

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**LOS TRABAJOS EN TENSIÓN EN LA OPERACIÓN DE
LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS DE MEDIA TENSIÓN**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR:

DELMER OBED COTACALLAPA MAMANI

**PROMOCIÓN
2004 - II**

**LIMA – PERÚ
2010**

LOS TRABAJOS EN TENSIÓN EN LA OPERACIÓN DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS DE MEDIA TENSIÓN

*A mi familia, por todo su apoyo y orientación
en preservar por sobre todo, el valor de los
principios correctos.*

SUMARIO

El presente informe de suficiencia trata sobre los aspectos más importantes con relación a las aplicaciones de los Trabajos en Tensión en la Operación de los Sistemas Eléctricos de Media Tensión, incluyendo los avances tecnológicos y la óptima utilización de los recursos humanos especializados en esta compleja área, y su relación con el cumplimiento de las normas que la involucran; las cuales permiten mejorar los niveles de Calidad del Suministro del Servicio Eléctrico y satisfacer las necesidades cada vez más exigentes de consumidores. Considerando para todo ello como aspecto básico la labor en la industria de la energía eléctrica realizados por la entidades involucradas en el desarrollo de esta disciplina.

Preliminarmente se describen los fundamentos eléctricos y las condiciones de exposición laboral a los campos eléctricos y magnéticos generados en ambientes donde son desarrollados los Trabajos en Tensión.

Mediante la recopilación de información referente a las prácticas de organizaciones dedicadas a los Trabajos en Tensión, se describe la evolución histórica, las técnicas de trabajo, las herramientas y equipamiento utilizados, tomando con un mayor detalle lo referido a la seguridad aplicada a este tipo de trabajos. Complementariamente se describe las causas y registros de Interrupciones; y la fiscalización de la Calidad del Suministro del Servicio Eléctrico en nuestro país.

Finalmente con la información precedente se identifican las cualidades de las aplicaciones de los Trabajos en Tensión, como su importancia, los beneficios que los relacionan y las oportunidades de aplicación.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES PARA EL DESARROLLO DEL DE LOS TRABAJOS EN TENSIÓN

1.1.	Objetivo.....	2
1.2.	Alcances y Limitaciones.....	2
1.3.	Antecedentes.....	2
1.3.1.	Fundamentos Eléctricos.....	2
1.3.2.	Protección de Instalaciones Eléctricas.....	6
1.4.	Campos Eléctricos y Magnéticos Asociados al Uso de la Energía Eléctrica.....	10
1.4.1.	Recomendaciones Internacionales para Niveles de Exposición.....	10
1.4.2.	Mediciones y Registro de Campos.....	11
1.4.3.	Informe de Organizaciones Internacionales.....	14

CAPÍTULO II

LOS TRABAJOS EN TENSIÓN

2.1.	Definiciones.....	16
2.2.	Evolución Histórica.....	17
2.3.	Métodos de Trabajo.....	18
2.3.1.	Métodos de Contacto.....	18
2.3.2.	Métodos de Distancia.....	18
2.3.3.	Métodos del Potencial.....	20
2.3.4.	Métodos Robotizado.....	22
2.4.	Equipos y Herramientas.....	24
2.4.1.	Pértigas o Varas Aisladas.....	24
2.4.2.	Elementos de Cubrimiento.....	25
2.4.3.	Plataformas.....	25
2.4.4.	Equipos y Herramientas de Uso Personal.....	27
2.4.5.	Herramientas Varias.....	29
2.5.	Distancias Límite de Zona de Trabajo.....	30
2.6.	Seguridad Aplicada a los Trabajos en Tensión.....	33
2.6.1.	Prevención de Riesgos Laborales.....	33
2.6.2.	Perfil de de Trabajadores.....	36

2.7.	Formación y Reciclajes	37
CAPÍTULO III		
INTERRUPCIONES EN LA OPERACIÓN DE LOS SISTEMAS ELECTRICOS DE MEDIA TENSIÓN		
3.1.	Comportamiento de las Interrupciones	39
3.2.	Interrupciones Programadas	39
3.2.1.	Interrupciones por Mantenimiento	40
3.2.2.	Expansión y Reforzamiento	40
3.3.	Interrupciones Fortuitas.....	41
3.4.	Registros de Repostes de Interrupciones en Media Tensión.....	42
CAPÍTULO IV		
FISCALIZACION DE LA CALIDAD DEL SUMINISTRO EN LA OPERACIÓN DE LOS SISTEMAS ELECTRICOS DE MEDIA TENSIÓN		
4.1.	Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos	44
4.1.1.	Calidad del Suministro	45
4.2.	Supervisión de la Operación de los Sistemas Eléctricos	45
4.2.1.	Alcances de la Supervisión	45
4.2.2.	Indicadores de Interrupciones	45
4.2.3.	Establecimiento de Sanciones y Multas	46
4.2.4.	Mejoras Esperadas en la Performance de las Empresas	50
CAPÍTULO V		
APLICACIONES, IMPORTANCIA Y BENEFICIOS DE LOS TRABAJOS EN TENSIÓN EN SISTEMAS ELECTRICOS DE MEDIA TENSION		
5.1.	Aplicaciones de Trabajos en Media Tensión	52
5.1.1.	Seguridad en los Trabajo en Tensión.....	52
5.1.2.	Capacitación en los Trabajo en Tensión	52
5.1.3.	Aspectos Normativos	53
5.1.4.	Aspectos Organizacionales	54
5.1.5.	Actividades.....	55
5.1.6.	Costos de Actividades.....	59
5.2.	Importancia	60
5.3.	Beneficios	61
5.3.1.	Beneficios para los Suministradores	61
5.3.2.	Beneficios para los Usuarios	62
CONCLUSIONES		
ANEXOS		

ANEXO A: Resultado de Mediciones de Campos Eléctricos y Magnéticos.....	66
ANEXO B: Configuración de Trabajos en Instalaciones Eléctricas.....	67
ANEXO C: Equipamiento Promedio de Cuadrillas.....	68
ANEXO D: Actividades Seguras de Trabajo (ASTs).....	70
ANEXO E: Registro de Actividades de Trabajos en Tensión	81
ANEXO F: Factor por Tipo de Servicio	82
BIBLIOGRAFÍA	83

INTRODUCCIÓN

Los consumidores de energía eléctrica demandan cada vez mayores exigencias de calidad en el suministro eléctrico, por causa de una alta y creciente dependencia de la energía eléctrica, en niveles residenciales, industriales y en el campo. Las interrupciones en el suministro eléctrico son un aspecto fundamental que determina la Calidad del Servicio Eléctrico.

En la regulación peruana existen dos normas que tratan el tema de tolerancias y compensaciones referidas a la Calidad del Servicio Eléctrico, éstas son la Ley de Concesiones Eléctricas y la NTCSE; siendo esta última la más importante en esta materia y la que continuamente exige mayores parámetros en la mejora de la calidad para los usuarios del mercado eléctrico regulado.

Una de las alternativas para mejorar la confiabilidad de los sistemas y la continuidad en el suministro eléctricos; es mediante la aplicación de Trabajos en Tensión en el mantenimiento, expansión y reforzamiento requerido en la Operación de los Sistemas Eléctricos.

Los Trabajos en Tensión son desarrollada por diversas entidades, quienes en base a reportes y publicaciones de resultados de sus actividades, contribuyen y motivan al desarrollo del presente informe que trata sobre las aplicaciones de los Trabajos en Tensión frente a los requisitos de Continuidad de la Operación de los Sistemas Eléctricos de Media Tensión. La bibliografía analizada corresponde básicamente a publicaciones de organizaciones y personal dedicado al desarrollo de los Trabajos en Tensión, la cual fue complementada con la bibliografía referente al marco normativo vigente en la regulación peruana.

El alcance del informe comprende a los trabajos que pueden evitar las interrupciones programadas en Sistemas Eléctricos de Media Tensión que se encuentran dentro del Mercado Eléctrico Regulado.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES PARA EL DESARROLLO DEL DE LOS TRABAJOS EN TENSIÓN

1.1. Objetivo

El objetivo del presente informe es describir las cualidades de las aplicaciones de los Trabajos en Tensión frente a los requisitos de Continuidad de la Operación de los Sistemas Eléctricos de Media Tensión; identificando la importancia y beneficios de las aplicaciones de los Trabajos en Tensión, dentro del mercado eléctrico regulado de nuestro país. De esta manera contribuir con el fomento de las aplicaciones de los Trabajos en Tensión en nuestro medio.

1.2. Alcances y Limitaciones

El presente trabajo abarcar:

- Los trabajos de mantenimiento, expansión o reforzamiento que son requeridos en la óptima Operación de los Sistemas Eléctricos de Media Tensión.
- Los trabajos que pueden ser realizadas en Sistemas Eléctricos que se encuentran dentro del Mercado Eléctrico Regulado, bajo la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos.
- Las evaluaciones cuantitativas sobre los cálculos económicos para la determinación de multas o sanciones se excluyen del alcance de este informe, para su determinación se deberán recabar mayor detalle de acuerdo al área y caso de aplicación, con las características y variables que determina el ente fiscalizador.

1.3. Antecedentes

1.3.1. Fundamentos Eléctricos

a) Carga Eléctrica.

La carga eléctrica es transportada por los electrones y protones, las partículas eléctricamente cargadas de los átomos. Los electrones están negativamente cargados; los protones tienen una carga igual pero positiva. Cargas iguales se repelen; cargas opuestas se atraen. De esta manera dos protones o dos electrones se repelen unos a otros, mientras que un protón y un electrón se atraen. La fuerza ejercida por las cargas eléctricas es fuerte, billones de veces más fuerte que la gravedad terrestre. En la mayoría de átomos y moléculas el número de electrones y protones es igual y las fuerzas debidas a las cargas eléctricas están en balance. Cuando un átomo o una molécula tiene un

exceso de ya sea protones o electrones, transporta una carga eléctrica neta y se llama un ion.

La carga eléctrica, ya sea positiva o negativa, se mide en unidades llamadas coulomb (C). Un coulomb representa la carga combinada de 6×10^{18} electrones o protones, electrones o protones individuales tienen cargas de 1.6×10^{-19} C.

b) Conductor y Aislantes Eléctricos.

Un conductor es cualquier material en el cual los electrones pueden moverse libremente y redistribuir la carga. Conductividad es la propiedad de un material que determina la cantidad de corriente que fluirá a través de la unidad de área del material. Los metales son generalmente buenos conductores. Cuando los electrones en un material no están libres para moverse fácilmente el material es un aislante. A un material no conductor, o aislante, puede también llamársele dieléctrico. Dos conductores separados por un material dieléctrico forman un capacitor. La carga puede aumentar en los conductores y crear un potencial eléctrico entre ellos. Cuando el potencial excede la fuerza dieléctrica del material entre los conductores, la corriente fluye a través del material dieléctrico.

Todas las sustancias son conductoras y aislantes en diferentes grados. La propiedad que define las características aislantes de un material es la resistencia. Si se compara el movimiento de los electrones en dos diferentes materiales y se encuentra que los electrones se mueven mucho más rápidamente en el primer material, se dirá que el primer material tiene una mayor resistencia. Resistencia describe las características aislantes de un material en particular. La resistencia eléctrica se expresa en la unidad llamada ohm.

La carga en un conductor se distribuye con regularidad sobre su superficie. Un conductor está a tierra cuando se conecta a algo que acepta el exceso de carga, tal como el suelo.

c) Intensidad de Corriente Eléctrica.

El movimiento de la carga a través del conductor se llama intensidad de corriente y su unidad de medida es el Ampere (A). Un Ampere es el movimiento de un coulomb de carga por segundo que pasa por un punto dado. Un circuito se forma donde quiera que haya un camino cerrado para el flujo de corriente. Con la corriente directa, esta fluye en una dirección a un ritmo constante; con la corriente alterna tanto la dirección como cantidad del flujo de corriente cambian periódicamente en el tiempo. La frecuencia de la carga en la corriente alterna se expresa en ciclos por segundo o Hertz (Hz).

d) Potencia Eléctrica.

Si una corriente ha de fluir desde un punto a otro, debe de existir una diferencia de potencial eléctrico entre los dos puntos. Potencial es el trabajo requerido para mover una unidad de carga a un punto dado de una distancia infinita. Una diferencia de potencial se

define como el trabajo necesario para transportar una unidad de carga desde un punto a otro. Este trabajo se mide en Joule por coulomb, o Volt. Por lo tanto una diferencia de potencial en un conductor causa que las cargas se muevan, creando una corriente eléctrica. Con la corriente alterna, tanto el potencial eléctrico como la intensidad de corriente eléctrica varían sinusoidalmente.

La propiedad de un material que le permite mantener una diferencia de potencial entre dos puntos es su fuerza dieléctrica, la cual se mide en volt por metro (V/m). Cuando la diferencia de potencial entre dos puntos excede la fuerza dieléctrica de un material, ocurre un derrivamiento eléctrico, se forman partículas cargadas (iones) y la corriente eléctrica fluye. La fuerza dieléctrica del aire es aproximadamente 2500 kV/m.

e) Campos Eléctricos y Magnéticos.

Los campos eléctricos tienen su origen en diferencias de potencial eléctrico. Los campos magnéticos tienen su origen en las corrientes eléctricas; una corriente más fuerte resulta en un campo más fuerte.

Un campo eléctrico existe aun que no haya corriente eléctrica. Cuando hay corriente, la magnitud del campo magnético cambiará con el consumo de potencia, pero la fuerza del campo eléctrico quedará igual.

Una corriente eléctrica alterna (AC) se define como el movimiento de electrones en una misma dirección, usualmente a través de un alambre. Esta corriente produce dos tipos de campos: Un campo eléctrico AC y un campo magnético AC, ambos forman lo que se llama un campo electromagnético. Los campos eléctricos de la corriente alterna resultan de la intensidad de la carga y los campos magnéticos resultan del movimiento de las cargas.

El campo eléctrico representa la fuerza que las cargas eléctricas ejercen sobre otras cargas, y esta fuerza puede repeler o atraer.

El campo magnético se forma alrededor de la corriente y se irradia en ángulo recto respecto a la dirección de la corriente. En la tabla N° 1.1 se muestran las diferencias y similitudes entre Campos Eléctricos a Magnéticos. [1]

f) Naturaleza de la Radiación Electromagnética.

Cuando una corriente eléctrica alterna crea un campo magnético, también un campo magnético crea una corriente eléctrica en un conductor cercano. Este es el principio de la inducción y por este se puede detectar y medir la presencia de campos electromagnéticos.

Una persona puede sentir el campo eléctrico de más de 20 kV/m como una sensación de hormigueo sobre su piel. Por otro lado, la mayoría de gente no puede sentir la presencia de campos magnéticos, excepto bajo altas cargas de electricidad.

Tabla N° 1.1 Diferencias y Similitudes Entre Campos Eléctricos a Magnéticos

Campos Eléctricos	Campos Magnéticos
1. La fuente de los campos magnéticos es la diferencia de potencial eléctrico.	1. La fuente de los campos magnéticos es la intensidad de corriente eléctrica.
2. Su intensidad se mide en volt por metro (V/m).	2. Su intensidad se mide en ampere por metro (A/m). Habitualmente, los investigadores de CEM utilizan una magnitud relacionada, la densidad de flujo (en microteslas (μT) o gauss (G) que es equivalente a $100 \mu\text{T}$)
3. Puede existir un campo eléctrico incluso cuando el aparato eléctrico no está en marcha.	3. Los campos magnéticos se originan cuando se pone en marcha un aparato eléctrico y fluye la corriente.
4. La intensidad del campo disminuye conforme aumenta la distancia desde la fuente.	4. La intensidad del campo disminuye conforme aumenta la distancia desde la fuente.
5. La mayoría de los materiales de construcción protegen en cierta medida de los campos eléctricos.	5. La mayoría de los materiales no atenúan los campos magnéticos.

Los campos electromagnéticos se clasifican de acuerdo a su frecuencia en:

- Campos Electromagnéticos de baja frecuencia y extremadamente baja o frecuencia industrial (desde 3 hasta 300 Hz), que son los producidos por las redes de transmisión y distribución de energía eléctrica, redes de telefonía y por la mayoría de los electrodomésticos.
- Campos Electromagnéticos de frecuencia intermedia (entre 300 Hz y 10 MHz), que son los producidos por pantallas de computadoras, dispositivos antirrobo y sistemas de seguridad y transmisiones de radio AM.
- Campos Electromagnéticos de alta frecuencia (entre 10 MHz y 300 GHz), que son los producidos por sistemas de radiodifusión, televisión, hornos de microondas, teléfonos celulares, enlaces de microondas, antenas de radares, en orden creciente de frecuencia.

También, de acuerdo a la longitud de onda, la radiación electromagnética se puede clasificar en radiación ionizante, y en radiación no ionizante. La radiación ionizante es aquella que tiene suficiente energía para desplazar los electrones de las moléculas y formar iones. Para que dicha ionización se produzca, la energía de radiación debe ser mayor que la energía que une electrón a su molécula. Las frecuencias entre los 50 Hz y los 300 GHz correspondientes al infrarrojo, producen radiación no ionizante.

La figura 1.1 es la representación del espectro electromagnético donde se muestran todas las formas de radiación electromagnética, desde las ondas de frecuencia extremadamente baja, a los rayos X y rayos gamma. [2], [3]

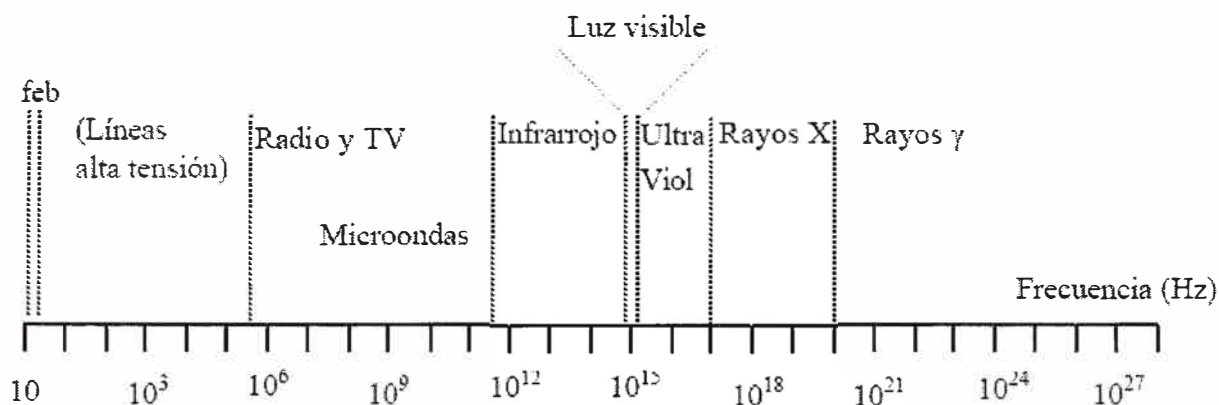


Fig. 1.1 Espectro Electromagnético

1.3.2. Protección de Instalaciones Eléctricas

Los principales puntos a ser evaluados para diagnosticar el estado de la instalación frente al riesgo eléctrico son [4]:

a) Sistema de Puesta a Tierra.

El sistema de puesta a tierra en relación con la seguridad de las personas cumple las siguientes funciones:

- Limitar tensiones de toque y de paso durante fallas eléctricas (cortocircuitos) a niveles que no representen riesgo de choque eléctrico para las personas.
- Disminuir en estado estacionario a valores mínimos las tensiones de objetos metálicos que se encuentran influenciados por inducciones de objetos energizados. Para garantizar esto se requieren valores bajos de resistencia de puesta a tierra y que los objetos metálicos se encuentren correctamente conectados al sistema de puesta a tierra. Esto se ilustra en la figura 1.2.
- Proporcionar un camino seguro y de baja impedancia para la corriente de las descargas atmosféricas, cuando se trata de puestas a tierra para sistemas de apantallamiento.
- Aumento del potencial de tierra durante fallas eléctricas. En la figura 1.3 se ilustra esta aplicación.

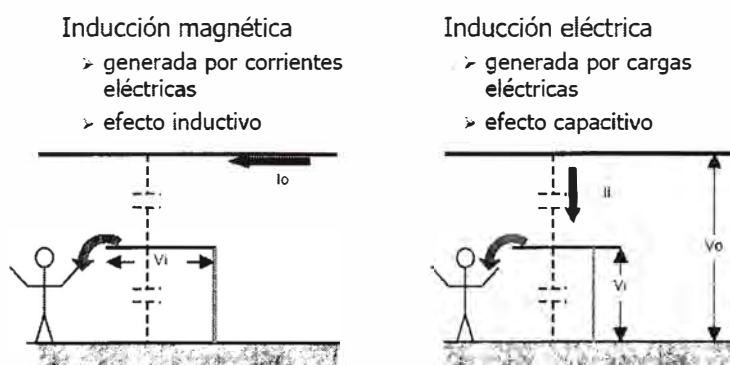


Fig. 1.2 Protección contra Efectos de Inducción

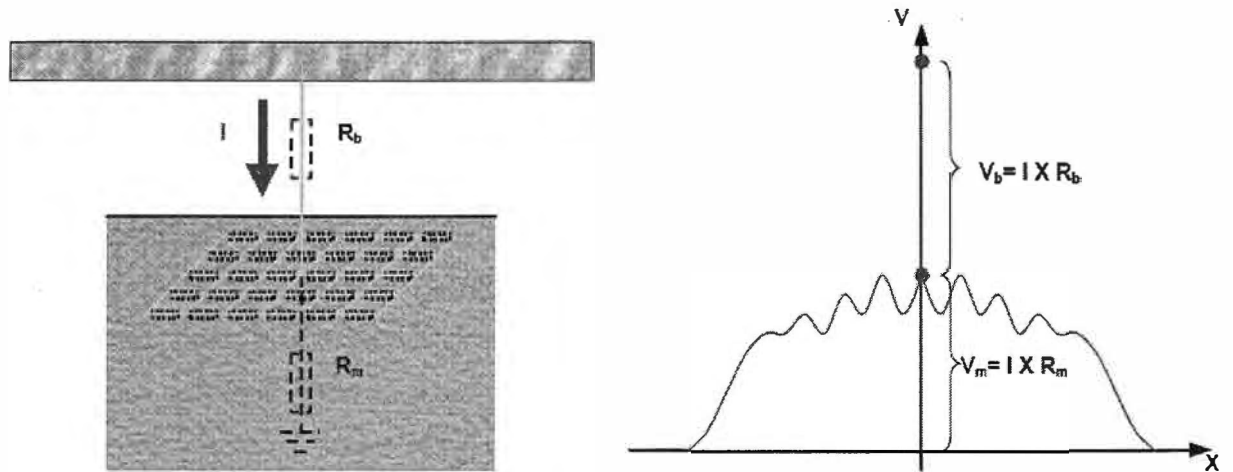


Fig. 1.3 Esquema del Comportamiento Eléctrico en un sistema de Puesta a Tierra

Se denomina potencial de paso a la tensión que se podría desarrollar, durante las condiciones de cortocircuito más severas, entre dos puntos del piso de una instalación separados por una distancia equivalente al paso de un ser humano (aproximadamente 0,5 m).

El potencial de toque es la tensión que se puede presentar entre un elemento metálicos al alcance de la mano de una persona erguida de pie en la instalación y el piso sobre el cual se encuentra la persona, durante las condiciones de cortocircuito más severas. Los esquemas básicos de conceptos de puesta a tierra se ilustran la figura 1.4.

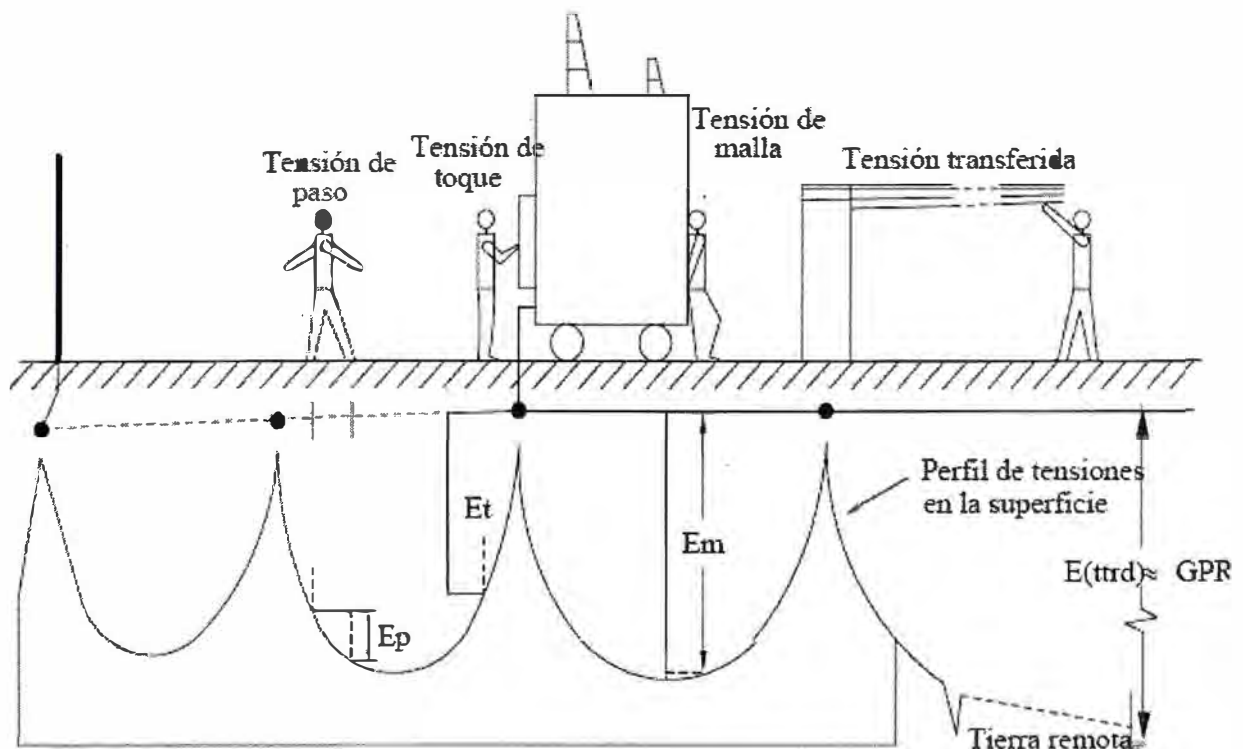


Fig. 1.4 Esquema del Conceptos Básicos de un sistema de Puesta a Tierra

b) Sistema de Apantallamiento.

