FLECHA Y EL ENCARGADO DE JALAR EL CABLE).
 - 2.- SE DEBERA SENALIZAR LOS DOS POSTES DEL VANO ELEGIDO PARA EL TEMPLADO, PARA ESTO SE UTILIZARA UNA CINTA NEGRA ALREDEDOR DEL POSTE EN UN PUNTO DE SENALIZACION (VER FIGURA).
 - 3.- ESTE PUNTO DE SENALIZACION DEBE ESTAR A " f + 18 cm" VERTICALMENTE HACIA ABAJO A PARTIR DEL EJE DEL GANCHO DE SUSPENSION.
- NOTA: PARA SELECCIONAR " f " VER TABLA DE FLECHAS (LD-7-207 Y LD-7-209) DE ACUERDO A LA TEMPERATURA AMBIENTE Y SECCION DEL CONDUCTOR.

Modif:	0	1	2	3	4	5	6
Fecha:	MARZO 98						
V. B. Rev.							

LI-7-615 3 de 5
 NORMA DE DISTRIBUCION
 PROCEDIMIENTO DE INSTALACION DEL CABLE AUTOPORTANTE DE MEDIA TENSION
 DE MEDIA TENSION
 LI-7-615 3 de 5

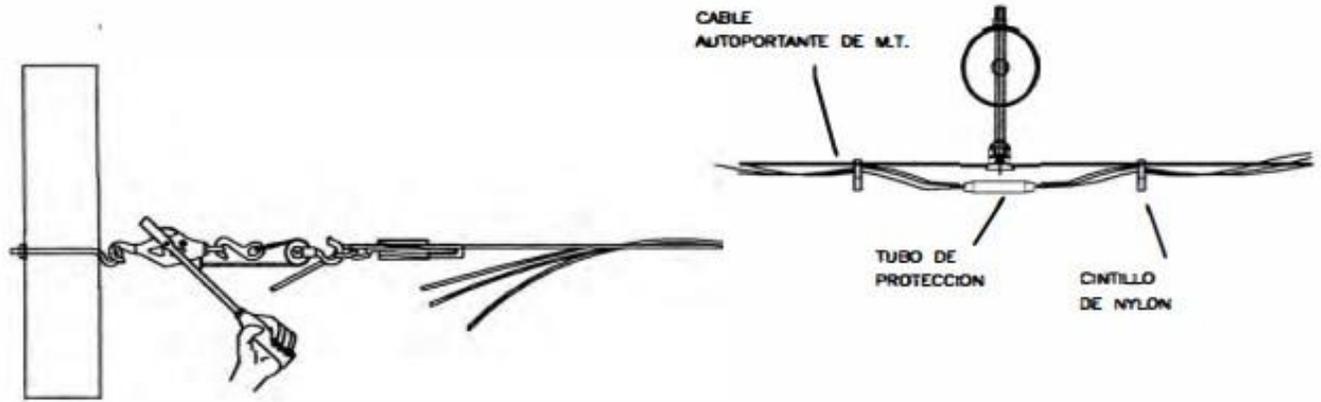


FIG. 8

EFECTUAR EL FLECHADO A UNA SOLA ORDEN, LUEGO MANTENER POR 15 MINUTOS ESTE ESTADO, DESPUES NUEVAMENTE VERIFICAR EL FLECHADO Y HACER LAS CORRECCIONES DE SER NECESARIAS (ESTE ULTIMO PASO SE REALIZA CUANDO EL CABLE ES NUEVO).