La técnica de apantallamiento consiste en la reducción de la intensidad del campo en una cierta posición a través de la construcción o el aprovechamiento de alguna barrera entre la fuente del campo y el punto de interés. El campo eléctrico es fácilmente apantallado por una diversidad de objetos como arboles.

El efecto Jaula de Faraday que se representa en la figura 1.5, provoca que el campo electromagnético en el interior de un conductor en equilibrio sea nulo, anulando el efecto de los campos externos. Esto se debe a que, cuando el conductor está sujeto a un campo electromagnético externo, se polariza, de manera que queda cargado positivamente en la dirección en que va el campo electromagnético, y cargado negativamente en el sentido contrario. Puesto que el conductor se ha polarizado, este genera un campo eléctrico igual en magnitud pero opuesto en sentido al campo electromagnético, luego la suma de ambos campos dentro del conductor será igual a 0.

El funcionamiento de la jaula de Faraday se basa en las propiedades de un conductor en equilibrio electrostático. Cuando la caja metálica se coloca en presencia de un campo eléctrico externo, las cargas positivas se quedan en las posiciones de la red; los electrones, sin embargo, que en un metal son libres, se mueven en sentido contrario al campo eléctrico y, aunque la carga total del conductor es cero, uno de los lados de la caja (en el que se acumulan los electrones) se queda con un exceso de carga negativa, mientras que el otro lado se queda sin electrones (carga positiva).



Fig. 1.5 Jaula de Faraday

La protección total contra descargas atmosféricas consiste en una Jaula de Faraday completa, No obstante, un buen sistema de apantallamiento, compuesto por puntas, bajantes y puestas a tierra, garantiza en la mayoría de los casos un grado de protección suficiente.

c) Protección de Sobretensiones.

Este tipo de protecciones son complementarias con el sistema de apantallamiento, y están concebidas para evitar que las sobretensiones generadas por descargas atmosféricas o por maniobras superen los niveles de aislamiento de los equipos y conduzcan a la creación de cortocircuitos. En la figura 1.6 se esquematiza esta protección. Los dispositivos de protección contra sobretensiones (DPS) limitan la tensión mediante la absorción de una parte de la energía que produce la sobretensión. En condiciones de tensión nominal en el sistema, estos dispositivos absorben cantidades mínimas de corriente (del orden del microampere), y su característica no lineal hace que cuando la tensión alcance valores elevados, la corriente aumente abruptamente, absorbiendo energía de la sobretensión.

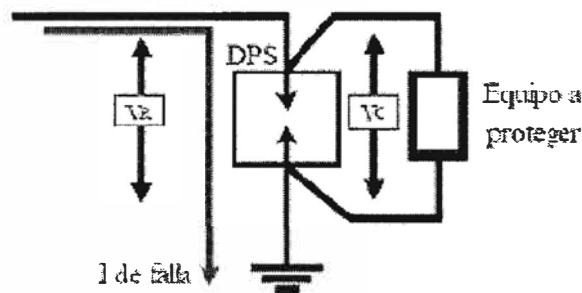


Fig. 1.6 Esquema de Protección de Sobretensiones

d) Sistema de Protecciones Eléctricas.

El papel principal de los equipos de protección es el de garantizar que las fallas eléctricas son detectadas y aisladas dentro de unos límites de tiempo que garanticen la seguridad de las personas y de las instalaciones.

Los efectos de las fallas eléctricas dependen principalmente de dos factores: la magnitud de la falla (corriente de cortocircuito) y la duración. Los efectos de la circulación de corriente a través del cuerpo humano o choque eléctrico son proporcionales al tiempo de duración; la cantidad de calor recibido por una persona de un arco eléctrico, depende también de su duración. Por todo lo anterior, es indispensable la implementación de sistemas de protecciones adecuados y con los ajustes correctos tendientes a minimizar los tiempos de duración de las fallas.

e) Espacio para realizar trabajos y Distancia de Seguridad.

Es indispensable para realizar trabajos en la instalación eléctrica, contar con un espacio adecuado de acceso y de trabajo que permita la operación y el mantenimiento del equipo. Además, la instalación debe permitir la circulación del personal y de los vehículos por las zonas permitidas garantizando que se mantengan unas distancias mínimas al equipo energizado. Estos espacios deben ser previstos desde el diseño.

f) Señalización y Barreras.

Las partes energizadas deben contar con una protección contra contacto accidental utilizando algunas de las siguientes alternativas:

- Confinándolas en gabinetes apropiados.
- Ubicándolas en recintos a los cuales solo tenga acceso el personal calificado.
- Ubicándolas a una altura tal que no represente riesgo para el personal que circula por el lugar.

Además, se deben tener las señales de advertencia donde se advierta al sobre el riesgo y se prohíba la entrada al personal no calificado.

g) Mantenimiento Preventivo.

El deterioro del equipo eléctrico es inevitable, pero su falla no lo es. El deterioro puede verse acelerado por factores tales como medio ambientes hostiles, sobrecarga o ciclos pesados de uso. Tan pronto como se instala el equipo nuevo, inicia el proceso normal de deterioro y si al equipo no se le realiza mantenimiento preventivo se puede generar su mal funcionamiento o fallas eléctricas.

Además del deterioro normal, existen otras causas potenciales de falla del equipo que deben ser detectadas y corregidas a través del mantenimiento preventivo.

1.4. Campos Eléctricos y Magnéticos Asociados al Uso de la Energía Eléctrica

1.4.1. Recomendaciones Internacionales para Niveles de Exposición

Estos valores están basados sólo en los efectos demostrados, es decir los efectos de corto término, y las diferencias entre los valores fijados por cada organismo radican principalmente en la aplicación de diferentes factores adicionales, y de algunas maneras arbitrarias. En la tabla N° 1.2 se presentan las normas y regulaciones más reconocidas, sobre los niveles de máxima exposición a campos magnéticos a frecuencia industrial (60 Hz), recomendados para ambientes ocupacionales y para el público en general. [5]

Tabla N° 1.2 Máxima Exposición a Frecuencia industrial (60Hz)

Estándar	E (kV/m)	B (mG)	Comentario
International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, 1998	8.33	4,167.70	Ocupacional
	4.17	833.30	Público
European Prestandar ENV 50166-1 (1995)	25.00	1,333.33	Ocupacional
	10.00	5,333.33	Público
International Radiation Protection Association (IRPA)	10.00	5,000.00	Ocupacional
	5.00	1,000.00	Público
(National Resources Planning Board) NRPB, Reino Unido	12.00	16,000.00	Ocupacional
	12.00	16,000.00	Público
American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)	25.00	10,000.00	Ocupacional

1.4.2. Mediciones y Registro de Campos

a) Mediciones con Trabajo en Tensión en Media Tensión.

Considerando su cercanía a la línea energizada de Media Tensión, es razonable pensar que quienes realizan Trabajos en Tensión puedan estar expuestos a campos eléctricos y magnéticos relativamente altos.

Mediante el reporte donde se realizaron mediciones en diez (10) condiciones de Trabajos en Tensión en circuitos de distribución a 13,2 kV, pertenecientes al sistema EPSA, se presenta la tabla N° 1.3 y figura 1.7 donde se muestran los valores máximos y promedio de campo magnético obtenidos durante las diez mediciones. [6], [7]

La exposición de los trabajadores a los campos eléctricos es difícil de establecer, ya que los operarios mismos y los equipos que se utilizan en ese procedimiento, como es el caso de las canastillas, alteran y distorsionan el campo eléctrico, por esta razón no se midió.

Tabla N° 1.3 Registro de Campos Magnéticos en Trabajos en Tensión

N°	Condición de Trabajo	Máximo (mG)	Promedio (mG)
1	Retiro de protecciones	24.5	11.1
2	Cambio de puentes	929.6	327.0
3	Cambio de pararrayos	945.6	196.4
4	Cambio de pararrayos	36.9	13.8
5	Cambio de alimentador	73.3	33.0
6	Cambio de alimentador	207.3	46.6
7	Cambio cortacircuitos	52.7	8.4
8	Reubicación recloser	62.1	20.2
9	Reubicación recloser	56.1	23.8
10	Reubicación recloser	78.1	29.3

En la figura N° 1.8 se muestran el campo magnético en función del tiempo para una condición típica en los Trabajos en Tensión.

Las mediciones de exposición a campo magnético se hicieron con el propósito de conocer los niveles típicos a los cuales se encuentra expuesto el personal, mientras realiza actividades de mantenimiento de las redes de media tensión con el procedimiento de Trabajo en Tensión.

Para las mediciones se colocó el medidor con la ayuda de un pequeño maletín, en el pecho de la persona encargada de hacer el Trabajo en Tensión.

El medidor se programó de manera que almacenara los valores de campo magnético cada 3 segundos, durante el período de duración del trabajo.

Debido a que los operarios, los equipos y protecciones alteran distorsionan o anulan el campo eléctrico, durante el proceso del trabajo, no se realizó medición alguna.

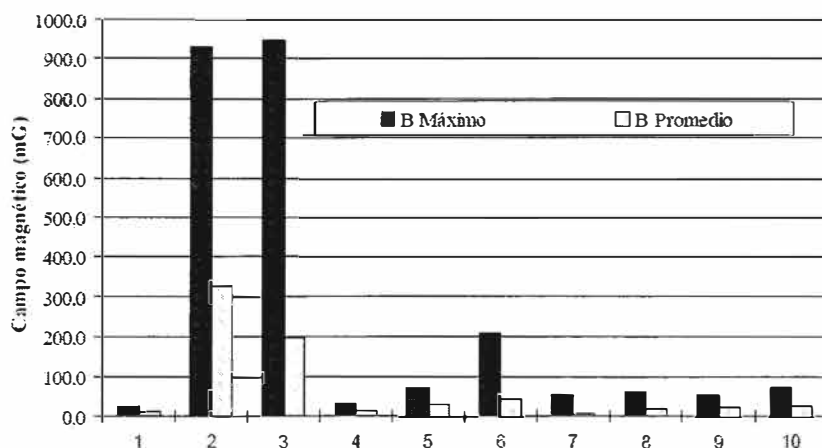


Fig. 1.7 Registro de Campos Magnéticos en Trabajos en Tensión

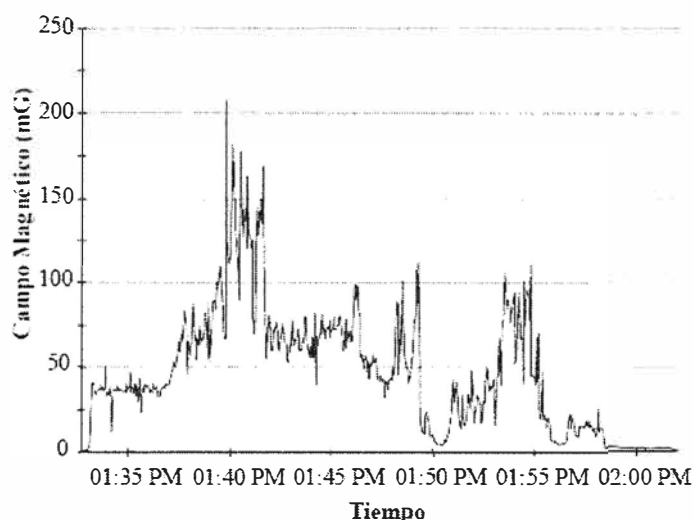


Fig. 1.8 Comportamiento característico del Campo Magnético

b) Mediciones en Transformadores de Distribución.

Mediante el reporte donde se realizaron mediciones en diez (10) transformadores de distribución de diferentes potenciales y numero de fases pertenecientes a la empresa Energía del Pacífico EPSA, se presenta la tabla N° 1.4 y figura 1.9 donde se muestran los valores máximos y promedio de campo magnético obtenidos durante las diez mediciones. [6]

c) Mediciones en Líneas de Transmisión y Subestaciones de Alta Tensión.

Mediante reportes de mediciones de los Campos eléctricos y magnéticos en líneas y subestaciones de 115 kV y 230 kV perteneciente a la empresa Energía del Pacífico EPSA, y mediciones de la costa norte de Colombia, Cuba y Costa Rica, se obtuvieron los resultados indicados en el ANEXO A, y resumidos por sus valores máximos en las graficas de la figura N° 1.5. Todas las mediciones fueron hechas a una altura de 1 metro del nivel del suelo. Todas las mediciones se hicieron a una altura de 1 metro sobre el

nivel del suelo, utilizando un medidor EMDEX II y una rueda para mapeo LINDA, elementos comúnmente usados en muchos estudios internacionales. [6]

Tabla N° 1.4 Registro de Campos Magnéticos en transformadores de Distribución

N°	Condición de Trabajo	Máx. a altura de bujes - 0.5m (mG)	Máx. a altura de bujes (mG)	Máx. a altura de bujes + 0.5m (mG)
1	Trifásico 75 kVA (29.98%)	89.2	51.3	60.3
2	Monofásico 50 kVA (51.20%)	636.8	288.0	125.1
3	Trifásico 75 kVA (37.86%)	417.9	125.7	35.2
4	Monofásico 25 kVA (4.71%)	27.7	45.2	11.4
5	Monofásico 37.5 kVA (31.90%)	42.7	30.4	13.2
6	Monofásico 37.5 kVA (24.42%)	10.0	10.6	9.8
7	Monofásico 37.5 kVA (34.84%)	42.9	23.8	9.8
8	Monofásico 50 kVA (30.48%)	355.0	337.8	119.5
9	Trifásico 75 kVA (3.99%)	6.6	2.5	2.1
10	Monofásico 50 kVA (38.57%)	36.6	40.5	33.0

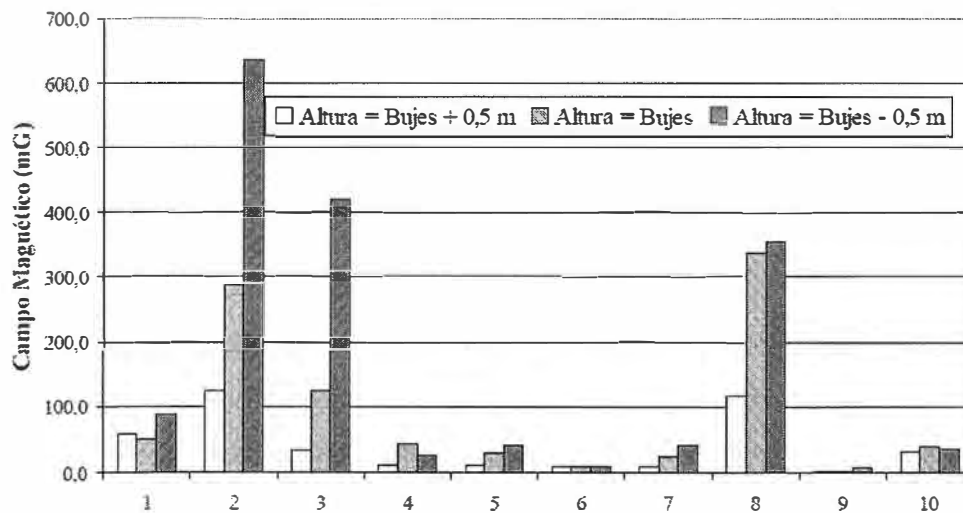


Fig. 1.9 Registro de Campos Magnéticos en Transformadores de Distribución

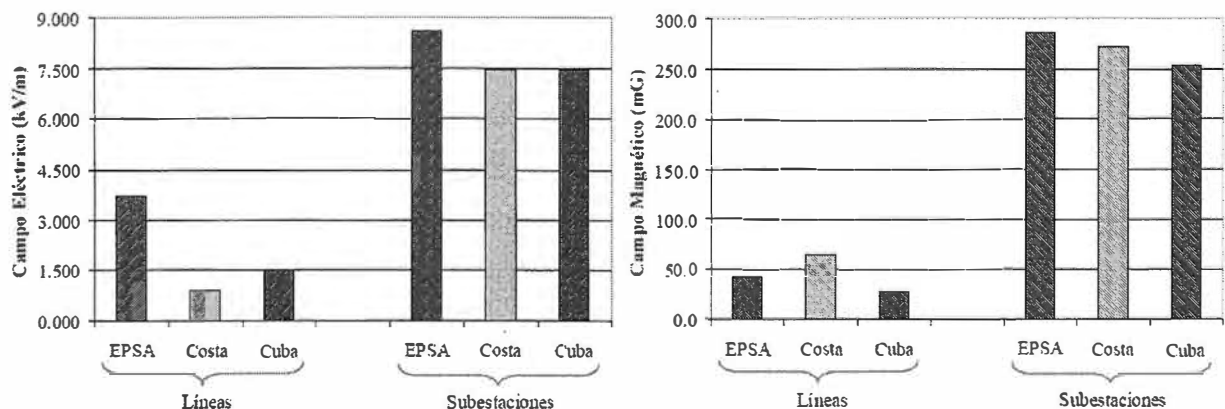


Fig. 1.10 Valores máximos en Mediciones de Líneas y Subestaciones de AT

1.4.3. Informe de Organizaciones Internacionales

En los últimos, se han publicado numerosos artículos sobre los efectos biológicos y aplicaciones médicas de la radiación no ionizante que también son clasificados como Campos Electromagnéticos de baja frecuencia y extremadamente baja o frecuencia industrial (desde 3 hasta 300 Hz), que son los producidos por las redes de transmisión y distribución de energía eléctrica.

A pesar de que algunas personas piensan que se necesitan más investigaciones, los conocimientos científicos en este campo son ahora más amplios que los correspondientes a la mayoría de los productos químicos.

- Proyecto Internacional CEM – Organización Mundial de la Salud.

“Basándose en una revisión profunda de las publicaciones científicas, la OMS concluyó que los resultados existentes no confirman que la exposición a campos electromagnéticos de baja intensidad produzca ninguna consecuencia para la salud. Sin embargo, los conocimientos sobre los efectos biológicos presentan algunas lagunas que requieren más investigaciones.

Algunas personas han atribuido un conjunto difuso de síntomas a la exposición de baja intensidad a campos electromagnéticos en el hogar. Los síntomas notificados incluyen dolores de cabeza, ansiedad, suicidios y depresiones, náuseas, fatiga y pérdida de la libido.

Hasta la fecha, las pruebas científicas no apoyan la existencia de una relación entre estos síntomas y la exposición a campos electromagnéticos.

Al menos algunos de estos problemas sanitarios pueden deberse al ruido o a otros factores del medio, o a la ansiedad relacionada con la presencia de tecnologías nuevas”.

- Informe de la Comisión Internacional para la Protección Contra la Radiación no Ionizante (ICNIRP), 1998.

“En la actualidad solo se puede concluir que no hay una evidencia convincente de efectos cancerígenos y que los datos no se pueden usar como base desarrollar recomendaciones de exposición”

- Instituto de Ingenieros Electricos y Electronicos IEE. Grupo de Expertos COMAR (Comité Man and Radiatio), 1999.

“La evidencia científica no apoya la existencia de cáncer u otros peligros para la salud y seguridad por la exposición de campos de frecuencia industrial a los niveles que se encuentran en los ambientes domésticos normales o en la mayoría de los ambientes laborales...”

- Informe del Instituto Nacional de Salud y Seguridad Ambiental (NIESH), Estados Unidos, 1999.

“La evidencia científica para sugerir que la exposición a campos electromagnéticos de frecuencia extremadamente baja supone un riesgo para la salud es débil”

- Ministerio de Sanidad y Consumo de España. Dirección General de Salud Pública y Consumo, 1999.

“La exposición a campos electromagnéticos no ocasiona efectos adversos para la salud, dentro de los límites establecidos en la Recomendación de Consejo de Ministros de Sanidad de la Unión Europea (1999/519/CE) basada en la guía desarrollada por el ICNIRP, relativa a la exposición del público a campos electromagnéticos de 0Hz a 300 GHz.”

- Consejo Internacional sobre Grandes Sistemas Eléctricos (CIGRE), 2000.

“El punto de vista del CIGRE es que no hay justificación científica para tomar medidas para reducir la exposición a los campos electromagnéticos a través de cambios en la tecnología y el manejo de los sistemas de potencia de alta tensión existentes. Sin embargo, considerando la existencia del interés del público y algunas incertidumbres científicas, el CIGRE continuara monitoreando el problema y actualizará su punto de vista a la luz de cualquier nuevo desarrollo”.

CAPÍTULO II

LOS TRABAJOS EN TENSIÓN

2.1. Definiciones

Dentro del esquema de los trabajos eléctricos que se describen en el ANEXO B, se ubican los Trabajos en Tensión, los cuales se definen básicamente como el realizar una actividad sin tener que suspender la energía eléctrica, razón por la cual se deberá hacerla con los cinco sentidos en perfecto estado y con las debidas precauciones [8].

Los términos utilizados para referirse a este tema varían según la región o el área de aplicación y se denotan como: Trabajos con tensión, trabajos en línea viva, trabajos en redes energizadas, trabajos en líneas energizadas, trabajos en caliente, etc.

Tomando como referencia el Real Decreto RD 614/12001 (España), se define los Trabajos en Tensión y Trabajos en Proximidad como una variedad de tipos de trabajos relacionados con la electricidad y se describen de la siguiente manera:

- El trabajador entra en contacto con elementos en tensión, o zona de trabajos en tensión, con parte de su cuerpo o con las herramientas que manipula.
- El trabajador entra o puede entrar en la zona de proximidad, sin entrar en zona de trabajos en tensión, con parte de su cuerpo o con las herramientas que manipula.

Además establece los términos de:

- Zona de peligro o zona de trabajos en tensión: espacio alrededor de los elementos en tensión en el que la presencia de un trabajador desprotegido supone un riesgo grave e inminente de que se produzca un arco eléctrico, o un contacto directo con el elemento en tensión, teniendo en cuenta los gestos o movimientos normales que puede efectuar el trabajador sin desplazarse.

Donde no se interponga una barrera física que garantice la protección frente al riesgo eléctrico, la distancia desde el elemento en tensión al límite exterior de esta zona será la indicada en la tabla N° 2.3.

- Zona de proximidad: espacio delimitado alrededor de la zona de peligro, desde la que el trabajador puede invadir accidentalmente esta última. Al igual que la zona de peligro, donde no se interponga una barrera física que garantice la protección frente al riesgo eléctrico, la distancia desde el elemento en tensión al límite exterior de esta zona será la indicada en la tabla N° 2.3.

- Trabajo en proximidad: trabajo durante el cual el trabajador entra, o puede entrar, en la zona de proximidad, sin entrar en la zona de peligro, bien sea con una parte de su cuerpo, o con las herramientas, equipos, dispositivos o materiales que manipula.

De acuerdo a este decreto español, en la figura 2.1 Se representa las distancias límite de zonas de trabajo.

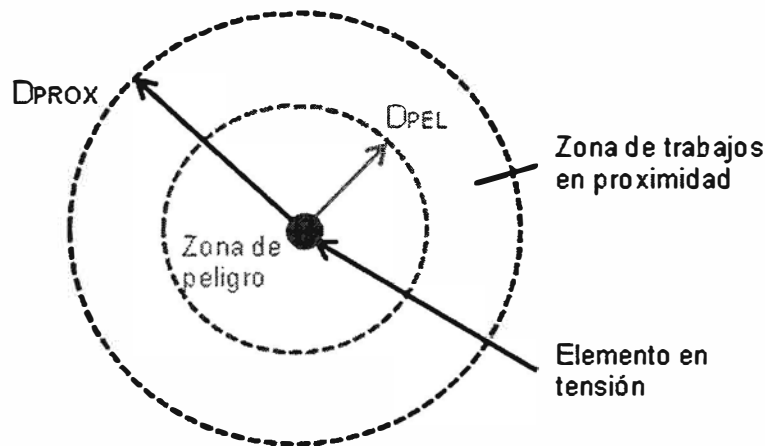


Fig.2.1 Distancia límite de la zona de trabajo

Donde:

D_{PROX} : Distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad.

D_{PEL} : Distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro.

2.2. Evolución Histórica

Los Trabajos en Tensión comenzó con el uso de los primeros bastones para operar seccionadores fusibles, las primeras herramientas hicieron su aparición en 1913, inicialmente eran rústicas y de fabricación casera, pero dieron origen a las actuales, más eficientes y mejor acabadas.

En 1916 se desarrollan las primeras pértigas con conector o grapas para conexiones rápidas de derivaciones con tensión.

En 1918 ya existían herramientas adaptables como arcos de sierra, pesas sujeta cables, pértiga podadora y vara con cabeza universal intercambiable.

En 1945 de desarrollo de herramientas livianas, ya que hasta entonces las varas o pértigas eran de madera barnizada y por ello pesadas y poco manejables especialmente en trabajos de líneas de transmisión.

Poco después la aparición de la fibra de vidrio permite el desarrollo de pértigas de este nuevo material, mucho más ligero, y se generaliza su utilización. Al mismo tiempo que se sustituye la madera con este nuevo tipo de material, se empiezan a desarrollar las herramientas de aluminio tratado en caliente para seguir disminuyendo el peso total.

Las primeras herramientas se diseñaron para trabajar a 34 kV, posteriormente se llegó a trabajar en línea energizada hasta 110 kV, en el año de 1948.

En 1957 trabajos en líneas de 345 kV.

En los Ángeles California, en 1964 se cambiaron aisladores de suspensión en una línea de 287 kV, se usaron herramientas de Epoxiglas en todas las líneas de los países de EEUU y Canadá, llegando a realizarse posteriormente Trabajos en Tensión en líneas de 735 kV.

La necesidad de realizar trabajos de mantenimiento en líneas energizadas, ha ido aumentando constantemente debido a la natural expansión de las líneas, al aumento del tensión eléctrica en las de distribución y a la necesidad cada vez más imperiosa de mantener la continuidad del servicio eléctrico [8], [10], [13].

2.3. Métodos de Trabajo

Existen tres maneras de realizar trabajos en tensión:

2.3.1. Métodos de Contacto

a) Principio Básico

Consiste en aislar al trabajador para realizar los contactos directos intencionales con los conductores y/o elementos energizados durante la ejecución de la tarea. Se obtiene por medio del aislamiento adicional entre el trabajador y el equipo energizado, el cual se ilustra en la figura 2.2.

Esta protección se logra mediante el uso de guantes de goma y mangas de goma.

Norma básica: Solo puede haber un punto sin proteger a una tensión determinada en la zona de trabajo.

b) Ventaja

El trabajador puede ejecutar todos los trabajos directamente con sus manos.

c) Desventaja

Desgaste físico del trabajador por excesiva transpiración.

d) Utilización

La agilidad y rapidez en la ejecución de las tareas, conjuntamente con un elevado nivel de seguridad para los operarios, hace que este método sea el más utilizado en instalaciones de media tensión.

2.3.2. Métodos de Distancia

a) Principio Básico

Mantener una distancia segura, de líneas y equipos energizados, al trabajador, en base al empleo de varas o pértigas aislantes para realizar todas las acciones necesarias para conseguir la ejecución del trabajo, cumpliendo en todo momento con las distancias de seguridad. En el trabajo en tensión a distancia, se debe garantizar se debe garantizar

que la distancia de aproximación sea siempre mayor que la distancia mínima de seguridad, que puede expresarse mediante la fórmula N° 2.3.



Fig. 2.2 Aplicaciones del Método de Trabajo al Contacto.

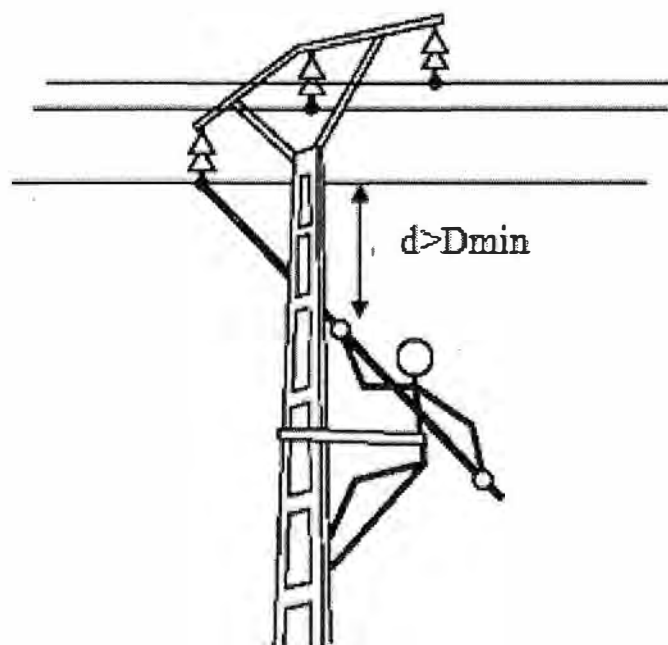


Fig. 2.3 Método de Trabajo a Distancia.

$$D_{min}=D+E \quad (2.1)$$

Donde:

D: Distancia eléctrica.

E: Distancia Ergonómica.

D_{min}: Distancia Mínima de seguridad.

b) Ventaja

No necesita equipo de protección especial.

c) Desventaja

Exige mayor cansancio físico para el trabajador, además requiere de un alto nivel de precisión.

d) Utilización

Redes de media y alta tensión.

Cuando no se puede mantener la distancia de seguridad, se usa protecciones, el cual se ilustra en la figura 2.4.

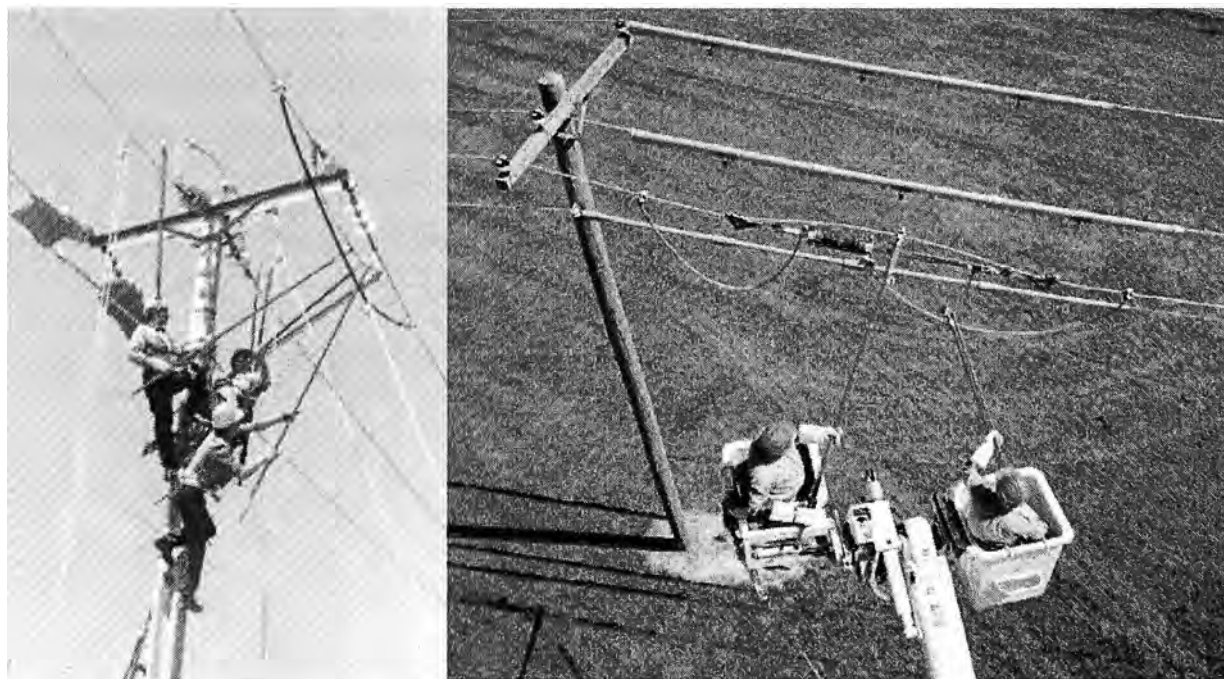


Fig. 2.4 Aplicaciones del Método de Trabajo a Distancia.

2.3.3. Métodos del Potencial

a) Principio Básico

Los trabajadores que entran a potencial en los conductores y/o elementos energizados lo hacen protegidos por un traje de material ignífugo en el que van entrelazadas fibras de metal, y les permite entrar en contacto con los circuitos sin sufrir daño alguno. En estas condiciones, debe estar asegurado su aislamiento respecto a tierra y a las otras fases de

la instalación mediante elementos aislantes adecuados a las diferencias de potencial existentes.

Michael Faraday, físico y químico inglés demostró en 1821 que el campo electromagnético de un conductor es nulo y deja sin efecto los campos externos. Es decir que gracias a esta teoría conocida como Jaula de Faraday, trabajadores se convierten en conductores de electricidad sin sufrir ningún daño.

En la práctica, el traje, de color grisáceo, está compuesto por varias piezas (pantalón, guantes, camisa y calcetines) que van unidas entre sí. Cuando trabajador se acerca al circuito, ata un lazo del mismo material desde un traje a la línea, y ya puede comenzar a trabajar.

Es imprescindible asegurar el aislamiento del trabajador con relación a la tierra a través de dispositivos de aproximación aislantes, comprobando antes su corriente de fuga, de acuerdo al nivel de tensión que va a tocar. Para ello se usa, además de un traje especial de protección, escaleras, y cuerdas aislantes [9].

En el caso en que se necesite emplear una plataforma, barquilla, andamio o silla aislante, plataforma o cesta colgada a un helicóptero desde la que los trabajadores suspendidos por el aire, pueden realizar sus trabajos, ésta misma sirve también por los materiales de que ésta hecha, de elemento de protección.

En el gráfico 2.5 se ilustra la restricción de la distancia de seguridad para la aproximación en el Trabajo al Potencial establecidos por el Real Decreto español, los mismos que se especifican más adelante en título 2.6.

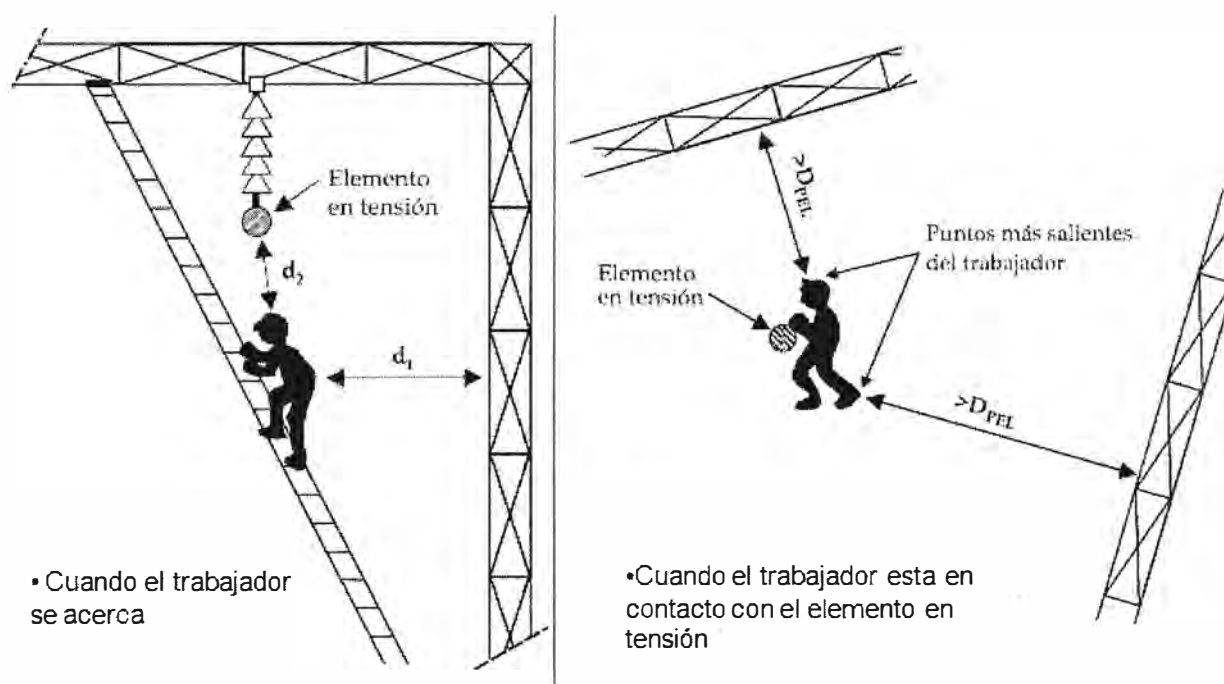


Fig. 2.5 Distancia de aproximación para Trabajo al Potencial.

b) Ventaja

El trabajador ejecuta todas las labores con sus propias manos.

c) Desventaja

Caídas y golpes.

d) Utilización

Redes y líneas de alta tensión.

En la figura 2.6 se muestran algunas aplicaciones de este método.

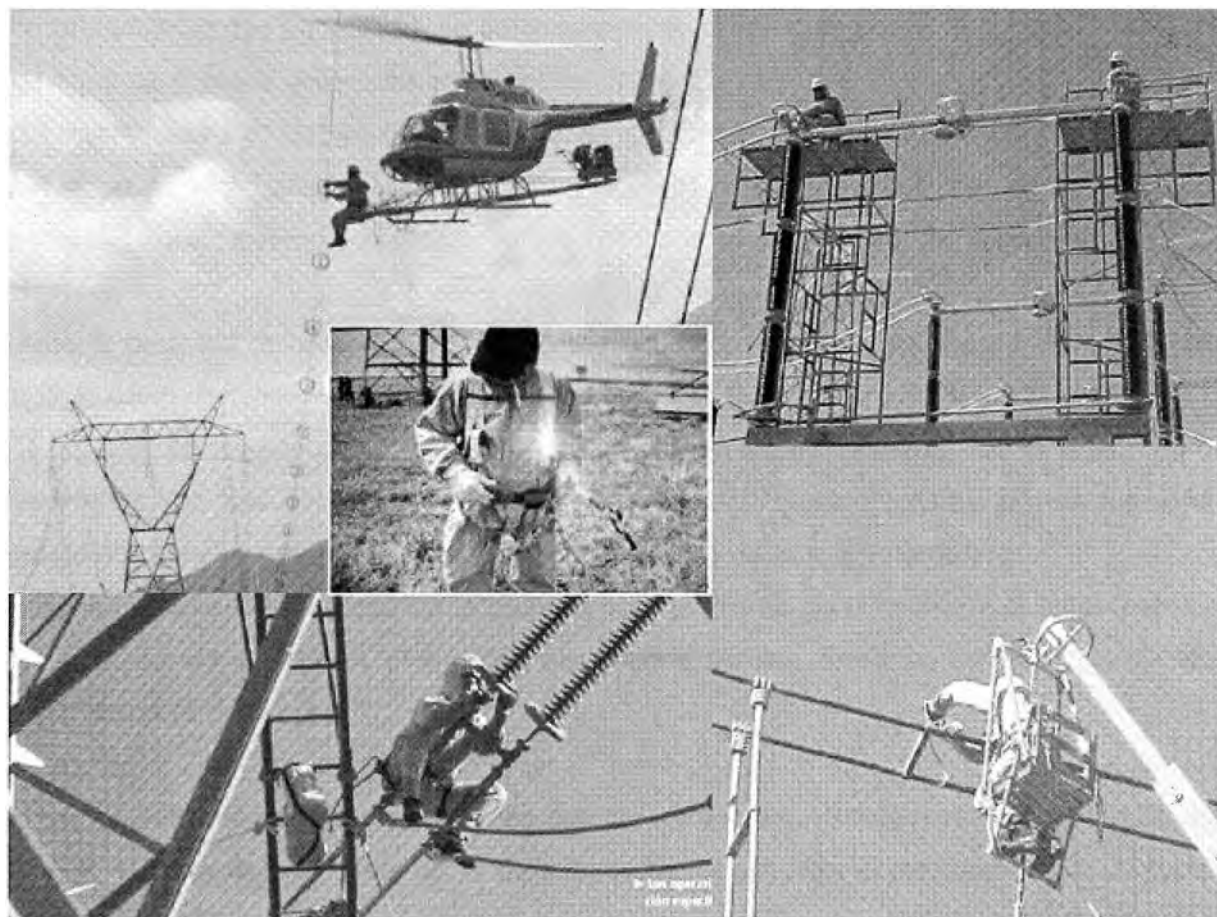


Fig. 2.6 Método de Trabajo al Potencial.

2.3.4. Métodos Robotizado**a) Principio Básico**

Mantener una distancia segura, de líneas y equipos energizados, al trabajador. El entorno en el cual se van a realizar los trabajos condiciona de forma muy importante las características de los equipos a utilizar [11]. En principio, basta con considerar la accesibilidad de la zona de trabajo y tipo de instalación y las condiciones meteorológicas. La aplicación de este método se ilustra en la figura 2.7.

A mediados de los años 80, el instituto norteamericano EPRI (Electric Power esearch Institute), previendo las posibilidades de la robótica en el sector del mantenimiento en

tensión, comenzó las primeras investigaciones, desarrollando un primer prototipo de robot para mantenimiento en tensión denominado TOMCAT. Casi de forma simultánea, la compañía Japonesa Kyushu Electric Power Co. comenzó también su propio desarrollo. Otras compañías en el mundo han comenzado en los últimos años desarrollos similares, pudiéndose citar entre las más importantes a Pacific Gas & Electric Co. en Estados Unidos, AICHI y Shikoku en Japón, e Hydro-Quebec en Canadá. ROBTET (ROBot para Trabajos En Tensión) en España que está siendo realizado por IBERDROLA, S.A., COBRA y DISAM.

Para los elementos portadores se considera tanto el vehículo sobre el que van montados los equipos como la grúa o brazo portador.

Los manipuladores deben contar con unas características particularmente cuidadas en cuanto a la movilidad, relación peso/capacidad de carga y tipo de control. Además debemos tener especial cuidado con respecto a la capacidad de aislamiento de los mismos.

Dada la variedad de tareas que se pretende acometer con este tipo de robots, se plantea la necesidad de desarrollar paralelamente a éstos toda una gama de herramientas.

Es importante señalar que todos los sistemas que se están considerando se basan en un control de tipo tele-operado, sin que ello quiera decir que no existan ciertas funciones más o menos específicas que puedan ser realizadas de forma automática.

El aislamiento eléctrico tanto de la zona remota (extremo de la grúa) de la local (camión) como la de los diferentes elementos de la zona remota entre sí, es un tema de vital importancia [11].

b) Ventaja

El trabajador ejecuta todas las labores con los servomecanismos como extensión de sus manos. Una ventaja añadida de la utilización de robots para el mantenimiento de líneas en tensión es que éste pueda ser efectuado bajo condiciones meteorológicas moderadamente adversas. También reduce la mano de obra [10].

c) Desventaja

Equipos costosos y aún en desarrollo.

d) Utilización

Redes de media tensión en países con normas de seguridad exigentes para Trabajos en Tensión, y especialmente en alta tensión.

En todas las variedades el objetivo es el mismo: evitar que el trabajador esté entre dos puntos de tensión [9], [11], [12].

La elección de método de trabajo dependerá de los factores: Distancia de seguridad, Nivel de tensión de la instalación y accesibilidad.



Fig. 2.7 Aplicaciones de los Trabajos Robotizados.

2.4. Equipos y Herramientas

De la amplia gama de equipos y herramientas para ejecutar Trabajos en Tensión, se pueden clasificar en:

2.4.1. Pértigas o Varas Aisladas

Construidas en fibra de vidrio con revestimiento de resina epóxica y terminales en aluminio con excelentes cualidades de aislamiento eléctrico, alta resistencia mecánica, peso mínimo, cómoda y fácil manipulación y versatilidad.

Por su uso podemos clasificarlas con:

- Pértigas de soporte: pueden ser levantadoras (soportan el peso del conductor) y tensoras (soportan la tensión de templado de la línea).
- Pértigas para uso universal: se usan para desacoplar físicamente las líneas de los aisladores.
- Pértigas para uso especial: que se usan para trabajos individuales específicos, pueden ser:
 - Pértigas para fusibles de fuerza,
 - Pértigas para cortar ramas y obstáculos de líneas.
 - Pértigas de anillo espiral (para separación de las líneas de la estructura).
 - Pértigas camilla porta cadena de aisladores.

- Pértigas de puentes (puentes provisionales).
- Pértigas para equipos de medición, etc.

Para el cuidado de pértigas se considera el chequeo eléctrico y mecánico, que se encuentren libres de humedad, correcto transporte y ubicación en el área de trabajo, libres de deterioro en su superficie, entre otros, en la figura 2.8 se ilustra el chequeo mecánico y eléctrico de las pértigas.



Fig. 2.8 Chequeo de Pértigas.

2.4.2. Elementos de Cubrimiento

Construidos en polietileno lineal y/o flexibles en caucho sintético. Ilustrado en la figura 2.9.

- Manta dieléctrica
- Cubridores de línea, seccionador, postes y cruceta

Las características de estos elementos son:

- Excelentes cualidades de aislamiento eléctrico.
- Vulnerables a las caídas y a los rayos ultravioleta
- Se fabrican para casi todos los elementos de la red.

2.4.3. Plataformas

Se usa para que el personal trabaje cómodamente parado sobre ellas en forma segura junto a la estructura, entre ellas tenemos:

- Los vehículos canasta: Para los que se debe tener en cuenta la ubicación del equipo, nivel de aislamiento, tipo de barril, capacidad de giro, brazos aislados, herramientas

adicionales, gatos soportes, cabina y gavetas, conexión a tierra del vehículo. En la figura 2.10 se muestra varios vehículos canasta.

- Las silletas elevadoras.
- Los soportes corredizos.
- Las cadenas de extensión.
- Los puentes conductores.
- Canastas aisladas

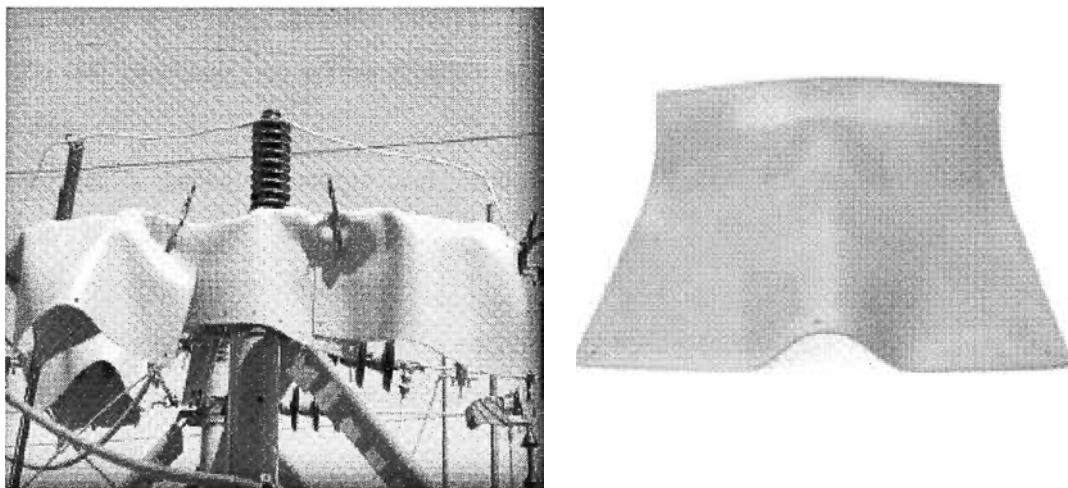


Fig. 2.9 Elementos de Cubrimiento.

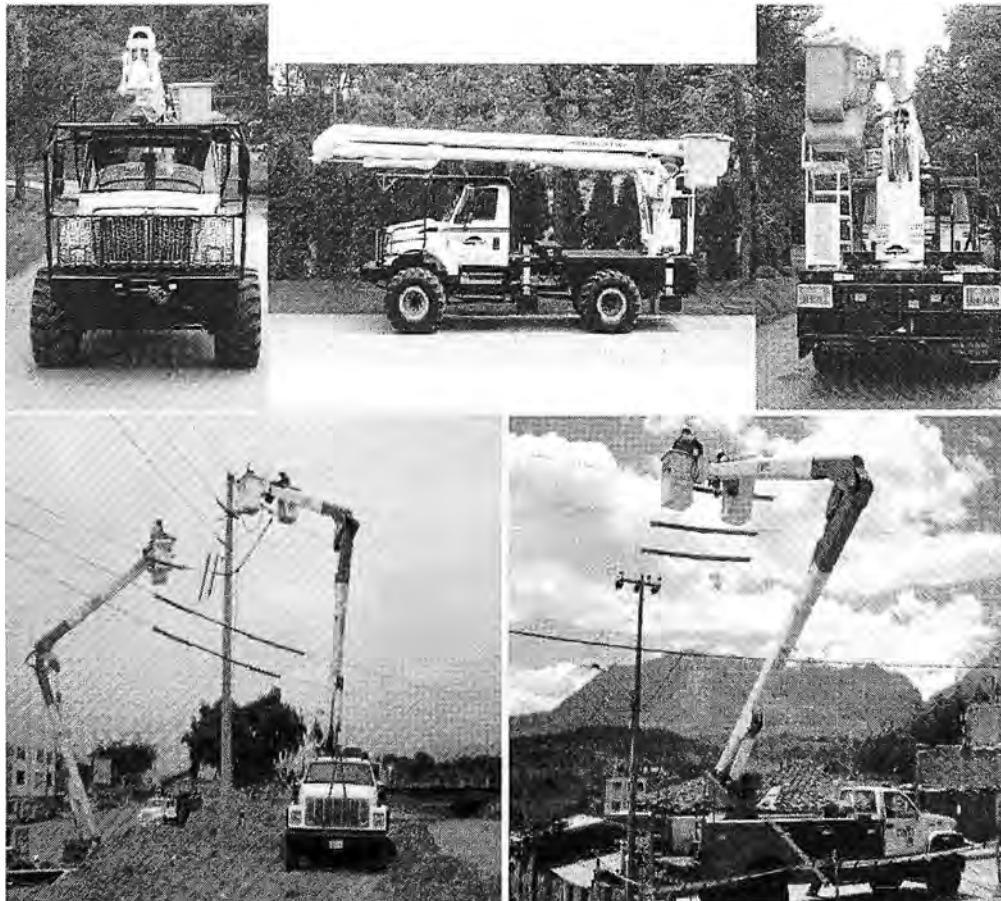


Fig. 2.10 Vehículos Canasta

2.4.4. Equipos y Herramientas de Uso Personal

Entre ellas tenemos:

- Guantes y mangas dieléctricos de caucho vulcanizado natural o sintético,
- Guantes de primera línea de defensa.