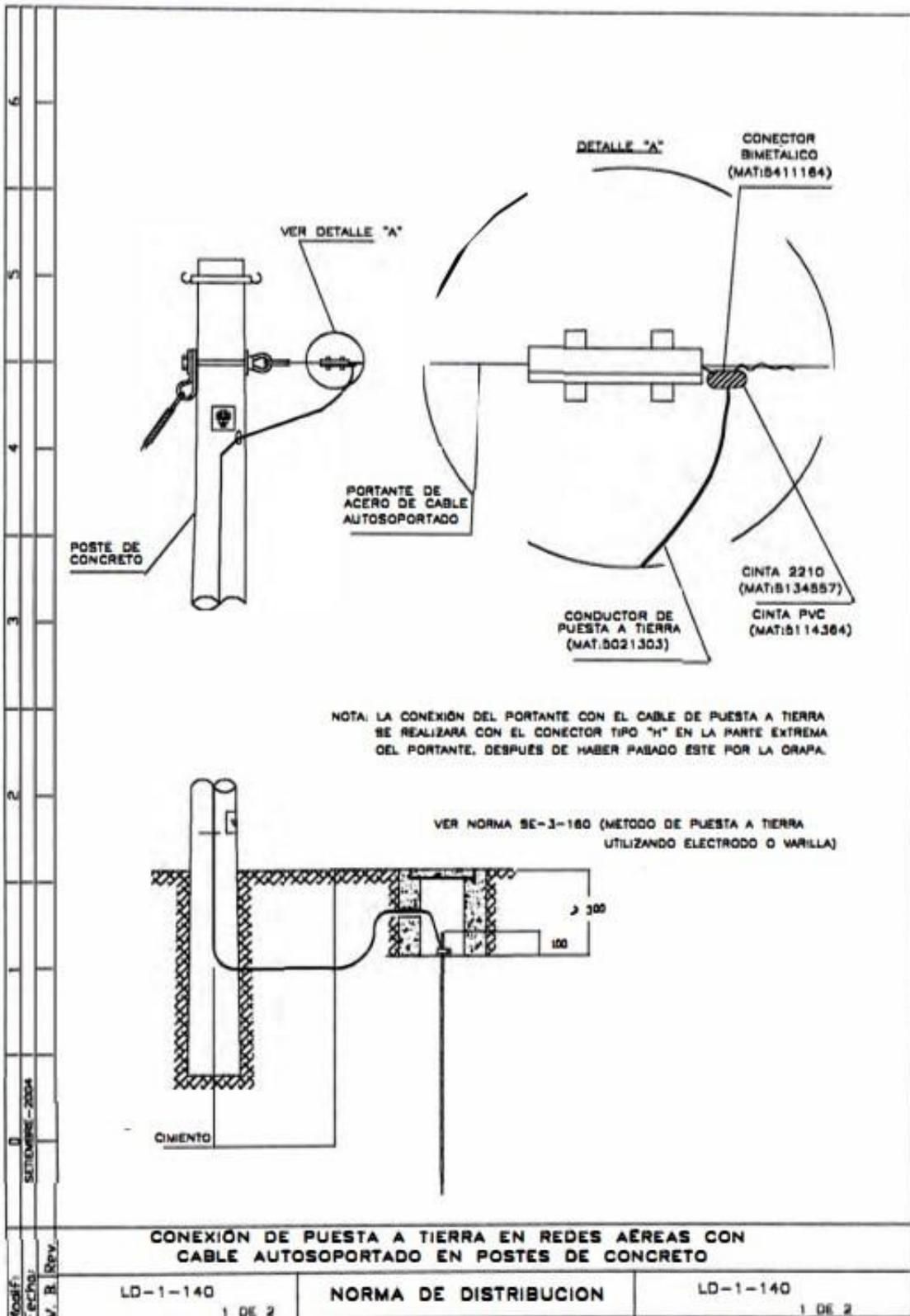
VERIFICAR QUE EN TODO EL TRAMO DEL CABLE SE CUMPLAN LAS DISTANCIAS DE SEGURIDAD (ESTABLECIDOS EN LA NORMA LD-7-160) A REDES SECUNDARIAS, LINEAS TELEFONICAS, ETC.

FIJAR EL EXTREMO LIBRE DEL CABLE EN EL PRIMERO PUNTO POR MEDIO DE LA GRAPA DE FIN DE LINEA AL GANCHO DE FIN DE LINEA, COMO SE MUESTRA EN LA FIGURA 8.

RETIRAR LAS POLEAS Y FIJAR LAS GRAPAS DE SUSPENSION, ASIMISMO PROTEGER EL CABLE CONTRA EL ROZAMIENTO CON EL TUBO PLASTICO DE PROTECCION (LE-7-450).

EN ZONAS DE AMBIENTE ALTAMENTE CORROSIVA, PROTEGER TODA PARTE METALICA EXPUESTA (FERRETERIA Y MENSAJERO PELADO) CON CINTA AUTOFUNDENTE.

RETIRAR TODO EQUIPO, MATERIAL O ACCESORIO, ASI COMO LA PUESTA A TIERRA TEMPORARIA Y LA SEÑALIZACION DE LUGAR DE TRABAJO.



Anexo 14: Plano layout red aérea de media tensión con cable autoportante