Deberán ser de forma natural de la mano para reducir la fatiga; flexibles y resistentes. Usar siempre en conjunto manga y guante.

Para el correcto cuidado se debe considerar básicamente el lavado con jabones suaves, no exponerlos al ozono, lavarlos cuando han estado en contacto con aceite o cualquier derivado del petróleo, no almacenarlos al revés y evitar el contacto de objetos cortopunzantes.

- Anteojos o gafas de seguridad, antipartículas y con protección para radiaciones infrarrojas del sol.
- Cinturón porta herramientas,
- Cinturón de seguridad con faja de seguridad impermeable de PVC.
- Casco de seguridad dieléctrica, preferentemente con ala de seguridad y barbiquejo aguantable
- Chaleco reflexivo.
- Zapatos dieléctricos, botas de caucho

Aparejos, cuerdas, poleas

Estos equipos se ilustran en la figura 2.11.

En general, los cuidados de elementos de protección personal incluyen: Almacenamiento en lugares frescos y ventilados, lavado con detergentes suaves y chequeo neumático y eléctrico.

En la tabla N° 2.1 se muestra la representación de colores para las diversas clases de seguridad y su uso según el tipo de nivel de tensión [10].

Tabla N° 2.1 Código de Colores por Clase

Color	Clase	Tensión de prueba kV	Tensión de uso kV
Rojo	0	5	1
Blanco	1	10	7.5
Amarillo	2	20	17
Verde	3	30	26.5
Naranja	4	40	36

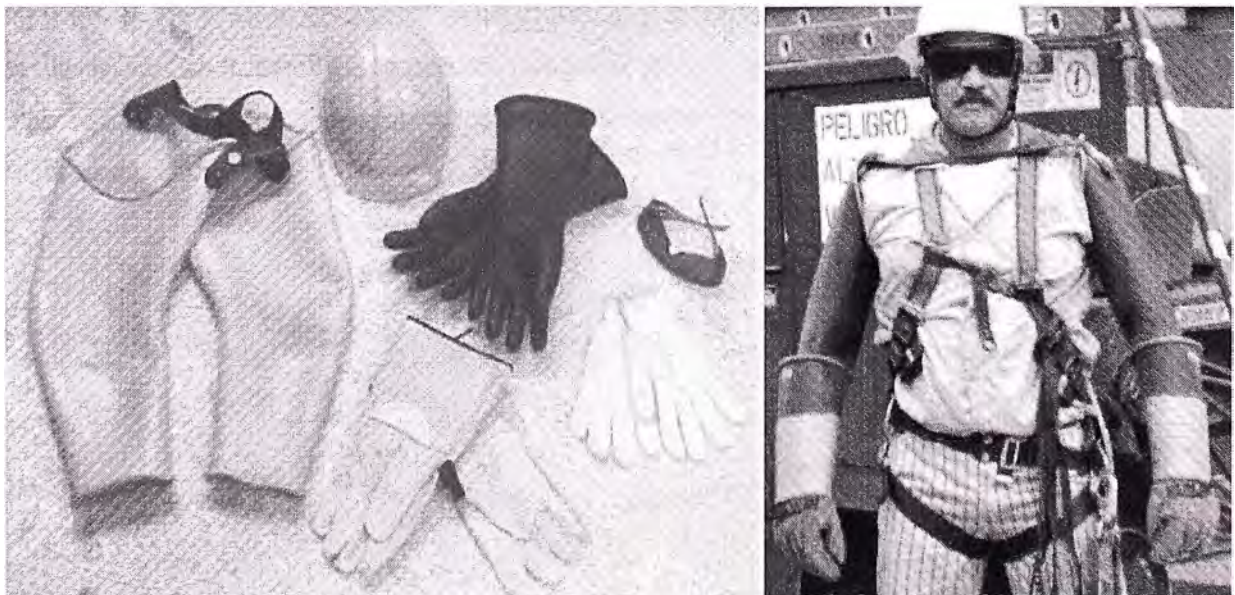
En la tabla N° 2.2 se muestra el detalle de la normas ASTM para la fabricación y de chequeo utilizadas en los equipos de Trabajos en Tensión [10], [17], y en la tabla N° 2.3 se indican las Normas Aplicables a los equipos según el Real Decreto Español.

Taba N° 2.2 Normas de Fabricación y Chequeo de Equipos

Equipos	Fabricación	Chequeo
Guantes	ASTM D-120	ASTM F-496
Mangas	ASTMD-1051	ASTM F-496
Mantas	ASTM D-1048	ASTM F-479
Cubridores	ASTM D-1049	ASTM F-478
Mangueras	ASTM D-1050	ASTM F-478
Pértigas y plataformas aisladas	ASTM D-149	ASTM F-711
Canastas	ASTM F-914	ACNOR C-225

Taba N° 2.3 Normas Técnicas Aplicables a los equipos de protección individual Real Decreto Español.

Norma	Equipo de de Protección
UNE-EN 50237:1998.	Guantes y manoplas con protección mecánica para trabajos eléctricos.
UNE-EN 50321.	Calzado aislante de la electricidad para uso en instalaciones de baja tensión.
UNE-EN 50286:2000.	Ropa aislante de protección para trabajos en instalaciones de baja tensión.
UNE-EN 60895:1998.	Ropa conductora para trabajos en tensión hasta 800 kV de tensión nominal en corriente alterna.
UNE-EN 60903/A11:1997.	Guantes y manoplas de material aislante para trabajos eléctricos.
UNE-EN 60903:2000.	Guantes y manoplas de material aislante para trabajos eléctricos.
UNE-EN 60984:1995.	Manguitos de material aislante para trabajos en tensión.

**Fig. 2.11** Equipos de Uso Personal.

2.4.5. Herramientas Varias

Son una serie de equipos e implementos metálicos y no metálicos que complementan mediante su instalación la utilidad de las herramientas para los Trabajos en Tensión, entre las principales tenemos:

Herramientas y accesorios con aislamiento

- Poleas de servicio
- Soga de poly dacron
- Estrobos de poly dacron
- Llave de tubo con aislante
- Equipos de señalización y comunicación:
- Radio portátil.
- Extintor de dióxido de carbono.
- Cinta replegable de señalización.

Herramientas y accesorios sin aislamiento

- Herramientas para manejo mecánico de materiales
- Mordazas de línea viva
- Herramientas para la construcción de líneas
- Abrazadera deslizante
- Juego de llaves boca corona
- Aceite penetrante
- Equipo de puesta a tierra temporaria de vehículo, etc.

Además según el tipo de trabajo que se realice se elegirá el material provisional necesario. En la figura 2.12 se muestra algunas herramientas.

El método de trabajo empleado y los equipos y materiales utilizados deberán asegurar la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico, garantizando en particular, que el trabajador no pueda contactar ni accidentalmente con cualquier otro elemento potencial distinto al suyo.



Fig. 2.12 Herramienta varias

2.5. Distancias Límite de Zona de Trabajo

Se presentan cálculos correspondientes a diversas referencias de aplicación.

a) Distancia de Seguridad en Zona de Trabajo Según Real Decreto 614/2001

Donde no se interponga una barrera física que garantice la protección frente al riesgo eléctrico, la distancia desde el elemento en tensión al límite exterior de esta la zona de proximidad será la indicada en la tabla N° 2.4.

En la figura 2.13 Se representa las distancias límite de zonas libre de trabajo descritas en la norma del Real Decreto español.

Tabla N° 2.4 Distancia de Seguridad en Zona de Trabajo Según el R. D. N° 614 del 2001

Tensión Nominal (kV) Entre Fases	Distancias (cm)			
	D_{pel-1}	D_{pel-2}	D_{prox-1}	D_{prox-2}
20	72	60	122	300
45	98	73	148	300
66	120	85	170	300
110	160	100	210	500
132	180	110	330	500
220	260	160	410	500
380	190	250	540	700

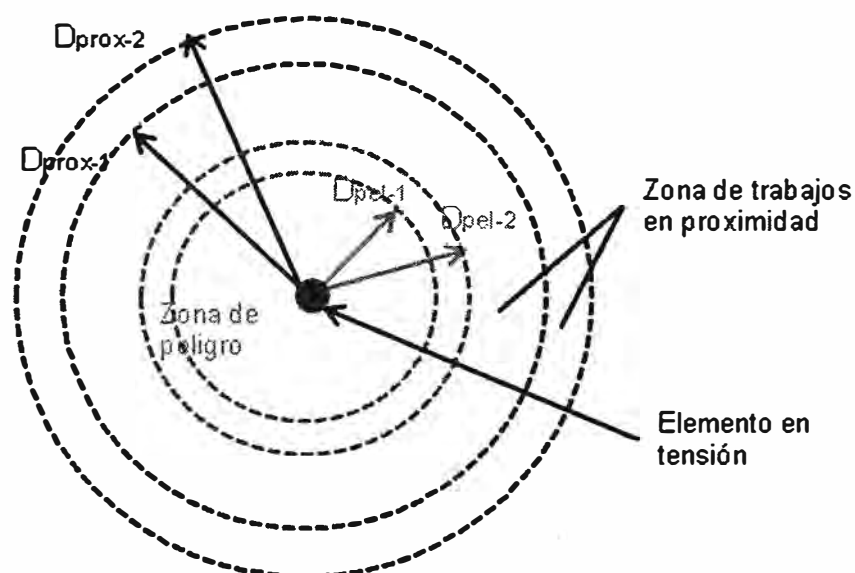


Fig.2.13 Distancia Límite de la Zona Libre de Trabajo

Otro caso distinto será cuando se interponga una barrera física que garantice la protección frente a dicho riesgo. En este caso se encuentra, por ejemplo, una pared de obra, de mampostería, metálica puesta a tierra, o una pantalla dieléctrica (de nivel de

aislamiento adecuado) debidamente estabilizada, que impida a los trabajadores introducirse en la zona de peligro.

Si la barrera es conductora, debe estar puesta a tierra y mantenerse a la distancia previamente calculada respecto al elemento desnudo en tensión.

En la figura 2.14 se representa las distancias límite de zonas de trabajo cuando existen barreras físicas.

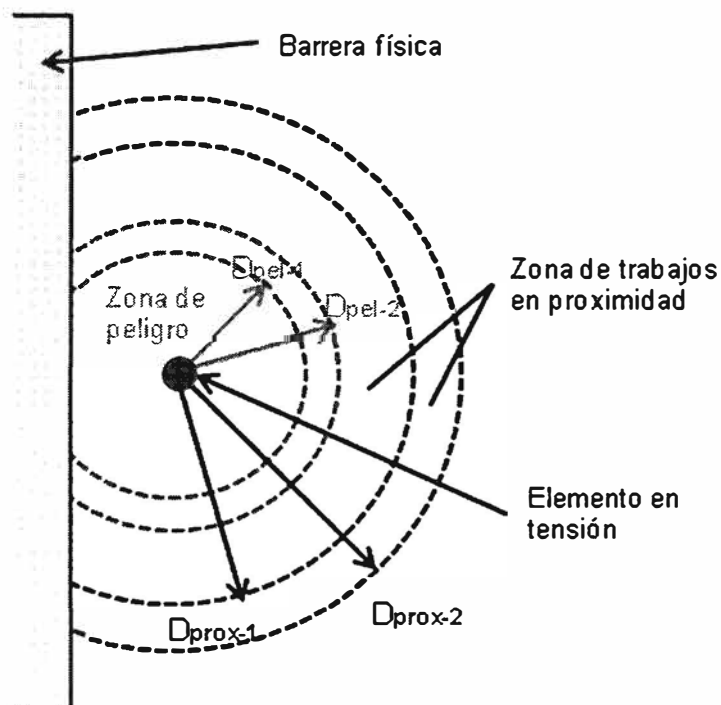


Fig.2.14 Distancia Límite de la Zona de Trabajo con Barreras Físicas

Donde:

D_{pel-1} : Límite exterior de la zona de trabajos en tensión cuando exista riesgo de sobre tensión por rayo. Cuando se puede determinar con precisión la zona de trabajo.

D_{pel-2} : Límite exterior de la zona de trabajos en tensión cuando no exista riesgo de sobre tensión por rayo. Cuando no se puede determinar con precisión la zona de trabajo.

D_{prox-1} : Límite exterior de la zona de proximidad cuando se puede determinar con precisión la zona de trabajo.

D_{prox-2} : Límite exterior de la zona de proximidad cuando no se puede determinar con precisión la zona de trabajo. Cuando no se puede determinar con precisión la zona de trabajo.

Para aplicaciones en el método de trabajos al potencial descrito en el título 2.3.3, esta norma establece dos condiciones.

- Durante el acceso del trabajador hasta el elemento en tensión, deben respetarse en todo momento las distancias mínimas de trabajo establecidas en este Real Decreto.(D_{PEL}). La distancia de seguridad está determinada según la expresión de la fórmula 2.2; para garantizar esto en la práctica puede ser necesario, según sea el caso, añadir un factor de seguridad.

$$d1+d2 > D_{PEL} \quad (2.2)$$

Donde:

d1: Distancia Operario - Conductor

d2: Distancia Operario - Torre

D_{PEL}: Distancia Mínima de aproximación

- Durante la ejecución del trabajo también debe cumplirse, en todo momento, dicho requisito, considerando el tamaño de las herramientas y materiales conductores utilizados.

b) Distancia de Seguridad en Zona de Trabajo Según Normas de Cobra

Contempla restricciones para los diversos métodos de trabajo, en la tabla N° 2.5 adoptadas se muestran estas distancias mínimas de seguridad.

Tabla N° 2.5 Distancia de Seguridad en Zona de Trabajo Según Normas de Cobra

Tensión Nominal (kV) Entre Fases	Distancias (cm)				
	D _{pot-ft}	D _{pot-ff}	D _{distancia}	D _{contacto}	D _{prox}
20	110	110	110	60	300
45	130	130	130	120	300
66	140	140	140	-	300
110	150	160	160	-	500
132	150	160	160	-	500
220	160	250	200	-	500
380	250	450	320	-	700

Donde:

D_{pot-ft}: Distancia al límite exterior de la zona de trabajos en tensión fase-tierra método a potencial.

D_{pot-ff}: Distancia al límite exterior de la zona de trabajos en tensión fase-fase método a potencial.

D_{distancia}: Distancia al límite exterior de la zona de trabajos en tensión método a distancia.

D_{contacto}: Distancia al límite exterior de la zona de trabajos en tensión método a contacto.

D_{prox}: Distancia al límite exterior de la zona de trabajos en proximidad en tensión.

c) Lineamientos de OSHA en la tabla T-6 del Registro Federal de EEUU

Estas distancias tienen en cuenta la mayor tensión de impulso de maniobra a la cual puede estar expuesta una persona en cualquier sistema en el cual el medio aislante sea el aire y a la mayor tensión indicada en la tabla N°. 2.6.

Tabla N°. 2.6 Lineamientos de OSHA

Tensión Nominal (kV) Entre Fases			Distancia			
			Exposición entre Fase y Tierra		Exposición entre Fase y Fase	
			(pies-pulg.)	(metros)	(pies-pulg.)	(metros)
0.05	a	1.0	*	*	*	*
1.1	a	15.0	2-1	0.64	2-3	0.66
15.1	a	36.0	2-4	0.72	2-7	0.77
36.1	a	46.0	2-7	0.77	2-10	0.85
46.1	a	72.5	3-0	0.90	3-6	1.05
72.6	a	121	3-2	0.95	4-3	1.29
138	a	145	3-7	1.09	4-11	1.50
161	a	169	4-0	1.22	5-8	1.71
230	a	242	5-3	1.59	7-6	2.27
345	a	362	8-6	2.59	12-6	3.80
500	a	550	11-3	3.42	18-1	5.50
765	a	800	14-11	4.53	26-0	7.91

La distancia de cualquier parte del cuerpo del trabajador a la línea debe ser igual o mayor a los valores indicados.

Para el cálculo correspondiente a las variaciones respecto a las altitudes de trabajo, se presenta en la tabla N° 2.7 los factores de corrección correspondientes (8).

2.6. Seguridad Aplicada a los Trabajos en Tensión

Es una técnica de prevención preferentemente colectiva que actúa sobre los diferentes elementos en los que se desarrolla un trabajo.

2.6.1. Prevención de Riesgos Laborales

La prevención de riesgos laborales se fundamenta en las siguientes premisas de seguridad:

- Todos los daños derivados del trabajo se pueden prevenir
- La formación y su seguimiento son esenciales.
- Las normas de seguridad son de obligado cumplimiento
- Cualquier diferencia debe ser analizada y corregida inmediatamente.
- La prevención es la mejor inversión y es responsabilidad de todos.

Esta prevención debe ser, una vez establecida, asumida, medida y vigilada y progresiva por todos. Los trabajos en tensión han sido y son modelos en la gestión de prevención de

riesgos laborales y por ello en la gestión de la seguridad. En la tabla N° 2.8 se indican los principios en la Seguridad para Trabajos en Tensión [21].

Tabla N°. 2.7 Factor de Corrección de Altitud

Altitud		Factor de Corrección
(ft)	(m)	
3 000	900	1
4 000	1 200	1.02
5 000	1 500	1.05
6 000	1 800	1.08
7 000	2 100	1.11
8 000	2 400	1.14
9 000	2 700	1.17
10 000	3 000	1.2
12 000	3 600	1.25
14 000	4 200	1.3
16 000	4 800	1.35
18 000	5 400	1.39
20 000	6 000	1.44

Tabla N°. 2.8 Principios en la Seguridad para Trabajos en Tensión

N°	Principio de Trabajo
1	La seguridad de preservar la vida estará por encima de cualquier otra consideración
2	Ningún trabajo será considerado tan importante y urgente, que pueda obligar a omitir procedimientos y pasos necesarios para la seguridad del trabajador
3	Los equipos de seguridad y de protección personal como es el casco, lentes o gafas, guantes y manguillas protectoras, mantas aislantes, etc., serán siempre usados en todo trabajo
4	Siempre se deberá tener presente que los guantes protectores es la primera línea de defensa y estos serán siempre usados y cuidados por cada trabajador
5	Siempre será considerada la importancia de la presencia y del uso de los equipos de protección (mantas, manguillas, arnés corporal, etc.) en el campo de trabajo
6	Todo trabajador debe ser responsable por su propia seguridad y la de sus compañeros en todo momento
7	Todo empleado tendrá la obligación de intervenir y prevenir cualquier acción que se muestre insegura, sin importar su nivel de cargo dentro de la empresa
8	Todo trabajador se posicionará adecuadamente por debajo de las líneas energizadas para trabajarlas y siempre trabajará una fase a la vez
9	Todo trabajo deberá ser planificado, discutido y explicado en detalle antes de su ejecución para la seguridad de todo el equipo participante
10	Siempre se deberá proteger, inspeccionar y realizar el mantenimiento periódicamente todos los equipos para realizar los trabajos en tensión, y se desechará todo equipo deteriorado

Estos principios son relacionados dentro de los trabajos en las instalaciones eléctricas indicados en el ANEXO B.

Los trabajos en tensión integran en las fases de operación las medias de seguridad del personal (seguridad integrada), por lo que debemos mencionar los siguientes términos.

a) Seguridad

Es el arte de hacer el trabajo bien y a la primera.

El objetivo es establecer una seguridad integrada en el método o procedimiento de ejecución, mediante una secuencia ordenada de operaciones elementales.

La seguridad no puede disociarse en los trabajos de tensión: Trabajos en tensión = Seguridad

b) El Trabajo

Debe realizarse por trabajadores calificados, siguiendo un procedimiento previamente estudiado y con herramientas específicas para estos trabajos.

El trabajo debe ejecutarse con coordinación, cuidado, calma y habilidad; no se debe sacrificar la seguridad por la rapidez.

Las medidas preventivas para la realización de trabajos al aire libre deberán tener en cuenta las posibles condiciones ambientales favorables, de forma que el trabajador quede protegido en todo momento; los trabajos se prohibirán o suspenderán en caso de tormenta, lluvia o vientos fuertes, o cualquier otra condición desfavorable que dificulte la visibilidad, o la manipulación de las herramientas.

Siempre se debe trabajar una fase a la vez manteniendo las demás alejadas y/o cubiertas.

No se deberá trabajar en circuitos en falla.

El área de trabajo debe ser aislada convenientemente. La zona de trabajo deberá señalizarse y/o delimitarse adecuadamente.

En la tabla N° 2.7 se ilustra las prioridades que se establecen para este tipo de trabajos

c) Los Trabajadores

Deberán ser calificados y deberán estar autorizados por escrito por el Director de área para efectuar el tipo de trabajo que vaya a desarrollarse, el método a utilizar, tras comprobar su capacidad para hacerlo correctamente, de acuerdo al procedimiento establecido, el cual deberá definirse por escrito, incluyendo la secuencia de las operaciones realizar, indicando, en cada caso:

- Las medidas de seguridad que deben adoptarse.
- El material y medios de protección a utilizar y si es preciso las instrucciones para su uso y la verificación de su buen estado
- Las circunstancias que pudieran exigir la interrupción del trabajo.

Las cuadrillas de Trabajos en Tensión exclusivamente ejecutan trabajos en redes energizadas.

d) El Procedimiento de Ejecución

Es el documento escrito que recoge la secuencia de operaciones elementales que indica la forma de realizar un trabajo concreto, precisamente estudiado y ensayado.

El contenido referencial podrá ser:

- Título: (Tipo de Instalación, trabajo a realizar, Método de trabajo)
- Herramientas y personal necesario.
- Descripción ordenada de los pasos a seguir para realizar el trabajo.
- Croquis o Dibujos necesarios.

e) La Programación

Debe existir una excelente programación del trabajo: Técnica, forma, materiales, equipo etc. Antes y durante el trabajo debe existir una comunicación con la subestación y el centro de operación de la distribución de energía.

Se deben cumplir rigurosamente las normas establecidas por cada compañía de servicios públicos.

f) La Autorización

Tendrá que renovarse, tras una nueva comprobación de las capacidades del trabajador para seguir correctamente el procedimiento de trabajo que este establecido, cuando este cambie significativamente, o cuando el trabajador haya dejado de realizar el tipo de trabajo en cuestión durante un periodo de tiempo superior a un año o periodo que se determine como adecuado.

2.6.2. Perfil de de Trabajadores

La persona que realizará Trabajos en Tensión debe tener ciertas características que le permitan generar, mantener y observar ciertas condiciones estándares que le den seguridad en su vida y en la de sus compañeros de equipo y otros.

Los factores técnicos esenciales de conocimientos, habilidades y experiencia considerados como los mínimos exigidos a los candidatos a realizar trabajos en tensión son:

- Grado de responsabilidad.
- Aplicación de los conocimientos.
- Amplitud y profundidad de la experiencia.
- Calidad y normas del trabajo a realizar.
- Conciencia de sí mismo.
- Comportamiento ante los cambios.
- Pensamiento analítico y comunicación.

La conducta es distinta pero también complementaria según las habilidades, conocimientos y experiencias técnicas y específicas del trabajo. Entre ellas se encuentran (Sin orden particular de prioridad):

- Atención al detalle.
- Comunicación.
- Trabajo metódico.
- Confianza en sí mismo.
- Conciencia de sí mismo (incluye calma y paciencia).
- Autonomía.
- Sentido de responsabilidad.
- Espíritu de equipo.
- Conciencia de seguridad.

La valoración del aspirante o trabajador de Trabajos en Tensión lo debe realizar un equipo multidisciplinario: un técnico en la rama eléctrico, un médico, un psicólogo, Ingeniero eléctrico con formación en higiene y salud laboral y vinculación ambiental.

Luego de la selección el trabajador deberá estar siempre capacitándose, ser un facilitador de los conocimientos a sus compañeros e ir generando un equipo que vele por la seguridad.

En diferentes países, legalmente, para poder realizar estas labores es necesario obtener una habilitación que se logra tras realizar cursos de formación y pasar las pruebas médicas y psicotécnicas correspondientes.

2.7. Formación y Reciclajes

La formación deberá incluir cursos teórico-prácticos, con prácticas en instalaciones reales, pruebas de control de conocimientos u evaluación continua, para luego acreditar al trabajador mediante documento correspondiente.

Si trabajar con líneas sin energía requiere un alto grado de conocimiento, entrenamiento y habilidad, manipular redes energizadas es más complejo y requiere un grado de concentración aún mucho mayor.

La capacitación permanente es fundamental para la realización de los trabajos con tensión. Estas plantean un enfoque global que permite identificar los riesgos, prevenirlos, precaverse de ellos y además crear conciencia acerca del concepto de rigurosidad en cuanto al respeto por la seguridad individual y colectiva. Ello permite contar con una evaluación objetiva e imparcial con la finalidad de mejorar los procedimientos establecidos, y permite por lo tanto fortalecer el control de los riesgos.

Entre las causas que generan la pérdida de habilitación, podemos mencionar:

- La prescripción médica

- Incumplimiento de las normas de seguridad y de la aplicación de los procedimientos.
- Estar un periodo sin trabajar en tensión.
- No superar el reciclaje, etc.

Los reciclajes consisten en actividades obligatorias para renovar la habilitación de los trabajadores, el cual tiene como objetivo:

- Recordar lo aprendido
- Aprender temas nuevos
- Empezar de cero y ser mejores.
- No confundir experiencia con confianza, ni experiencia con osadía.

CAPÍTULO III

INTERRUPCIONES EN LA OPERACIÓN DE LOS SISTEMAS ELECTRICOS DE MEDIA TENSIÓN

Se considera como interrupción a toda falta de suministro eléctrico en un punto de entrega.

Para efectos normativos del alcance de este informe, en el mercado eléctrico regulado no se consideran las interrupciones totales de suministro de energía en Media Tensión, como son las de duración menor de tres minutos ni las relacionadas con casos de fuerza mayor debidamente comprobados y calificados como tales por la autoridad.

3.1. Comportamiento de las Interrupciones

Las interrupciones pueden ser causadas entre otras razones, por salidas de equipos de las instalaciones del Suministrador u otras instalaciones que lo alimentan, y que se producen por mantenimiento, por maniobras, por ampliaciones, etc., o aleatoriamente por mal funcionamiento o fallas; también se incluyen aquellas que hayan sido programadas oportunamente, etc.

Como se describe, son múltiples los factores que influyen en una interrupción del servicio eléctrico y en algunas ocasiones hasta indeterminables. Sin embargo, podemos clasificarlas en dos grupos:

- Interrupciones programadas.
- Interrupciones fortuitas.

3.2. Interrupciones Programadas

Las Interrupciones programadas, son aquellas interrupciones necesarias para realizar labores de mantenimiento mayor en líneas y subestaciones, construcción de nuevos circuitos, poda y pica de ramas y árboles, reemplazo de transformadores o interruptores, etc. y se realizan a ciertas horas y días en los cuales se afecte lo menos posible a los suscriptores.

Estas interrupciones son necesarias para garantizar la continuidad del servicio; y la empresa distribuidora de energía eléctrica está en la obligación de publicar un aviso de prensa con el objeto de notificar a todos los suscriptores afectados por el corte del servicio.

Entre las interrupciones programadas podemos detallar:

3.2.1. Interrupciones por Mantenimiento

El mantenimiento es el conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que las instalaciones eléctricas puedan seguir funcionando adecuadamente, cuyo objetivo es evitar averías.

En la tabla N° 3.1 se muestra una descripción de la cantidad de mantenimientos promedio, contemplada dentro de las operaciones de la distribuidora Edelnor para el año 2009.

El mantenimiento se clasifica como:

a) Mantenimiento Preventivo.

Actividades sistemáticamente predefinidas y repetitivas de mantenimiento responsables por la continuidad del servicio de un ítem, cuyo destino final es evitar o reducir fallas, mejorar la confiabilidad de los equipos y la calidad de producción. Otra labor de mantenimiento preventivo es el seteo, calibración o puesta a set point de los relés de distribución

b) Mantenimiento Predictivo

Servicios debido al desgaste a través de la medición, el análisis de síntomas y tendencias de parámetros físicos, para determinar la condición del equipo o estimación hecha por evaluación estadística, con el objeto de determinar el punto exacto de cambio o reparación, antes que falle.

Una de las actividades fundamentales en el mantenimiento predictivo es la termovisión de redes aéreas, terminales interiores y exteriores y equipos tales como los transformadores, seccionadores e interruptores, con esta técnica se busca detectar puntos calientes debido a falsos contactos o a sobrecargas de corriente.

Así como en las mediciones de vibración tomadas en campo, que permiten comprobar la situación de los empalmes y del aislamiento en las redes y equipos que operan en el sistema

c) Mantenimiento Correctivo

Acciones tendientes a solucionar o corregir un ítem con falla o avería con el fin de restituir su disponibilidad.

3.2.2. Expansión y Reforzamiento

La expansión es a causa de la necesidad de ampliar los alcances en redes de suministro de energía eléctrica.

Los reforzamientos son a causa de cambios en la configuración de los sistemas eléctricos por modificaciones en su operación inicial o selección de modo de utilización.

También son determinados por cambios tecnológicos en los equipos que constituyen los sistemas eléctricos.

3.3. Interrupciones Fortuitas

Las interrupciones fortuitas son las más dañinas y costosas, tanto para la empresa de distribución eléctrica como para los usuarios.

Entre las principales causas podemos indicar como ejemplo:

a) Robo de cables, Transformadores, Lámparas, etc. El robo de cables, lámparas, transformadores o demás equipamiento no sólo produce una interrupción del servicio eléctrico, sino que además contribuye a que estas interrupciones se hagan más prolongadas y costosas.

b) Conexiones ilegales. Las conexiones ilegales, además de la interrupción del servicio eléctrico, producen:

- Rotura de cables por falso contacto.
- Sobrecarga y quema de transformadores.
- Variaciones de tensión por la mala conexión y fallas en los equipos allí conectados (electrodomésticos, focos, motores, etc.).
- Riesgo de sufrir un shock eléctrico.
- Daño en los equipos de los vecinos.

c) Climatología

Las fuertes lluvias y tormentas a menudo producen interrupción del servicio debido a descargas atmosféricas (rayos) y objetos sobre los cables de electricidad (papagayos, ramas, etc.) que al humedecerse producen cortocircuitos.

d) Envejecimiento y Deterioro de Materiales y Equipos

Los equipos y materiales que conforman el sistema de distribución de energía eléctrica cumplen con un período útil, tras el cual deben ser reemplazados para continuar la operación correcta de los sistemas eléctricos.

Si este reemplazo no se realiza a tiempo, comenzarán a producir interrupciones y fallas del sistema eléctrico.

e) Accidentes

Incluye aquellas interrupciones producidas por choques de autos contra instalaciones eléctricas, árboles que caen sobre los cables de electricidad, animales sobre cables y/o equipos, etc. También están las causas internas como las falsas maniobras o fallo de elementos.

f) Papagayos o Cometas Enredados en las Líneas

Los papagayos o cometas que quedan enredados en los cables de electricidad, producen cortocircuitos y apagones graves cada vez que llueve.

Por otra parte, es alto el riesgo de sufrir un shock eléctrico al momento de quedar enredado o intentar recuperarlo.

3.4. Registros de Repostes de Interrupciones en Media Tensión

En el mercado regulado nacional, el registro de reporte de interrupciones viene siendo controlado por Osinegrmin, quien reporta temporalmente un resumen, de donde recopilamos extractos representativos para este informe.

En la figura 3.1 se muestra el porcentaje que considera la participación de cada sistema en el tiempo promedio de interrupciones que afecta a los usuarios, la naturaleza de las interrupciones identificada por sistema en donde se genera, cuya proporción se mantiene en los diferentes de los años [18]. Del total de interrupciones, los sistemas de distribución son responsables de más del 60% de las interrupciones a afectan a los usuarios. Concretamente las redes de Media Tensión son las que más contribuyen al porcentaje mencionado.

En la tabla N°. 3.1 se muestran como ejemplo las Causas Frecuentes de Interrupción correspondiente al sector típico de distribución 1, de los Sistemas Eléctricos de Media Tensión.

Tabla N°. 3.1 Causas Frecuentes de Interrupción en el Sector Típico de Distribución 1 del Sistemas Eléctricos de Media Tensión

N°	Descripción de Causa	Incidencia %
1	Por expansión o reforzamiento de redes	31.20%
2	Otros. por falla en componente (s)del sistema de potencia	15.10%
3	Por mantenimiento	13.10%
4	Hurto de conductor o elemento eléctrico	6.60%
5	Falla Equipo (transformador. interruptor. seccionador de potencias. etc.)	5.20%
6	Otros fenómenos naturales y/o ambientales	4.60%
7	Picado de cable	3.20%
8	Contacto accidental con línea	3.10%
9	Impacto vehicular	3.10%
10	Otros. causados por terceros	2.30%
11	Otras Causas	12.40%
	Total	100.00%

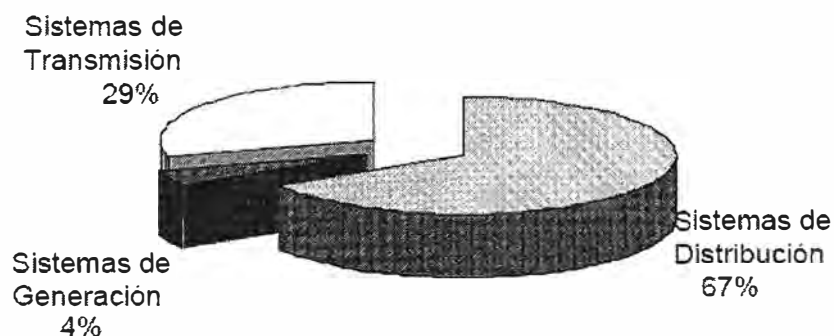


Fig. 3.1 Naturaleza de las Interrupciones

En la tabla N° 3.2 se presentan un resumen de los resultados obtenidos de la evaluación a las causas principales de las interrupciones que afectan a la media tensión.

Tabla N°.3.2 Causas Principales de Interrupciones en Media Tensión.

Sector	Trabajos Expansión y Reforzamiento	Trabajos de Mantenimiento	Hurto de Conductores	Descargas Atmosféricas	Otros
Urbanos de alta densidad	31%	13%	7%	0%	49%
Urbanos de media densidad	15%	17%	34%	1%	32%
Urbanos de baja densidad	8%	25%	18%	8%	41%
Urbano rural	1%	14%	25%	6%	54%
Rulares	5%	13%	17%	18%	48%

Donde:

Sectores urbanos de alta densidad:	Sector Típico de Distribución 1
Sectores urbanos de media densidad:	Sector Típico de Distribución 2
Sectores urbanos de baja densidad:	Sector Típico de Distribución 3
Sectores urbanos rurales:	Sector Típico de Distribución 4
Sectores rulares:	Sector Típico de Distribución 5

CAPÍTULO IV

FISCALIZACION DE LA CALIDAD DEL SUMINISTRO EN LA OPERACIÓN DE LOS SISTEMAS ELECTRICOS DE MEDIA TENSIÓN

Este capítulo trata el tema de calidad de suministro en la prestación de servicios públicos de electricidad, desde la perspectiva de regulación a los servicios públicos.

La fiscalización de la calidad es importante en la determinación de las aplicaciones de los Trabajos en Tensión, ya que de esta manera se identifica las cualidades normativas y legales en donde están aplicadas este tipo de trabajos. A continuación se describe los factores que determina esta fiscalización, dentro del alcance del presente informe.

4.1. Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos

Esta Norma tiene como objetivo establecer los niveles mínimos de calidad de los servicios eléctricos, incluido el alumbrado público, y las obligaciones de las empresas de electricidad y los Clientes que operan bajo el régimen de la Ley de Concesiones Eléctricas. Decreto Ley N° 25844.

Esta norma es de aplicación imperativa para el suministro de servicios relacionados con la generación, transmisión y distribución de la electricidad sujetos a regulación de precios y aplicable a suministros sujetos al régimen de libertad de precios, en todo aquello que las partes no haya acordado o no hayan pactado en contrario.

El control de la calidad de los servicios eléctricos se realiza en los siguientes aspectos:

a) Calidad de Producto

- Tensión;
- Frecuencia;
- Perturbaciones (Flicker y Tensiones Armónicas).

b) Calidad de Suministro

- Interrupciones.

c) Calidad de Servicio Comercial

- Trato al Cliente;
- Medios de Atención;
- Precisión de Medida.

d) Calidad de Alumbrado Público

- Deficiencias del Alumbrado

4.1.1. Calidad del Suministro

La Calidad de Suministro se expresa en función de la continuidad del servicio eléctrico a los Clientes, es decir, de acuerdo a las interrupciones del servicio.

Para evaluar la Calidad de Suministro se toman en cuenta indicadores que miden el número de interrupciones del servicio eléctrico, la duración de las mismas y la energía no suministrada a consecuencia de ellas. El Período de Control de las interrupciones es de seis meses calendario de duración.

4.2. Supervisión de la Operación de los Sistemas Eléctricos

La Ley de Concesiones Eléctricas ordena que las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica sean materia de supervisión y fiscalización, labor que es encomendada por la Ley N° 26734, 27332 y 28151 a Osinergmin.

Osinergmin ha orientado su accionar hacia el empleo de procedimientos de supervisión por resultados utilizando técnicas estadísticas basadas en el uso de indicadores de desempeño, emisión de reportes generados por las concesionarias, elaboración de instructivos, control por muestreo estadístico, delimitación de responsabilidades a los concesionarios y el establecimiento de sanciones disuasivas, tanto sobre prácticas negativas por acción u omisión, en la aplicación de los procedimientos por parte de las empresas concesionarias de electricidad, como por exceder las tolerancias de los indicadores establecidos.

Mediante su Manual Procedimiento de Supervisión de la Operación de los Sistemas Eléctricos en el Plan Eléctrico de Osinergmin 2007-2011, establece el procedimiento para la entrega de información adicional a lo reportado por aplicación de la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos por parte de las empresas concesionarias de distribución, referidos a interrupciones por fallas, maniobras e indisponibilidades de las instalaciones eléctricas de Generación, Transmisión o Distribución que afecten al suministro del servicio público de electricidad.

4.2.1. Alcances de la Supervisión

Las Empresas concesionarias de distribución y empresas municipales que prestan el servicio público de electricidad al amparo de la Ley de Concesiones Eléctricas.

4.2.2. Indicadores de Interrupciones

Adecuados para la Evolución de la Performance de las Empresas. Se establecen indicadores respecto a los índices de continuidad y la cuantificación de la fiabilidad de los sistemas eléctricos de potencia, cuya terminología está definida en la guía del Trial-Use Guide for Electric Power Distribution Reliability Indices (IEEE).

Estos indicadores son detallados mediante las fórmulas 4.1 y 4.2, como sigue:

- SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) Frecuencia media anual de interrupción por sistema eléctrico.

$$SAIFI = \frac{\sum_{i=1}^n Qfs_i}{Qtotal} \quad (4.1)$$

- SAIDI (System Average Interruption Duration Index) Tiempo total promedio anual de interrupción por sistema eléctrico.

$$SAIDI = \frac{\sum_{i=1}^n Qfs_i \times Tfs_i}{Qtotal} \quad (4.2)$$

Donde:

Qfsi: Número de usuarios afectados en cada interrupción “i”

Tfsi: Duración de cada interrupción “i” (medido en horas)

n: Número de interrupciones en el período

N: Número de usuarios del Sistema Eléctrico al final del período.

A efectos de poder evaluar la operación de las redes de Media Tensión de las empresas distribuidoras, se estableció un Desempeño Esperado (DE) para los indicadores SAIFI y SAIDI relacionados a las redes de Media Tensión, este Desempeño Esperado se indica en la tabla N° 4.6 el cual excluye los casos de rechazo de carga asociados a la transmisión y al déficit de generación y a los casos donde Osinergmin calificó la interrupción como de fuerza mayor.

4.2.3. Establecimiento de Sanciones y Multas

La aplicación de sanciones tiene como objeto disuadir a las concesionarias para que no incumplan lo establecido en el Procedimiento de Supervisión de la Operación de los Sistemas Eléctricos N° 074-2004-OS/CD.

Existiendo la necesidad de emitir escalas de multas y sanciones que cumplieran con el objetivo trazado y con lo señalado en el marco teórico expuesto se determinó hacerlas bajo los siguientes criterios básicos.

- Determinar el beneficio económico que tienen las concesionarias al incumplir con alguna de las normas vigentes.
- Aplicar el beneficio calculado al período que comprende el incumplimiento de cada indicador (trimestre o semestre)
- Con la base calculada del beneficio por indicador, definir los importes de las respectivas multas

- Considerar en los importes de las multas, los tamaños de las concesionarias.

Las multas establecidas son:

a) Multas por Información Inoportuna

- Referida a Comunicación de Interrupciones Importantes. Se considerará como no reportada aquella información remitida luego de las 24 horas. La tabla N° 4.1 indica las escalas correspondientes.
- Referida a Reporte de Interrupciones de Generación, Transmisión y Distribución en Media Tensión como no reportada aquella información remitida luego de las 24 horas. Se considerará como no reportada, aquella información remitida luego de los 11 días hábiles. La tabla N° 4.2 indica las escalas correspondientes a multas por interrupciones no reportadas luego de 24 horas.

Tabla N° 4.1 Multa por no Comunicación de Interrupciones Importantes

TIPO DE EMPRESA (por número de suministros)	Hasta las siguientes 24 horas de superada la tolerancia		Más de 24 horas de superada la tolerancia (en UIT)
	1era. vez	A partir de la 2da. vez (en UIT)	
Empresa de hasta 30.000 suministros	Amonestación	0.5	1
Empresa mayor a 30.000 hasta 300.000 suministros	Amonestación	1.5	3
Empresa mayor a 300.000 suministros	Amonestación	3	6

Tabla N° 4.2 Multa por entrega inoportuna de reportes de interrupciones

TIPO DE EMPRESA (por número de suministros)	Hasta las siguientes 24 horas de superada la tolerancia		04 a 10 Días Hábiles (en UIT)	De 11 a más Días Hábiles (en UIT)
	1era. vez	A partir de la 2da. vez (en UIT)		
Empresa de hasta 30.000 suministros	Amonestación	0.5	1	2
Empresa mayor a 30.000 hasta 300.000 suministros	Amonestación	1	2	4
Empresa mayor a 300.000 suministros	Amonestación	2	4	8

b) Multas por Entrega de Información Inexacta

Cuando en el proceso de supervisión se identifique interrupciones no reportadas en el respectivo reporte mensual, la sanción a aplicar se calculará en función a la duración de cada interrupción no reportada, de acuerdo a la tabla N° 4.3.

Tabla N° 4.3 Multa por no Comunicación de Interrupciones Importantes

TIPO DE EMPRESA (por número de suministros)	3 a 15 minutos		Más de 15 hasta 30 minutos (en UIT)
	1era. Vez	A partir de la 2da. vez (en UIT)	
Empresa de hasta 30.000 suministros	Amonestación	0.5	1
Empresa mayor a 30.000 hasta 300.000 suministros	Amonestación	1.5	3
Empresa mayor a 300.000 suministros	Amonestación	3	6

Por otro lado, en algunos casos el no reporte de la interrupción puede estar asociado con el objetivo de mantener el indicador de desempeño por debajo de los niveles que implican la aplicación de multas.

Fijado el Desempeño Esperado del SAIDI y SAIFI, puede ser posible que esta intención pueda materializarse a partir de un umbral de 30 minutos a más, por lo que en estos casos la multa propuesta se calculará de acuerdo a la Fórmula 4.3.

$$\text{Multa por Interrupción No Reportada} = CU_j \times \frac{MD_m}{NAS} \times \frac{DI}{DE_i} \quad (4.3)$$

Cabe precisar que independientemente de la multa por no reportar las interrupciones, la empresa debe recalcular el indicador de SAIFI y SAIDI correspondiente incluyendo la interrupción que en su momento no fue reportada.

c) Multa por performance de la operación de los sistemas eléctricos de distribución que afectan al servicio público de electricidad

Para la performance, la escala de multas y sanciones incorpora los beneficios y/o costos evitados al incumplir con desempeños esperados. De esta manera, la multa incorpora los valores alcanzados respecto a los Desempeños Esperados y los costos reconocidos asociados al desempeño de los indicadores de frecuencia y duración de las interrupciones (SAIFI y SAIDI). Dado que estos costos están calculados por MW de capacidad de distribución para la máxima demanda de los Sistemas Eléctricos usados como referencia para cada Sector Típico, se tiene que determinar para cada Sistema Eléctrico su máxima demanda particular.

Específicamente, se incorporan a la multa los siguientes conceptos a nivel de Media Tensión: la Anualidad de los Equipos de Protección y Seccionamiento (A_{EPYS}), sus respectivos costos de operación y mantenimiento ($COyM_{EPYS}$) y los costos de operación y mantenimiento de las redes de MT ($COyM_R$).

Adicionalmente, se incorpora sólo la máxima de las desviaciones de los indicadores reportados respecto a los Niveles de Desempeño y se establece como restricción que cuando la desviación sea mayor que uno, se considerará el valor de uno, es decir, se estaría multando como máximo por el monto que es reconocido en la tarifa.

Así, la multa por exceder los Niveles de Desempeño Esperado de los indicadores SAIFI y/o SAIDI, para cada sistema eléctrico se calcula a través de la fórmula 4.4.

$$Multa Sistema = Max (D_{SAIFI}, D_{SAIDI}) \times CU_j \times MD_i \quad (4.4)$$

Donde:

D_{SAIFI} : Desviación del SAIFI reportado, atribuible a instalaciones pertenecientes a la actividad de distribución en Media Tensión, respecto al desempeño esperado (DE) anual del Sector Típico correspondiente. No se incluyen las interrupciones por rechazo de carga y aquellas calificada como fuerza mayor por OSINERGMIN.

D_{SAIDI} : Desviación del SAIDI reportado, atribuible a instalaciones pertenecientes a la actividad de distribución en Media Tensión, respecto al desempeño esperado (DE) anual del Sector Típico correspondiente. No se incluye las interrupciones por rechazo de carga y aquellas calificada como fuerza mayor por OSINERGMIN.

CU_j : *Costo* Unitario por MW por Sector Típico j, el cual se determina a través de la expresión indicada en la Fórmula 4.5.

$$CU_j = \left(\frac{A_{EPySj} + COyM_{EPySj} + COyM_{Rj}}{MD_j} \right) \quad (4.5)$$

Donde:

A_{EPySj} : Anualidad de los Equipos de Protección y Seccionamiento reconocidos por Sector Típico j.

$COyM_{EPySj}$: Costos de Operación y Mantenimiento de los Equipos de Protección y Seccionamiento reconocidos por Sector Típico j.

$COyM_{Rj}$: Costos de Operación y Mantenimiento de las Redes de Media Tensión reconocido por Sector Típico j.

MD_j : Máxima Demanda del Sistema establecida para el Sector Típico j.

MD_i : Máxima Demanda del Sistema Eléctrico i en el período de evaluación.

La multa para cada concesionario es la suma de las multas por cada Sistema Eléctrico que opera, la cual está indicada en la fórmula 4.6.

$$Multa Empresa = \sum_{i=1}^n Multa Sistema \quad (4.6)$$

Donde:

n: Número de Sistemas Eléctricos que opera el concesionario a penalizar.

La multa por sistema no podrá exceder el monto correspondiente a lo recaudado anualmente por cada concesionario en el Sistema Eléctrico evaluado, el cual viene a ser el producto del costo unitario por la máxima demanda respectiva. Ello teniendo en cuenta que el mecanismo tarifario considera que los concesionarios pueden financiar sus inversiones en cuotas anuales indicada en la Fórmula 4.7.

$$\text{Multa M\`axima} = CU_j \times MD \quad (4.7)$$

Donde:

CU: Costo Unitario por MW por Sector Típico j

MD: Máxima demanda por Sistema Eléctrico

- Costo Unitario por Sector Típico por MW

Tomando en cuenta cada uno de los componentes descritos en esta sección, los costos reconocidos por MW por Sector Típico aplicables en la propuesta de multa se muestran en la Tabla N° 4.4

Tabla N° 4.4 Costo Unitario por Sector Típico por MW (CU)

Sectores Típico	Costo Unitario (Miles de Soles/MW)	Costo Unitario (UIT)
1	41.9	12.0
2	16.4	4.7
3	27.5	7.9
4	57.0	16.3
5	77.8	22.2
Especial	42.6	12.2

- Disposiciones transitorias.

Las multas calculadas según lo señalado en el presente Capítulo son aplicadas desde 2009, de acuerdo con los porcentajes indicados en la tabla N° 4.5.

4.2.4. Mejoras Esperadas en la Performance de las Empresas

Considerando el cumplimiento a las tolerancias establecidas para el SAIDI asociado a la Media Tensión, se espera la siguiente evolución. Cabe precisar que para el cálculo del valor no se han considerado los casos de Fuerza Mayor ni los de rechazo de carga atribuida a la generación y transmisión, dado que éstos son de naturaleza externa a la

operación de la empresa. En la tabla N° 4.6 y la figura 4.1 se muestran el desempeño esperado (DE) y evolución del SAIDI por sector típico hasta el año 2011.

Tabla N° 4.5 Aplicación de Progresiva Planificada

Período objeto de Evaluación	Porcentaje de la Multa a Aplicar
2009	25%
2010	50%
2011	75%
2012 en adelante	100%

Tabla N° 4.6 Desempeño Esperado (DE)

Sectores Típicos	año 2008		año 2009		año 2010		año 2011	
	SAIFI	SAIDI	SAIFI	SAIDI	SAIFI	SAIDI	SAIFI	SAIDI
1	3	7.5	3	7.5	3	7	3	6.5
2	11	20	9	16	7	13	5	9
3	13	24	11	20	9	16	7	12
4	16	32	15	29	13	27	12	24
5	20	50	19	47	17	43	16	40
Especial	12	27	12	27	12	27	12	27

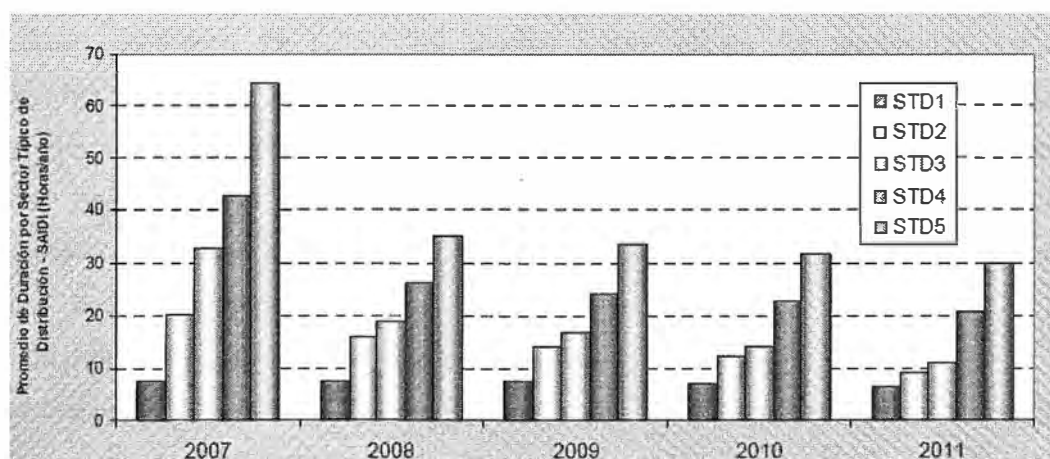


Figura 4.1 Evolución SAIDI por Sector Típico de Distribución Asociado a la MT

CAPÍTULO V

APLICACIONES, IMPORTANCIA Y BENEFICIOS DE LOS TRABAJOS EN TENSIÓN EN SISTEMAS ELECTRICOS DE MEDIA TENSION

5.1. Aplicaciones de Trabajos en Media Tensión

Para el desarrollo aplicativo de los Trabajos en Tensión se evaluaron las actividades que realiza la empresa Cam Perú SRL a través de su Unidad de Líneas Energizadas (Cam-ULE), quien desarrolla el servicio de Trabajos en Tensión en la zona de concesión de la empresa Edelnor SAA. Complementariamente se menciona aplicaciones que son practicadas por diversas entidades dedicadas a esta labor.

Los Métodos de Trabajos en Tensión implementados sobre instalaciones de Media Tensión de 22.9kV y 10kV, son el Método de Trabajo a Distancia y el Método de Trabajo a Contacto. Para ello cuenta su equipo de Trabajo en Tensión en redes de distribución, en el mantenimiento, reforzamiento y expansión de redes eléctricas.

5.1.1. Seguridad en los Trabajo en Tensión

Se realizan controles de seguridad diarios y periódicos de elementos personales, equipos, herramientas, protectores y materiales. El reglamento adoptado para los Trabajo en Tensión, manuales, fichas técnicas y métodos operativos, preconizan la seguridad personal y la calidad de los trabajos. Mediante estricto desarrollo de estos procedimientos busca tener control sobre los riesgos existentes y la calidad en la ejecución de los trabajos.

5.1.2. Capacitación en los Trabajo en Tensión

Se implementaron programas de capacitación que establecen pautas precisas y claras respecto de las condiciones para la realización de Trabajos en Tensión. Anualmente se programa un reciclaje de las actividades del sector que está a cargo de compañías extranjeras reconocidas para tal fin.

Estas plantean un enfoque global que permite identificar los riesgos, prevenirlos, precaverse de ellos y además crear conciencia acerca del concepto de rigurosidad en cuanto al respeto por la seguridad individual y colectiva. Los programas de capacitación para la formación y los reciclajes se desarrollan con clases teóricas, con técnicas audiovisuales y en clases prácticas, las que se pueden desarrollar sobre instalaciones en servicio y en una red de entrenamiento.

5.1.3. Aspectos Normativos

a) Reglamentación

En cuanto a las regulaciones para los Trabajos en Tensión, Cam-ULE se rigen por:

- Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo de las Actividades Eléctricas (RESESATAE) R.M. N° 161-2007- MEM promulgada el 18 de abril de 2007.

b) Normativa de Cam Perú SRL

Dentro del ámbito particular de Cam Perú SRL, esta empresa norma sus actividades mediante los documentos del su Sistema de Gestión Integrado (SGI), relacionados a la actividad de Trabajos en Tensión, como son:

- Procedimientos, Caracterizaciones y Planes
- Instructivos ASTs, ASGs, Estándares de SSO, Guías y especificaciones Técnicas
- Formatos y Registros
- Programa Anual de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Programa de Inspección y Observaciones (IPAL) – Procedimiento SGI-00-PS-05

c) Normas de Procedimiento

Para el servicio de su principal cliente Edelnor SAA., los servicios de Cam-ULE son establecidos mediante el Procedimiento Técnico PTO.18 de esta concesionaria, que indican los requisitos generales a seguir en la preparación y realización de Trabajos en Tensión en los componentes del sistema eléctrico de esta cocesionaria.

Dentro del ámbito particular de Cam-ULE; siendo que el desarrollo de las actividades fuera de la zona de concesión de la Distribuidora Edelnor SAA, son eventuales, para este tipo de servicio se establecen procedimientos de ejecución en base a los requerimientos del cada cliente, el base al modelo de gestión con su principal cliente y las características que se requiera para el desarrolla de los trabajos.

Estas reglamentaciones y Normas se complementan con las Fichas Técnicas y las Tarjetas de Control y Registro.

d) Fichas Técnicas

Establecen un método para la clasificación y descripción de todos los equipos, elementos, herramientas y útiles.

A la fecha cuenta con Instructivos Ambientales, mediante lo cual se busca establecer una metodología para el control operacional de equipos y herramientas utilizados en trabajos con tensión.

Estos instructivos tiene como objetivo cumplir con los requisitos de la norma y con el Sistema de Gestión Integrado de Cam Perú SRL.

- Instructivo Ambiental para Lavado de Herramientas y EPP
- Instructivo Ambiental para Lavado de Vehículo Pesado

g) Tarjetas de Control y Registro

Mediante lo cual se busca establecer un método ordenado para el control y seguimiento de todos los equipos, elementos, herramientas y útiles utilizados en trabajos con tensión.

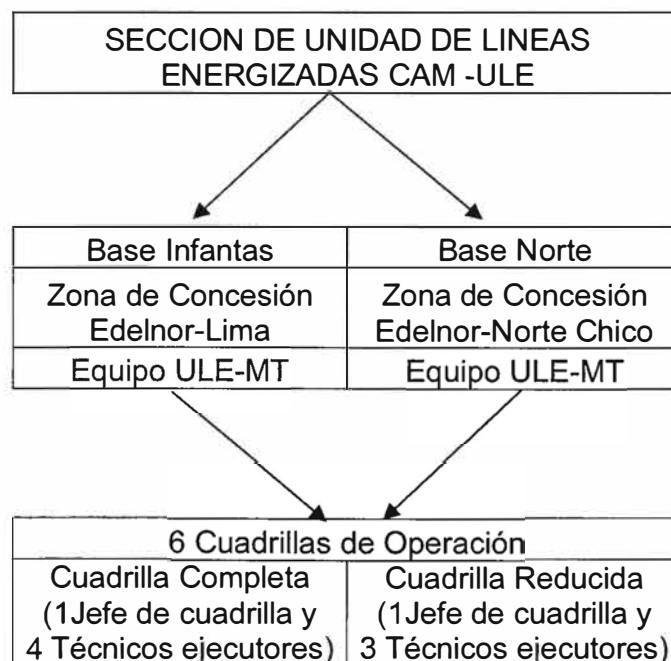
Dentro del Sistema de Gestión se adoptaron los formatos siguientes:

- Registro de Mantenimiento de EPP y Herramientas
- Inspección e Informe de Brazo Hidráulico
- Recepción de Brazo Hidráulico

5.1.4. Aspectos Organizacionales

En cuanto a la estructura organizacional del Trabajo con Tensión, se encuentra divididos por seis unidades permanentes de trabajo, cuatro en la ciudad de Lima y una en el norte chico, con una cantidad de equipos adaptada a las necesidades de las mismas.

En figura 5.1 se grafica el esquema estructural de la empresa



Planilla Total 50 personas

Fig. 5.1 Estructura del Personal de Trabajos en Tensión Cam-ULE.

El equipamiento principal está constituido por:

- 4 Camión marca GMC con BRAZO HIDRAULICO aislado
- 2 Camión Grúa de 12 Tn marca VOLKSWAGEN
- 5 Montacargas 1 y 2 Ton
- Probador de pértigas marca Chance y equipamiento diverso.

El equipamiento adicional promedio para la implementación de las cuadrillas es descrita en el ANEXO C.

5.1.5. Actividades

Cam Perú SRL tiene 36 actividades aprobadas que forman parte de su Sistema de Gestión de Integrado, y vienen descritos mediante las Actividades Seguras de Trabajo (ASTs) cuya estructura establece el conjunto de condiciones de seguridad por cada actividad; las más representativas se describen en su etapa de trabajo de ejecución en el ANEXO D, fundamentalmente los aspectos son:

- El registro de trabajo: Para cada etapa del trabajo, identificando los riesgos potenciales y los elementos de protección.
- Los procedimientos estándar: Como procedimientos del trabajo seguro, los controles y recomendaciones, responsables y registros.

De esta manera reglamenta la seguridad en los Trabajos en Tensión a realizar en el momento del mantenimiento, expansión o reforzamiento de una instalación eléctrica de distribución.

Para el primer semestre del año 2010 esta empresa realizó en total 2581 actividades en 860 intervenciones de Trabajos en Tensión entre mantenimientos, expansiones y ampliaciones de redes de Media Tensión, las cuales se por su uso de aplicación en:

a) Actividades en Redes

- Cambio de cables de comunicación utilizando brazo hidráulico
- Conexión de nuevas redes utilizando el brazo hidráulico. Ilustrado en la figura 5.2.
- Desconexión y conexión de redes utilizando brazo hidráulico
- Instalación y/o retiro de puentes provisionales utilizando brazo hidráulico
- Renovación de redes aéreas utilizando brazo hidráulico
- Renovación o reparación de bucles o cuellos utilizando brazo hidráulico
- Reparación de líneas o hebras rotas utilizando brazo hidráulico
- Reprensado y/o cambio de conectores utilizando brazo hidráulico
- Retemplado de líneas
- Reubicación de fases
- Revisión y reajuste de conexiones utilizando brazo hidráulico
- Cambio de trapecio

b) Actividades en Estructuras

- Cambio y/o instalación de retenidas
- Conversión de estructura
- Instalación y/o retiro de crucetas y ménsulas
- Normalización de enlaces utilizando brazo hidráulico
- Renovación de ferretería

c) Instalación o Cambio de Equipos

- Cambio de aislador extensor de fuga utilizando brazo hidráulico
- Cambio de aislador pin utilizando brazo hidráulico
- Cambio de aisladores de anclaje utilizando brazo hidráulico
- Cambio de fusibles
- Cambio de seccionadores. Ilustrado en la figura 5.3.
- Instalación de subestación móvil utilizando brazo hidráulico
- Instalación y/o retiro de reguladores, banco de condensadores y seccionadores de potencia utilizando brazo hidráulico

d) Instalación de Cubiertas

- Instalación de cubiertas aislantes contra aves
- Instalación de cubiertas aislantes por distancia mínima de seguridad

e) Protección de Instalaciones

- Apoyo para cambio de transformadores
- Instalación y/o retiro de postes en M.T. utilizando brazo hidráulico

f) Despeje o Retiro de Elementos Extraños

- Poda de árboles. Ilustrado en la figura 5.4.
- Retiro de elementos extraños de la red utilizando brazo hidráulico

g) Mediciones

- Instalación y/o retiro de señalizadores - mediciones, utilizando brazo hidráulico



Fig.5.1 Conexión de nuevas redes utilizando el brazo hidráulico

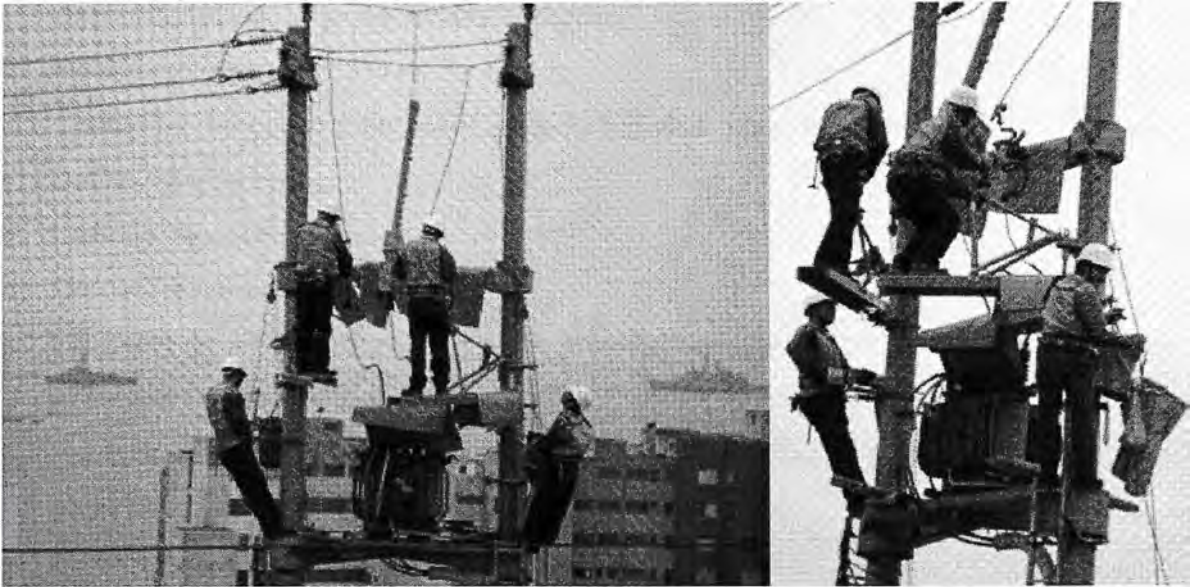


Fig. 5.3 Cambio de seccionadores

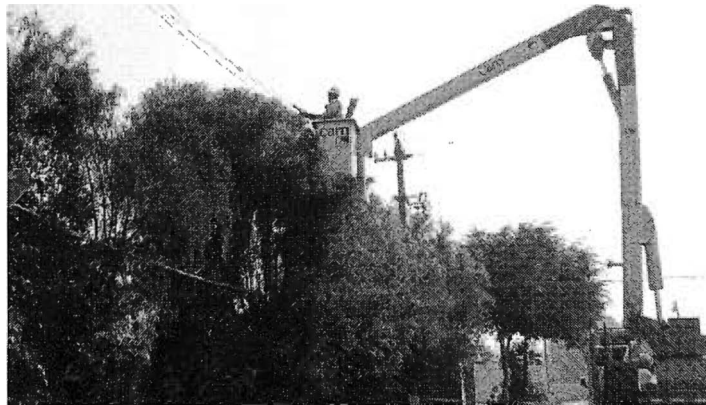


Fig. 5.4 Poda de Arbolado en Proximidad de instalaciones en Tensión

Adicionalmente de aplicaciones diversas por organizaciones que practican similarmente es tipo de trabajos podemos mencionar:

a) Aplicaciones en Líneas y Redes de Media Tensión

- Conversión de suspensión a amarre
- Paso de aisladores rígidos a suspensión
- Conversión de simple circuito a doble circuito
- Instalación o sustitución de auto válvulas y anti vibradores
- Instalación de balizas detectoras de tensión
- Limpieza de cadenas de aisladores
- Colocación de tomas de tierra en crucetas
- Instalación de puentes entre líneas

b) Subestaciones, lado de Media Tensión.

- Revisión, limpieza y siliconado
- Conexión, desconexión o sustitución de bajadas o puentes
- Sustitución de barras
- Cambio de cuchillas

c) Otros Trabajos

- Limpieza de aislamiento con agua a presión, tanto en líneas como subestaciones. La aplicación se ilustra en la figura 5.5.
- Revisión de instalaciones con termovisión. La aplicación de este trabajo se representa en la figura 5.6.
- Pintura de apoyos estructuras metálicas, etc.

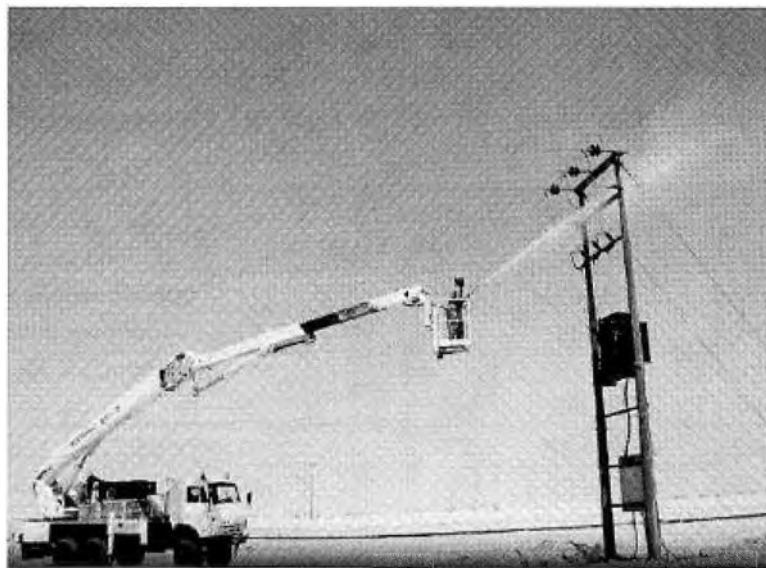


Fig. 5.5 Limpieza de Aislamiento con agua a Presión.

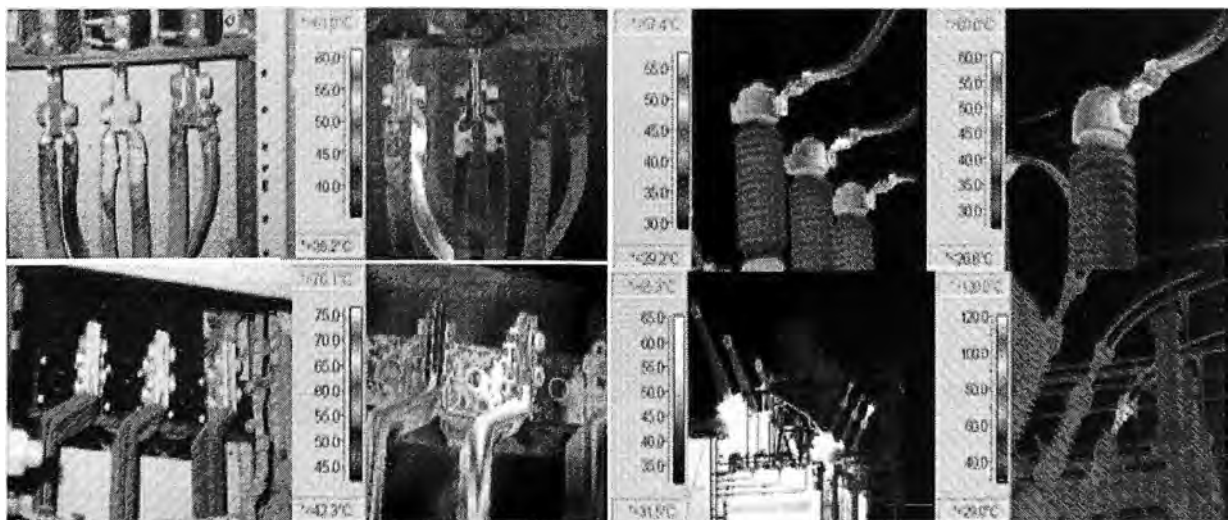


Fig.5.6 Revisión de Instalaciones con Termovisión.

5.1.6. Costos de Actividades

Para la evaluación de los costos que representan los Trabajos en Tensión dentro del mercado peruano, se efectuó la evaluación al registro de las actividades realizadas por la empresa Cam Perú SRL durante el periodo de enero a julio del 2010, este registro se muestra en el ANEXO E. La cantidad y el precio de los Trabajos en Tensión fueron tomados del registro de Cam-ULE y el precio con corte de suministro eléctrico tomado en referencia a actividades similares también realizadas por la misma empresa mediante otras áreas correspondientes y para la misma concesionaria, el detalle muestra en el ANEXO F. Los precios son referidos solo a actividades de montaje.

En la tabla N° 5.1 se detallan el resumen de la cantidad de actividades por tipo de trabajo, también en la figura 5.6 se indican los precios que representan cada actividad realizada mediante el servicio de Trabajos en Tensión y el factor promedio que representa realizar los trabajos mediante el servicio con corte del suministro eléctrico.

Tabla N° 5.1 Actividades de Trabajos en Tensión CAM-ULE (Enero – Junio 2010)

N°	Tipo de Trabajo	Cant. Total	Precio Total S/.	%	Factor Prom. Dif.
1	Actividades en Redes	960	624,692	35%	16
2	Actividades en Estructuras	332	508,849	29%	53
3	Instalación o Cambio de Equipos	306	264,466	15%	43
4	Instalación de Cubiertas	606	194,565	11%	14
5	Protección de Instalaciones	231	133,588	8%	42
6	Retiro de Elementos Extraños	132	50,617	3%	16
7	Mediciones	14	4,200	0%	28
Total general		2,581	1,780,977	100%	34

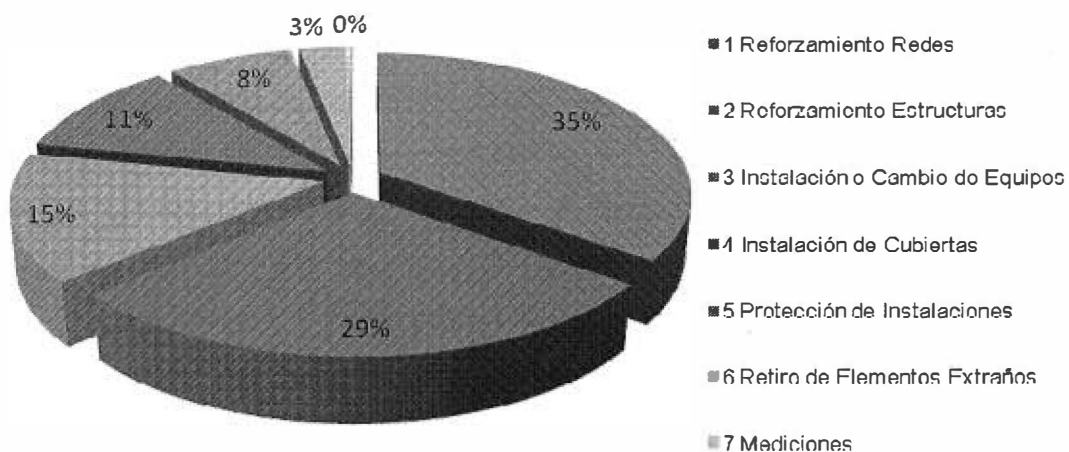


Fig. 5.6 Porcentaje de Precios Total por Tipo de Trabajo

En la figura 5.7 se muestra los factores promedio cada tipo de trabajo respecto a los trabajos realizados con corte de energía y Trabajos en Tensión.

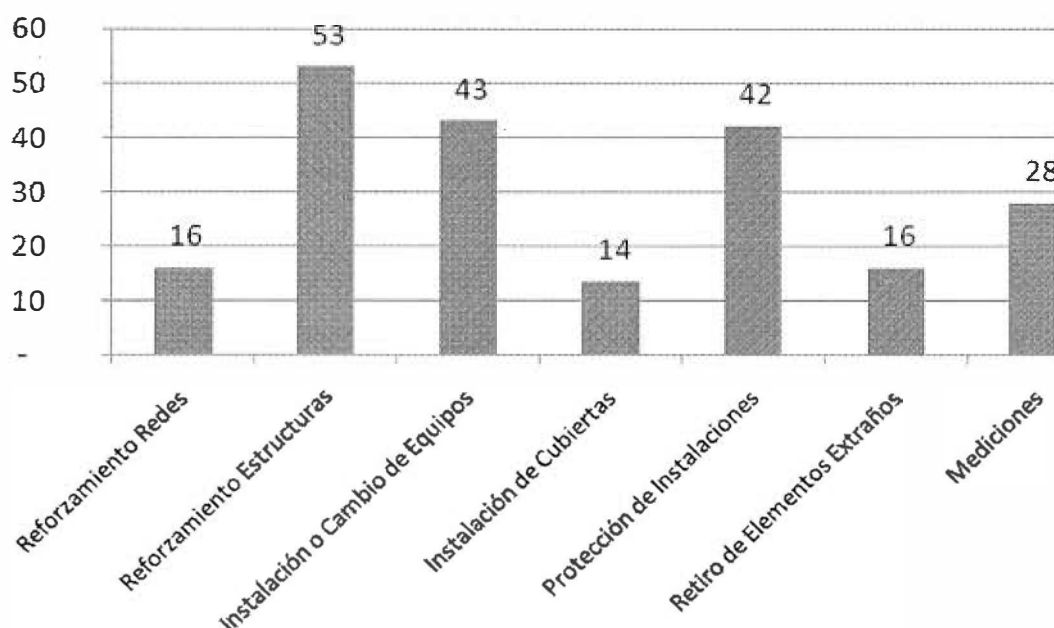


Fig. 5.7 Factor Promedio por Tipo de Servicio

Este factor es considerado para estimar uno de los factores de selección de tipo de trabajo a realizar en una instalación eléctrica, la cual se muestra en la tabla N° 5.2 de las CONCLUSIONES.

5.2. Importancia

En el marco de los cambios permanentes que se dan en el sector eléctrico y las exigencias impuestas por los mercados competitivos, se puede establecer que en estas aplicaciones interviene en los objetivos operacionales críticos de los sistemas eléctricos, que son:

- Aumentar la confiabilidad en el sistema,
- Minimizar el tiempo en que el equipo este fuera de operación,
- Maximizar las condiciones de seguridad
- Reducir las interrupciones de servicio a los clientes,

También es imprescindible no perder tiempo en tomar los pasos necesarios que nos ofrecen nuevos métodos de trabajo para redes eléctricas y avances en la tecnología, ya que la integridad de cada sistema de distribución y transmisión es tan importante como su construcción, mantenimiento y diseño.

Se debe tomar ventaja de la oportunidad de reemplazar sistemas que ya han alcanzado su vida útil y ahora son obsoletos e ineficientes, los cuales deben y necesitan ser

renovados por materiales y tecnologías modernas de equipos como las herramientas automáticas para realizar este tipo de trabajo, disminuyendo así el desgaste debido al trabajo manual del trabajador y cumpliendo con las exigencias de demanda y de entes de regulación nacional [20], [21].

En el ámbito socio-económicos y viendo esta tarea como una unidad de negocio, cada empresa debe tener en cuenta los factores de beneficios y ventajas tangibles e intangibles en las áreas citadas a continuación.

5.3. Beneficios

Los beneficios encontrados en las aplicaciones de los trabajos en tensión para mejora la confiabilidad de los sistemas y la continuidad en el suministro eléctrico de media tensión son:

5.3.1. Beneficios para los Suministradores

Para empresas de Distribución reguladas por la Norma Técnica de Calidad de Servicios Eléctricos podemos nombrar los siguientes beneficios.

a) Beneficios Económicos

- Evita el lucro cesante por la no venta de energía por interrupción del servicio por mantenimiento. expansión o reforzamiento, por tanto mayor utilidad de venta de energía.
- Evita los costos relacionados con las multas y sanciones generadas por la interrupción de suministro eléctrico por cortes programados, como:
 - Multas por Información Inoportuna al ente fiscalizador.
 - Multas por entrega de Información Inexacta al ente fiscalizador.
 - Multas por performance de la operación de los sistemas eléctricos de distribución que afectan al servicio público de electricidad.
- Evita pérdidas económicas por fugas eléctricas, por la oportuna programación de trabajos de reparación.
- El informar al público las suspensiones de servicio programadas por mantenimiento tiene costo y existe una notable diferencia con los valores cancelados por publicar en radio. prensa escrita. etc.
- Reduce los costos de compensación atribuidos por los tiempos de interrupción del servicio eléctrico ante sus usuarios.

b) Beneficios de Institucionales

- Mejora la imagen de la institución distribuidora de energía eléctrica logrando cumplir las exigencias de servicio en el mercado actual en la industria, comercio y residencia referente a la continuidad del servicio eléctrico de la operación de los sistemas eléctricos de su concesión.

c) Beneficios Operacionales

- Se reduce el número de maniobras a realizar en los equipos de seccionamiento y protección asociados a un sistema eléctrico de sub-transmisión y distribución, prolongando así la vida útil de los equipos.
- Los trabajos se ejecutan sin la presión del tiempo, lo que permite mayor precisión productiva al personal involucrado que lo desarrolla.
- En las intervenciones en las redes se realizan correctivos definitivos y un diagnóstico eficaz de sus componentes.
- Las actividades se desarrollan como principio con un control permanente de los riesgos involucrados, ello garantiza la mejora de los índices de accidentabilidad.

5.3.2. Beneficios para los Usuarios

- Evita los costos asociados a la imposibilidad de utilizar sus equipos eléctricos de los usuarios
- Se evita la interrupción en las actividades productivas y comerciales al realizar este tipo de trabajos, etc.
- Evita la reducción de su vida útil e incluso daño permanente de equipos eléctricos o bien pérdidas de materia prima en sectores industriales causados por la mala calidad de suministro generado por condiciones de operación ineficiente de los sistemas eléctricos.

CONCLUSIONES

Tomando en cuenta los puntos analizados en el presente informe, se puede concluir lo siguiente:

1. Los valores máximos de campos magnéticos registrados en la media tensión, están por debajo de los límites ocupacionales propuestos por los estándares internacionales, garantizando así el desarrollo laboral seguro para el personal que desarrolla los Trabajos en Tensión.
2. Los factores a considerar para la evaluación de selección del tipo de método para desarrollar un trabajo eléctrico en Media Tensión, se resumen en la tabla siguiente:

Tabla N° 5.2 Factores para selección de tipo de Trabajos

N°	Factor	Trabajo Convencional Con Corte de Energía	Trabajos con Tensión
1	Potencia eléctrica Interrumpida	Requiere evaluación por carga eléctrica variada en las operaciones del sistema eléctrico del entorno	No afecta la operación
2	Duración del trabajo	Factor crítico para la programación del trabajo	No es factor determinante
3	Costo de interrupción de energía	Afecto a multas, reposiciones lucro cesante, desgaste de equipos, etc.	No afecta
4	Costo de Servicio (Mano de Obra)	Representa costo convencional	Costo aprox. 34 veces mayor, demanda limitada. Trabajo especializado
5	Equipamiento adicional	No requiere	Amortizaciones de equipos, alquileres, traslados, etc.
6	Riesgo Eléctrico	Si, riesgo por causa cortes	No. Bajo correcto desarrollo
7	Acceso y condiciones geográficas	Requiere análisis convencional	Requiere ser evaluado y es limitativo en condiciones geográficas adversas
8	Prestigio y confiabilidad	Afecta a sumistradores	Contribuye la confiabilidad del sistema

3. Conociendo como la seguridad aplicada a los Trabajo con Tensión ofrecen la forma más segura de realizar la operación y mantenimiento de sistemas de distribución y

considerando que las regulaciones actuales exigen mejoras constantes en la Calidad del Suministro, las empresas distribuidoras de energía deberían considerar las técnicas de Trabajos en Tensión, ya que éstas pueden llegar a constituirse en medios eficaces para cumplir con sus objetivos como son el de brindar un servicio en las mejores condiciones técnicas de calidad y de continuidad.

4. De las aplicaciones analizadas para los Trabajos en Tensión que se realizan en la Media Tensión son más recurrentes la aplicación del Método al Contacto, siendo que los implementos que se utilizan para el cubrimiento y para la protección personal cubren los rangos de la Media Tensión.
5. De acuerdo al conocimiento teórico el Método Robotizado es aplicable a trabajos en la Media Tensión, sin embargo de los reportes revisados de entidades que aplican los Trabajos en Tensión no reportan su uso, por tanto no fue posible analizar su aplicación para nuestro medio.
6. Es importante remarcar que dadas las características especiales de los Trabajos en Tensión, deben llevarse a cabo una serie de tareas de apoyo, control, capacitación y seguridad que van mucho más allá del propio trabajo en particular y que exceden las que usualmente son puestas en práctica en otros tipos de trabajo convencionales.
7. A la fecha no se cuenta una reglamentación referente Trabajos en Tensión en Instalaciones Eléctricas para nuestro país. Mediante este informe se recomienda establecer el conjunto de condiciones de seguridad a observar para los trabajos que se realicen sobre partes energizadas de instalaciones eléctricas o sobre partes no energizadas que debido a su proximidad con las anteriores involucren adoptar procedimientos de Trabajos en Tensión.
8. Es necesario impulsar un proceso de socialización de los Trabajos en Tensión en todo nivel (administrativo, técnico, social) con el propósito dar a conocer los beneficios de estos trabajos ya que en nuestro medio no es muy conocido y entendido, desmitificando los temores y miedos que conlleva el escuchar realizar Trabajos en Tensión.
9. Por la variedad de reportes bibliográficos consultados. las aplicaciones de los Trabajos en Tensión se considera una necesidad y una exigencia muy estandarizada en la mayoría de países a nivel mundial.

ANEXOS

ANEXO A: Resultado de Mediciones de Campos Eléctricos y Magnéticos

a) Líneas de Transmisión de Alta Tensión

Sistema Empresa de Energía del Pacífico EPSA

N°	Líneas	E Máx. (kV/m)	B Máx. (mG)	E Servd. (kV/m)	B Servid. (mG)
1	Buga - Calimana 115 V _k	2.112	2.2	0.903	1.6
2	Buga - Tuhúa 115 kV	1.076	8.9	0.501	2.5
3	Termoyombo - Chipichape 115 kV	0.271	6.2	0.225	4.7
4	Juanchito - Calandria 115 kV	1.741	41.7	1.380	18.9
5	Meléndez - Aguablanca 115 kV	1.902	37.1	0.700	30.6
6	San Marcos - Cadazzi 115 kV	0.426	2.2	0.330	2.0
7	Santa Bárbara - Codazzi	1.887	4.9	0.903	4.1
8	Pance - Juanchito 230 kV	3.706	20.1	3.381	17.5
9	Pance - Salvajina 230 kV	1.291	5.2	1.108	4.8

Sistema de la costa norte de Colombia

N°	Líneas	E Máx. (kV/m)	B Máx. (mG)	E Servd. (kV/m)	B Servid. (mG)
1	20 de julio - Malambo 110 kV	0.650	12.3	0.614	0.9
2	Oais - Rio 110 kV	0.489	21.3	0.474	6.4
3	Termoflores - Oasis 110 kV	0.717	60.8	0.510	26.7
4	Bosque - Bocagrande 66 kV	-	19.2	-	0.9
5	Candelaria - N. Cospique 110 kV	0.910	5.8	0.571	4.6
6	Ternera - Zaragocilla 66 kV	0.249	64.5	0.135	22.3

Sistema Cuba

N°	Líneas	E Máx. (kV/m)	B Máx. (mG)
1	Línea 1	1.405	27.4
2	Línea 2 110 kV	0.084	1.1
3	Línea 3 220 kV	1.494	10.4
4	Línea 4 110 kV	1.266	6.8
5	Línea 5 220 kV	1.198	12.1

b) **Subestaciones de Alta Tensión**

Sistema Empresa de Energía del Pacífico EPSA

N°	Subestaciones	E Máx. (kV/m)	B Máx. (mG)	E Servd. (kV/m)	B Servid. (mG)
1	Buga 115 kV	2.748	49.5	1.235	23.2
2	Chipichape 115 kV	2.770	95.3	1.428	21.7
3	Juanchito 230 kV	8.600	57.5	3.332	18.3
4	Juanchito 230 kV lado 115 kV	3.680	147.5	1.562	70.8
5	Juanchito 115 kV	4.116	217.6	1.899	75.9
6	Meléndez 115 kV	3.520	90.3	1.033	18.6
7	Pance 115 kV	2.598	131.7	1.275	49.9
8	Pance 230 kV	4.648	146.1	2.423	57.4
9	Salvajina 115 kV	2.855	140.2	1.095	22.8
10	San Marcos 115 kV	3.991	66.5	1.634	23.5
11	Santa Bárbara 115 kV	3.991	286.9	1.505	41.4
12	Tabor 115 kV	3.445	31.1	1.813	13.6
13	Zarzal 115 kV	3.091	39.3	0.783	11.5

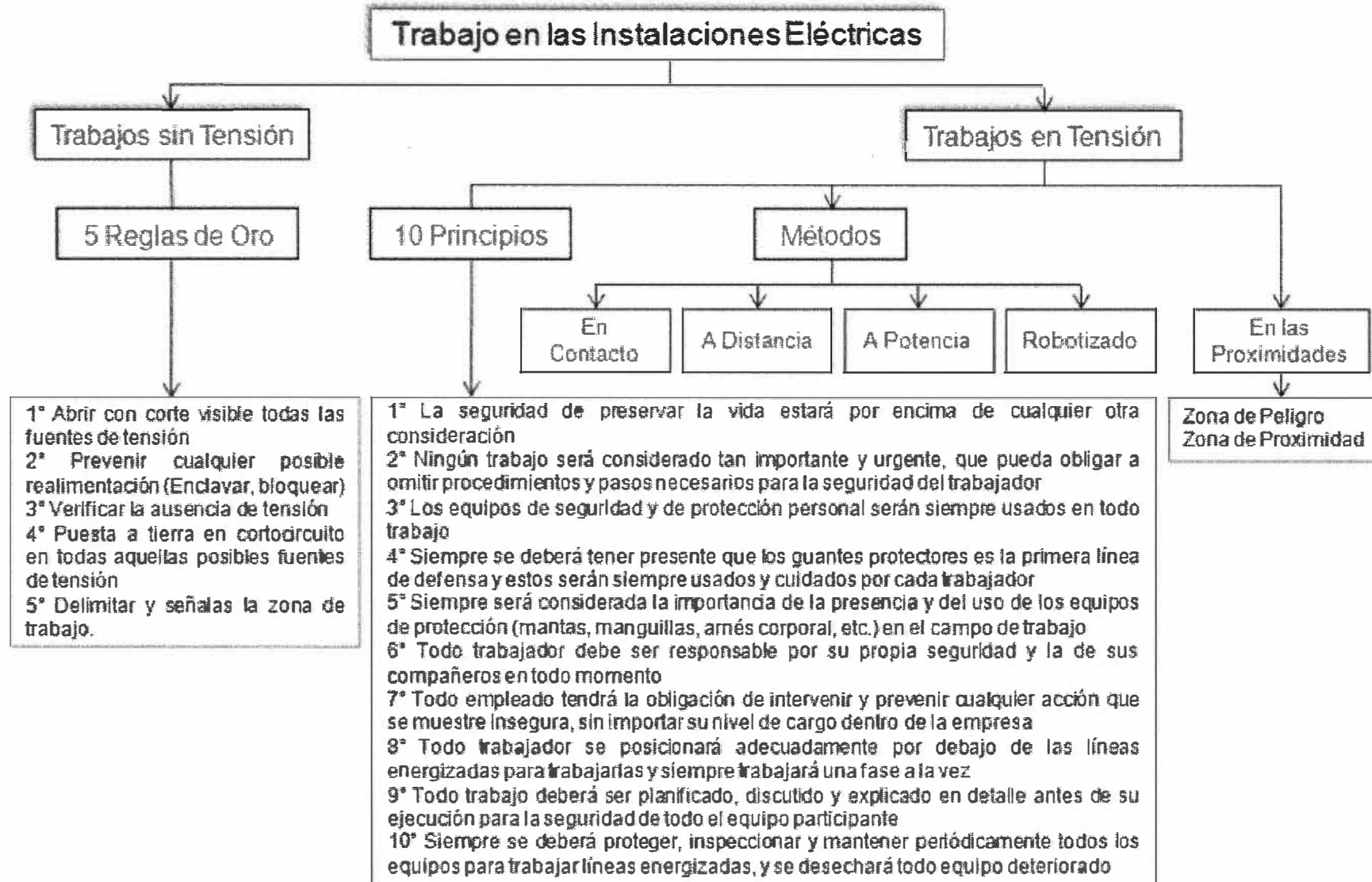
Sistema de la costa norte de Colombia

N°	Subestaciones	E Máx. (kV/m)	B Máx. (mG)	E Servd. (kV/m)	B Servid. (mG)
1	Cordialidad 110 kV	4.266	88.8	2.634	45.8
2	Oasis 110 kV	3.338	272.0	2.212	148.7
3	Silencio 110 kV	3.916	135.4	2.174	44.7
4	Bosque 66 kV	1.909	82.9	1.140	32.2
5	Candelaria 110 kV	7.456	12.1	3.608	7.7
6	Mamonal 66 kV	-	30.1	-	9.0
7	Nueva Cospique 110 kV	4.395	37.1	2.697	25.7

Sistema Cuba

N°	Subestaciones	E Máx. (kV/m)	B Máx. (mG)	E Servd. (kV/m)	B Servid. (mG)
1	Subestación 1 110 kV	1.423	15.9	0.599	9.9
2	Subestación 2 220/110 kV	3.705	98.3	1.728	37.1
3	Subestación 2 220 kV	7.467	158.1	3.950	49.0
4	Subestación 3 220/110 kV	3.850	105.3	1.207	34.6
5	Subestación 3 220 kV	5.734	58.9	2.642	28.8
6	Subestación 4 110 kV	1.977	130.7	0.859	44.2
7	Subestación 5 220/110 kV	2.266	145.4	1.004	46.3
8	Subestación 5 220 kV	5.352	182.1	2.617	69.6
9	Subestación 6 220/110 kV	2.756	154.9	1.198	56.4
10	Subestación 6 220 kV	5.209	46.2	2.185	23.9

ANEXO B: Configuración de Trabajos en Instalaciones Eléctricas



ANEXO C: Equipamiento Promedio de Cuadrillas



INSPECCION DE EQUIPOS - HERRAMIENTAS Y EPPs (UNIDAD DE LINEAS ENERGIZADAS)

EQUIPOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS			
Item	Descripcion	Cant.	Estado
1	Amperímetro Digital	2	
2	Faludó electrónico con extensión	1	
3	RESISTMETRO	1	
4	Voltímetro Analógico 25Kv	1	
5	Desconector Baja Carga "Loadbuster"	1	

HERRAMIENTAS MECANICAS			
Item	Descripcion	Cant.	Estado
1	Bitdruil	1	
2	Barruso	1	
3	Arco de sierra	2	
4	Serrucho	2	
5	Macneta	2	
6	Lima redonda	1	
7	Lima cuadrada	1	
8	Tornillo de banco	1	
9	Alicate 8" Universal	3	
10	tenaza para tubería (Alicate Pico de Loro)	1	
11	Martillo tp. Carpintero	2	
12	Martillo de cola	1	
13	Martillo de goma	1	
14	Plana podadora	1	
15	Estuchadora Bandit USA	1	
16	Tecle de cadena de 3ft	1	
17	Montacarga 1 ton	1	
18	Montacarga 2 ton	2	
19	Moton de uso ligero Klein Tools Cat 1802-30 S/R	2	
20	Ojal de Tensado (E-46) (para viento)	1	
21	Perno Anclaje primería tierra (robotelevador)	1	
22	Prensa Hidráulica Y-35	1	
23	Prensa Manual	1	
24	Soporte para Referamiento de soga	2	
25	Somas con Argolla D	2	
26	Mordaza p/conductor 1655-30	2	
27	Mordaza p/conductor 1612-40	1	
28	Mordaza p/conductor 1556-30	2	
29	Mordaza p/conductor 1685-20	1	
30	Mordaza p/conductor 1656-20	1	
31	Horqueta porta ahambre TIPO C	3	
32	Horqueta porta ahambre TIPO U	2	
33	Horqueta porta ahambre TIPO V	3	
34	Tijera para corte de MVLC	1	
35	Cizara Mecanica de 30"	1	
36	Contadors de Cables tipo Ratchet	2	
37	Cuchillo para aelectrolista Klein	2	
38	Combo 2 Lib.	1	

HERRAMIENTAS Y EQUIPOS AISLANTES			
Item	Descripcion	Cant.	Estado
1	Plataforma de Suspensión 45 - 400 lbs	1	
2	Pertiga Grip-Ali (1,80 mts) 6 Escopeta	1	
3	Pertiga Universal 2 brazos	1	
4	Pertiga Chapaable	1	
5	Pertiga de manibra	1	
6	Pertiga Universal (1,33) 6'	1	
7	Pertiga Podadora	1	
8	Pertiga Contadora de cable a distancia	1	
9	Pertiga para prueba de parafío	2	
10	Pertiga Telescopica Membr Ritz	1	
11	Puentes Aislados 1.50 mts.	2	
12	Puentes Aislados 2.5 mts.	2	
13	Puentes Aislados 3.50 mts	3	
14	Pertiga Aislada para Soporte de Puente	2	
15	Pertiga Estacion en espiral (15 1/4")	2	
16	Cozara para cable con baston aislado	1	
17	Seccionador de corte temporal 15Kv	2	
18	Soporte para un Conductor 30" 26 cm	1	
19	Soporte Esquinero	1	
20	Soporte para un Conductor 46" 1.22 cm	1	
21	Soporte para un Conductor 45" 1.22 cm	1	
22	Baston aislado para Montacarga 17r	1	
23	Baston aislado para Montacarga 27n	2	
24	Llave p/poste	1	
25	Aparato Doble CHANCE	1	
26	Aparato Doble RITZ	1	
27	Grapas p/pertigas perros en Gancho SALISBURY	2	
28	Grapas p/pertigas perros con Gancho RITZ	6	
29	Grapas p/pertigas perros sin Gancho RITZ	10	

IMPLEMENTOS AISLANTES			
Item	Descripcion	Cant.	Estado
1	Cubierta para Aisladores Anclaje	3	
2	Cubierta para Aisladores Pin 9"	3	
3	Cubiertas para Contactos RITZ	3	
4	Cubierta para Chuceta de 24"	2	
5	Cubiertas p/postes (12" x 9")	2	
6	Cubiertas p/postes (24" x 12")	2	
7	Cubiertas p/postes (22" x 9") 6	2	
8	Cubiertas p/postes (22" x 12")	2	
9	Mangueras Lisas ambos extremos CL 3 MACHO	9	
10	Mangueras de acoplamiento CL 3 HEMBRA	6	
11	Mantas Aisladas Emeras (Isas)	6	
12	Mantas Aisladas 45 X 90	2	
13	Mantas Aisladas Partidas (ranuradas)	5	
14	Protecciones Rígidas para línea RITZ	9	
15	Cubierta para Aisladores Pin 9" mancha	3	

EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL			
Item	Descripcion	Cant.	Estado
1	ARNES DE SEGURIDAD	3	
2	GUANTES CL 3 (PAR)	3	
3	MANGUILLAS CL 3 (PAR)	3	
4	GUANTES CL 2 (PAR)	1	
5	MANGUILLAS CL 2 (PAR)	1	
6	GUANTES DE CUERO PROTECTOR	4	
7	BOLSA PARA GUANTES	4	
8	BOLSA PARA MANGUILLAS	4	
9	CASCO DE SEGURIDAD	4	

HERRAMIENTAS MANUALES			
Item	Descripcion	Cant.	Estado
1	Maquina para instalacion manual de cubierta MVLC N° 18	1	
2	Llave ajustable y hexagonales 6 (francesa)	1	
3	Llave ajustable y hexagonales 12 (francesa)	3	
4	Llave para tubo 12 (Estilon)	1	
5	Conea de Seguridad con Línea de Vida		

EQUIPOS DE SEGURIDAD PEATONAL			
Item	Descripcion	Cant.	Estado
1	Conos de seguridad	11	
2	Parantes de seguridad	6	
3	Barreiras de seguridad	8	
4	Malla de señalización	1	

PORTA HERRAMIENTAS - PROTECTORES - SOGAS			
Item	Descripcion	Cant.	Estado
1	Balce Portaherramienta	1	
2	Balce Portaherramienta BUCKINGHAM	1	
3	Cinturon Portaherramientas	2	
4	Lona p/pegajos 4x2 mts.	1	
5	Soga de 1/2" - 15mts.	1	
6	Soga de 1/2" - 20mts.	1	

INTEGRANTES		
Item	Apellidos y Nombres	Firma
1		
2		
3		
4		
5		

FECHA:

ANEXO D: Actividades Seguras de Trabajo (ASTs)

ASTs de Etapa de Trabajo: Construcción

- SGI-00-AST 001 INSTALACIÓN Y - O RETIRO DE POSTES EN M.T. UTILIZANDO BRAZO HIDRÁULICO
- SGI-00-AST 002 CAMBIO DE SECCIONADORES UTILIZANDO BRAZO HIDRÁULICO
- SGI-00-AST 008 REVISIÓN Y REAJUSTE DE CONEXIONES UTILIZANDO BRAZO HIDRÁULICO
- SGI-00-AST 009 CAMBIO Y-Ó INSTALACIÓN DE RETENIDAS
- SGI-00-AST 010 RENOVACIÓN DE REDES AEREAS UTILIZANDO BRAZO HIDRÁULICO
- SGI-00-AST 020 INSTALACIÓN DE CUBIERTAS AISLANTES POR DMS
- SGI-00-AST 021 PODA DE ARBOLES
- SGI-00-AST 024 CONEXION DE NUEVAS REDES UTILIZANDO EL BRAZO HIDRÁULICO
- SGI-00-AST 027 COMVERSIÓN DE ESTRUCTURA
- SGI-00-AST 030 INSTALACIÓN Y - O RETIRO DE SEÑALIZADORES - MEDICIONES, UTILIZANDO BRAZO HIDRÁULICO



AST

CÓDIGO	:
VERSIÓN	:
FECHA	:
PAGINA	:

AST ULE-024 CONEXIÓN NUEVAS REDES UTILIZANDO BRAZO HIDRÁULICO

ETAPAS DEL TRABAJO: EJECUCIÓN

RIESGO EN EL TRABAJO		PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR DE TRABAJO			
RIESGOS POTENCIALES	ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	PROCEDIMIENTO DE TRABAJO SEGURO (ACTOS Y CONDICIONES SEGURAS)	CONTROLES Y RECOMENDACIONES	RESPONSABLE	REGISTRO
<ul style="list-style-type: none"> - Caída al mismo nivel. - Caída a distinto nivel. - Caída de objetos. - Colisión o atropello. - Golpe. - Corte. - Daños a la salud. - Lesión y/o enfermedad. - Agresión de personas. - Contacto directo e indirecto (electrocución/muerte) - Corto circuito/electrocución - Problemas musculares y articulaciones. - Lesión por actos inseguros. 	<ul style="list-style-type: none"> - Uniforme antiinflam. - Casco dieléctrico con barbiquejo. - Lentes contra Impacto. - Calzado dieléctrico de seguridad (Botín). - Chaqueta reflectivo para tránsito vehicular. - Guantes y Manguillas de la clase del nivel de tensión de trabajo. - Guantes de hilo. - Guantes de Cuero protector. - Cercos y conos de seguridad. - Arnés de seguridad. 	<p>10. Antes de ascender a la zona de Trabajo con Tensión, el liniero debe desprenderse de todos los elementos metálicos personales y equipos de comunicación personal (reloj, cadenas, sortijas, llaveros, celulares etc.)</p> <p>11. El personal ubicado en las canastillas y antes de ascender a la Zona de Trabajo con Tensión, deberá:</p> <p>a) Colocarse los elementos de protección personal.</p> <p>b) Sujetarse a la argolla de seguridad de la "pluma" mediante los arneses.</p> <p>12. Instalar cubiertas en las redes o en la zona con tensión cercana al punto de trabajo. También se instalará la protección que evite los contactos "na tierra".</p> <p>13. Si las nuevas redes a tensionarse son del tipo aérea y radial, deberá previamente efectuarse una inspección de manera de determinar que se cumplan con: conexiones aéreas, posición de las fases, elementos y estructuras normalizadas.</p> <p>14. Toda conexión de red nueva, aérea o subterránea, se deberá efectuar sin tener ninguna carga conectada.</p> <p>15. Para las redes subterráneas, debe contarse con la conformidad de las pruebas de aislamiento del nuevo cable. Información que será corroborada por el sector del Centro de Operaciones.</p> <p>16. Jamás se realizarán trabajos mientras se encuentre personal de Obras ubicados en las nuevas redes.</p>	<p>10.11.12. Supervisión</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se debe verificar que el personal que realizará el trabajo en la Zona con Tensión use los EPP. <p>13. Si las nuevas redes son del tipo subterráneo y radial, es recomendable que la conexión a la red existente se efectúe a través de un seccionador.</p> <p>14. Supervisión</p> <p>15.16. Coordinación y Supervisión.</p> <ul style="list-style-type: none"> - El responsable debe estar atento a todas las maniobras del liniero. <p>- No debe haber persona alguna debajo de la zona de trabajo con tensión.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Jefe de cuadrilla - Técnicos ejecutores 	<ul style="list-style-type: none"> - Guía de señalización de trabajo - Ver 04 SGI-00-GU-03



AST

AST ULE-010 RENOVACION DE REDES AEREAS UTILIZANDO BRAZO HIDRAULICO

CODIGO	:
VERSION	:
FECHA	:
PAGINA	:

RIESGO EN EL TRABAJO		PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR DE TRABAJO			
RIESGOS POTENCIALES	ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	PROCEDIMIENTO DE TRABAJO SEGURO (ACTOS Y CONDICIONES SEGURAS)	CONTROLES Y RECOMENDACIONES	RESPONSABLE	REGISTRO
<ul style="list-style-type: none"> - Caída al mismo nivel. - Caída a distinto nivel. - caída de objetos. - Colisión o atropello. - Golpe. - Corte. - Daños a la salud. - Lesión y/o enfermedad. - Agresión de personas. - Contacto directo e indirecto (electrocución/muerte) - Corto circuito/electrocución. - Problemas musculares y articulaciones. - Lesión por actos inseguros. 	<ul style="list-style-type: none"> - Uniforme antiflama. - Casco dieléctrico con barbiquejo. - Lentes contra impacto. - Calzado dieléctrico de seguridad (Botín). - Chaleco reflectivo para tránsito vehicular. - Guantes y Manguillas de la clase del nivel de tensión de trabajo. - Guantes de hilo. - Guantes de Cuero protector. - Cerco y conos de seguridad. - Arnés de seguridad. 	<p>10. Antes de ascender a la zona de Trabajo con Tensión, el liniero debe desprenderse de todos los elementos metálicos personales y equipos de comunicación personal (reloj, cadenas, sortijas, llaveros, celulares etc.)</p> <p>11. El personal ubicado en las canastillas y antes de ascender a la Zona de Trabajo con Tensión, deberá:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Colocarse los elementos de protección personal. b) Sujetarse a la argolla de seguridad de la "pluma" mediante los arneses. <p>12. Instalar las protecciones en las redes o en la zona con tensión cercana al punto de trabajo. También se instalará la protección que evite los contactos "a tierra".</p> <p>NOTA: La renovación de redes se refiere al cambio del conductor comprendido entre 2 puntos. Se efectúa con una o dos cuadrillas, dependiendo de la magnitud del trabajo y del tiempo.</p> <p>13. En cada punto o zona de trabajo se dispondrá de una cuadrilla de ser necesario. Los responsables de las cuadrillas deberán coordinar mutuamente para efectuar el trabajo en simultáneo en los dos puntos. De contar con una cuadrilla el encargado del grupo determinará la secuencia de trabajo.</p> <p>14. Instalar protecciones en los dos puntos comprendidos en el tramo a cambiar.</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Reubicar provisionalmente la fase y dejar puentes provisionales de tal forma que quede libre el espacio por donde ingresará el nuevo cable para anclarse a la estructura. b) Efectuar el trabajo primero en un extremo y después en el otro. c) Una vez efectuada la instalación del nuevo cable se efectuará la conexión definitiva. d) Para el retiro del cable deteriorado proteger el nuevo cable y proceder a desconectar en ambos extremos los puentes provisionales y dejar la línea sin tensión para descolgar el cable deteriorado. 	<p>10.11.12. Supervisión</p> <p>13.14. Los jefes de cuadrillas deberán coordinar antes y durante la ejecución del trabajo y asignarán tareas al personal de apoyo para estar atento a todas las maniobras del liniero y movimientos de la red que se ocasionen por la envergadura del trabajo.</p> <p>- Supervisión</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Jefe de cuadrilla - Técnicos ejecutores 	<ul style="list-style-type: none"> - Guía de señalización de trabajo - Ver 04 SGI-00-GU-03



AST

AST ULE-008 REVISIÓN Y REJUSTE CONEXIONES UTILIZANDO BRAZO HIDRAULICO

CÓDIGO	:
VERSIÓN	:
FECHA	:
PÁGINA	:

RIESGO EN EL TRABAJO		PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR DE TRABAJO			
RIESGOS POTENCIALES	ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	PROCEDIMIENTO DE TRABAJO SEGURO (ACTOS Y CONDICIONES SEGURAS)	CONTROLES Y RECOMENDACIONES	RESPONSABLE	REGISTRO
<ul style="list-style-type: none"> - Caída al mismo nivel. - Caída a distinto nivel. - caída de objetos. - Colisión o atropello. - Golpe. - Corte. - Daños a la salud. - Lesión y/o enfermedad. - Agresión de personas. - Contacto directo e indirecto (electrocución/muerte) - Corto circuito/electrocución. - Problemas musculares y articulaciones. - Lesión por actos inseguros. 	<ul style="list-style-type: none"> - Uniforme antífama. - Casco dieléctrico con barbiquejo. - Lentes contra impacto. - Calzado dieléctrico de seguridad (Botín). - Chaleco reflectivo para tránsito vehicular. - Guantes y Mangullas de la clase del nivel de tensión de trabajo. - Guantes de hilo. - Guantes de Cuero protector. - Cerco y conos de seguridad. - Arnés de seguridad. 	<p>10. Antes de ascender a la zona de Trabajo con Tensión, el liniero debe desprenderse de todos los elementos metálicos personales y equipos de comunicación personal (reloj, cadenas, sortijas, llaveros, celulares etc.)</p> <p>11. El personal ubicado en las canastillas y antes de ascender a la Zona de Trabajo con tensión, el liniero deberá:</p> <p>a) Colocarse los elementos de protección personal. b) Sujetarse a la argolla de seguridad de la "piuma" mediante la línea de vida de los arneses.</p> <p>12. Instalar las protecciones en las redes o en la zona con tensión cercana al punto de trabajo. También se instalará la protección que evite los contactos "a tierra".</p> <p>13. Es necesario efectuar una observación minuciosa de todas las conexiones de tal manera que nos permita identificar los riesgos y trazar el procedimiento de trabajo correctivo a ejecutar.</p> <p>14. Los trabajos de revisión y reajuste de las conexiones comprenden: las tomas del seccionador o las conexiones en los puntos de derivación de la red y son mayormente originados por los reportes de termovisión que deben ser corroboradas en el punto de trabajo.</p> <p>15. Si no se tienen registros de temperatura, una inspección visual determinará el estado de las conexiones.</p> <p>16. Si el problema identificado corresponde a un "falso contacto", se efectuará el reajuste correspondiente para lo cual previamente se debe proteger con mantas y cubiertas la zona trabajo de los linieros.</p> <p>17. Si el reajuste no elimina el "falso contacto", entonces se procederá a instalar los "jumpers" para derivar el paso de la corriente en los puntos de conexión y renovar todos los elementos de ajuste sean los bornes de los seccionadores o los puntos de derivación.</p> <p>18. Renovadas las conexiones, se retiran los "jumper" instalados para que las nuevas conexiones asuman su "carga" de trabajo.</p>	<p>10.11. Supervisión.</p> <p>12. Mantener en todo momento doble nivel de protección.</p> <p>13.14.15. Observar las conexiones para evitar posibles desprendimientos o roturas que ocasionen arcos eléctricos o cortocircuitos.</p> <p>16. El jefe de cuadrilla debe estar atento a todas las maniobras del liniero.</p> <p>17. Verificar con la pinza Amperimétrica que la carga se ha dividido entre el "jumper" y el cuello.</p> <p>18. Supervisión.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Jefe de cuadrilla - Técnicos ejecutores 	<ul style="list-style-type: none"> - Guía de señalización de trabajo - Ver 04 SGI-00-GU-03



AST - 009 INSTALACION Y/O REPARACION DE RETENIDAS

CODIGO	:	
VERSION	:	
FECHA	:	
PAGINA	:	

RIESGO EN EL TRABAJO		PROCEDIMIENTO ESTANDAR DE TRABAJO			
RIESGOS POTENCIALES	ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	PROCEDIMIENTO DE TRABAJO SEGURO (ACTOS Y CONDICIONES SEGURAS)	CONTROLES Y RECOMENDACIONES	RESPONSABLE	REGISTRO
<ul style="list-style-type: none"> - Caída al mismo nivel. - Caída a distinto nivel. - caída de objetos. - Colisión o atropello. - Golpe. - Corte. - Daños a la salud. - Lesión y/o enfermedad. - Agresión de personas. - Contacto directo e indirecto (electrocución/muerte) - Corto circuito/electrocución. - Problemas musculares y articulaciones. - Lesión por actos inseguros. 	<ul style="list-style-type: none"> - Uniforme antiflama. - Casco dieléctrico con barbiquejo. - Lentes contra impacto. - Calzado dieléctrico de seguridad (Botín). - Chaleco reflectivo para tránsito vehicular. - Guantes y Manguillas de la clase del nivel de tensión de trabajo. - Guantes de hilo. - Guantes de Cuero protector. - Cerco y conos de seguridad. - Arnés de seguridad. 	<ol style="list-style-type: none"> 10. El cambio de retenida implica además la instalación de un aislador tensor. Para el cambio se utilizará un Tede de cadena de 2 Ton. y 2 mordazas tensoras ó amarre preformado como los puntos de apoyo para aflojar, retirar é instalar el cable de retenida. 11. Antes de ascender a la zona de Trabajo con Tensión, el liniero debe desprenderse de todos los elementos metálicos personales y equipos de comunicación personal (reloj, cadenas, sortijas, llaveros, celulares etc.) 12. El personal ubicado en las canastillas y antes de ascender a la Zona de Trabajo con Tensión, deberá: <ol style="list-style-type: none"> a) Colocarse los elementos de protección personal. b) Sujetarse a la argolla de seguridad de la "pluma" mediante los ameses. 13. Instalar las protecciones en las redes o en la zona con tensión cercana al punto de trabajo. También tener en cuenta la protección que evite los contactos "a tierra". 14. Se deberá instalar una retenida provisional para efectuar el cambio la cual asumirá el esfuerzo de la retenida a reemplazar. 15. El liniero ejecutor procederá a elevar el cable para viento con el amarre preformado preparado para su instalación y apoyado por el personal de apoyo quien en ningún momento dejara libre el cable en su ascenso y deberá utilizar guantes dieléctricos. 16. Desmontada la retenida defectuosa, esta se descoigará alejándola de la zona de trabajo con tensión para evitar cualquier contacto casual en coordinación con el personal de tierra. 	<p>10. Usar las herramientas y equipos normalizados.</p> <p>11.12.13. Supervisión.</p> <p>14.15. El personal deberá estar atento a todas las maniobras del liniero.</p> <p>16. Supervisión</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Jefe de cuadrilla - Técnicos ejecutores 	<ul style="list-style-type: none"> - Guía de señalización de trabajo - Ver D4 - SGI-00-GU-03

RIESGO EN EL TRABAJO		PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR DE TRABAJO			
RIESGOS POTENCIALES	ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	PROCEDIMIENTO DE TRABAJO SEGURO (ACTOS Y CONDICIONES SEGURAS)	CONTROLES Y RECOMENDACIONES	RESPONSABLE	REGISTRO
<ul style="list-style-type: none"> - Caída al mismo nivel. - Caída a distinto nivel. - caída de objetos. - Colisión o atropello. - Golpe. - Corte. - Daños a la salud. - Lesión y/o enfermedad. - Agresión de personas. - Contacto directo e indirecto (electrocución/muerte) - Corto circuito/electrocución. - Problemas musculares y articulaciones. - Lesión por actos inseguros. 	<ul style="list-style-type: none"> - Uniforme antiflama. - Casco dieléctrico con barbiquejo. - Lentes contra impacto. - Calzado dieléctrico de seguridad (Botín). - Chaleco reflectivo para tránsito vehicular. - Guantes y Manguillas de la clase del nivel de tensión de trabajo. - Guantes de hilo. - Guantes de Cuero protector. - Cerco y conos de seguridad. - Amés de seguridad. 	<p>10. Antes de ascender a la zona de Trabajo con Tensión, el liniero debe desprenderse de todos los elementos metálicos personales y equipos de comunicación personal (reloj, cadenas, sortijas, llaveros, celulares etc.)</p> <p>11. El personal ubicado en las canastillas y antes de ascender a la Zona de Trabajo con Tensión, deberá:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Colocarse los elementos de protección personal. b) Sujetarse a la argoila de seguridad de la "pluma" mediante los ameses. <p>12. Instalar las protecciones en las redes o en la zona con tensión cercana al punto de trabajo. También se instalará la protección que evite los contactos "a tierra". De alineamiento en anclaje:</p> <p>13. Instale la ferretería y los aisladores en la ménsula, cruceta ó poste donde se anclara la fase en trabajo.</p> <p>14. Con los equipos tensores de línea y el (montacarga, aparejo o motón dependiendo de la sección del conductor) traslade el esfuerzo del cable a este equipo e instale un puente comprobando con la pinza amperimétrica que este haya tomado la carga del circuito.</p> <p>15. Proceda a seccionar el conductor y reubíquelo a su nueva posición. De ser el caso proceda de igual manera en las otras fases.</p> <p>16. De anclaje en alineamiento: Proceda de acuerdo al punto 13.14</p> <p>17. Proceda recuperar el conductor necesario que permita la nueva posición del conductor como parte de la estructura de alineamiento, luego reconéctelo con uniones tubulares de acuerdo a la sección del conductor.</p> <p>18. Se retiran los equipos instalados y se procede de manera similar para las otras fases.</p>	<p>10.11.12. Supervisión</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se debe verificar que el personal que realizará el trabajo en la Zona con Tensión use los EPP. - Verificar el estado de los equipos y herramientas - No debe haber persona alguna debajo de la zona de trabajo con tensión. - El responsable debe estar atento a todas las maniobras del lindero <p>13. Efectué una revisión de la ferretería y los aisladores a instalar.</p> <p>14.15. En el caso que se tenga que reubicar la fase a una distancia fuera de su eje deberá efectuar el trabajo con dos equipos. (Aparejo y montacargas).</p> <p>16. Supervisión</p> <p>17. En caso que el conductor recuperado no presente condiciones para su reconexión se deberá instalar un nuevo tramo de cable.</p> <p>18. Supervisión</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Jefe de cuadrilla - Técnicos ejecutores 	<ul style="list-style-type: none"> - Guía de señalización de trabajo - Ver 04 SGI-00-GU-03



AST

AST ULE-002 CAMBIO DE SECCIONADORES UTILIZANDO BRAZO HIDRAULICO

CODIGO	:
VERSION	:
FECHA	:
PAGINA	:

RIESGO EN EL TRABAJO		PROCEDIMIENTO ESTANDAR DE TRABAJO			
RIESGOS POTENCIALES	ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	PROCEDIMIENTO DE TRABAJO SEGURO (ACTOS Y CONDICIONES SEGURAS)	CONTROLES Y RECOMENDACIONES	RESPONSABLE	REGISTRO
<ul style="list-style-type: none"> - Caída al mismo nivel. - Caída a distinto nivel. - caída de objetos. - Colisión o atropello. - Golpe. - Corte. - Daños a la salud. - Lesión y/o enfermedad. - Agresión de personas. - Contacto directo e indirecto (electrocución/muerte) - Corto circuito/electrocución. - Problemas musculares y articulaciones. - Lesión por actos inseguros. 	<ul style="list-style-type: none"> - Uniforme antiflama. - Casco dieléctrico con barbiQUEJO. - Lentes contra impacto. - Calzado dieléctrico de seguridad (Botin). - Chaqueta reflectivo para transito vehicular. - Guantes y Manguillas de la clase del nivel de tensión de trabajo. - Guantes de hilo. - Guantes de Cuero protector. - Cerco y conos de seguridad. - Arnés de seguridad. 	<p>10. Antes de ascender a la zona de Trabajo con Tensión, el liniero debe desprenderse de todos los elementos metálicos personales y equipos de comunicación personal (reloj, cadenas, sortijas, llaveros, oculares etc).</p> <p>11. El personal ubicado en las canastillas y antes de ascender a la Zona de Trabajo con tensión, el liniero deberá:</p> <p>a) Colocarse los elementos de protección personal.</p> <p>b) Sujetarse a la argolla de seguridad de la "pluma" mediante la línea de vida de los arneses.</p> <p>12. Previo al cambio de los seccionadores (de línea o primarios), efectuar una inspección en los seccionadores a cambiar para determinar el estado de los mismos, la firmeza de las conexiones, de los cables de comunicación del trapecio al cutout y del cutout al bushing del transformador y los puntos en donde se conectarán los "puentes" o jumpers, esta observación determinara como iniciar el trabajo</p> <p>13. Se instalarán las protecciones rígidas y/o flexibles de manera de cubrir todos los puntos posibles de "contacto entre fases y contactos a tierra".</p> <p>14. Se procede a instalar los "jumpers" ó "puentes" para derivar la carga conectada (corriente).</p> <p>15. Con la ayuda de un bastón de maniobra se abre el seccionador y retirar el porta fusible, se desconecta los cables de comunicación, se reubican para dejar libre el seccionador de todo punto con tensión, instale protecciones que eviten contactos accidentales con el jumper y tierra.</p> <p>16. Se efectúa el cambio de los seccionadores. Si el seccionador es del tipo fusible, se evaluará el cambio del fusible.</p> <p>17. Culminado el cambio de los seccionadores, se procede a verificar su operatividad mecánica y dejándolo cerrado, se procede a retirar el jumper.</p>	<p>10.11. Supervisión</p> <p>12. Observar las conexiones para evitar posibles desprendimientos o roturas que ocasionen arcos eléctricos ó cortocircuitos.</p> <p>13. Mantener en todo momento doble nivel de protección.</p> <p>14. El personal debe estar atento a todas las maniobras del liniero.</p> <p>15. No utilice ningún otro elemento que no sea el adecuado para abrir el porta fusible, esta acción deberá efectuarse con pértiga de maniobra, si el postafusible no apertura deberá desconectarse desde sus tomes.</p> <p>16. Verificar la potencia del transformador en placa de características para seleccionar el fusible adecuado.</p> <p>17. Supervisión</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Jefe de cuadrilla - Técnicos ejecutores 	<ul style="list-style-type: none"> - Guía de señalización de trabajo - Ver 04 SGI.00-GU-03



AST

AST ULE- 020 INSTALACIÓN DE CUBIERTAS AISLANTES POR DMS

CODIGO	:
VERSION	:
FECHA	:
PAGINA	:

RIESGO EN EL TRABAJO		PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR DE TRABAJO			
RIESGOS POTENCIALES	ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	PROCEDIMIENTO DE TRABAJO SEGURO (ACTOS Y CONDICIONES SEGURAS)	CONTROLES Y RECOMENDACIONES	RESPONSABLE	REGISTRO
<ul style="list-style-type: none"> - Caída al mismo nivel. - Caída a distinto nivel. - Caída de objetos. - Colisión o atropello. - Golpe. - Corte. - Daños a la salud. - Lesión y/o enfermedad. - Agresión de personas. - Contacto directo e indirecto (electrocución/muerte) - Corto circuito/electrocución. - Problemas musculares y articulaciones. - Lesión por actos inseguros. - Maquinaria automotriz. - Accidente de tránsito. - Daños a los equipos. - Agresión de animales. - Agresión terceros. - Contactos eléctricos. - Arco Eléctrico. - Choques y golpes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Uniforme antiñitama. - Casco dieléctrico con barbiquejo. - Lentes contra impacto. - Calzado dieléctrico de seguridad (Botín). - Chapeco reflectivo para tránsito vehicular. - Guantes y Manguillas de la clase del nivel de tensión de trabajo. - Guantes de hilo. - Guantes de Cuero protector. - Cerco y conos de seguridad. - Amés de seguridad. 	<p>10. Antes de ascender a la zona de Trabajo con Tensión, el liniero debe desprenderse de todos los elementos metálicos personales y equipos de comunicación personal (reloj, cadenas, sortijas, llaveros, celulares etc.)</p> <p>11. El personal ubicado en las canastillas y antes de ascender a la Zona de Trabajo con Tensión, deberá:</p> <p>a) Colocarse los elementos de protección personal.</p> <p>b) Sujetarse a la argolla de seguridad de la "pluma" mediante los arneses.</p> <p>12. Instalar las protecciones en las redes o en la zona con tensión cercana al punto de trabajo. En los casos que la instalación de cubiertas se efectúe cerca a una estructura se instalará protecciones que eviten los contactos "a tierra".</p> <p>La instalación de cubiertas aislantes por DMS se realiza para evitar posibles electrocuciones por contactos accidentales que ocurren cuando los usuarios o terceros entran en contacto con las redes ó equipos de MT. Para lo cual se instalan diferentes tipos de cobertores, MVLC, Cobertor flexible 3M, Paneles de fibra de vidrio.</p> <p>13. En los casos que se utilicen los cobertores para línea el personal de apoyo debe preparar previamente la longitud a instalar, la cual será trasladada al punto de trabajo mediante la soga de servicio.</p> <p>14. Se procede a cubrir el conductor con la cubierta aislante utilizando la herramienta adecuada. Dependiendo de la longitud de cobertor se podrá instalar manualmente.</p> <p>15. En el caso de los paneles de fibra se escogerá el panel adecuado para el caso requerido y se trasladara a la estructura mediante un sistema de poleas. Se deberá cubrir con PAD 2230 los puntos de la red que no pueden ser cubiertas con los cobertores antes mencionados</p>	<p>10.11.12. Supervisión</p> <p>El personal deberá escoger la herramienta adecuada para la instalación del cobertor. Se revisará esta herramienta para verificar su operatividad.</p> <p>13. Antes de efectuar la instalación de cobertores se deberá observar todas las conexiones para detectar posibles falsos contactos que puedan ocasionar arcos eléctricos y cortocircuitos por desprendimientos, en los casos que los cobertores se instalen a medio vano se observará la distancia entre fases y se tomara las medidas correctivas antes de instalar el cobertor.</p> <p>14. Bajo ningún motivo se dejara colgando el cobertor permitiendo que haga contacto con otras fases o tierra durante su instalación.</p> <p>15. No permita que el panel instalado haga contacto con las fases aun así estén protegidas ya que esto ocasionaría descargas sobre el panel fibra deteriorándola rápidamente.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Jefe de cuadrilla - Técnicos ejecutores 	<ul style="list-style-type: none"> - Guía de señalización de trabajo - Ver 04 SGI-00-GU-03



AST

AST ULE- 001 INSTALACION Y/O RETIRO DE POSTES EN M.T. UTILIZANDO BRAZO HIDRAULICO

CODIGO	:
VERSION	:
FECHA	:
PAGINA	:

RIESGO EN EL TRABAJO		PROCEDIMIENTO ESTANDAR DE TRABAJO			
RIESGOS POTENCIALES	ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	PROCEDIMIENTO DE TRABAJO SEGURO (ACTOS Y CONDICIONES SEGURAS)	CONTROLES Y RECOMENDACIONES	RESPONSABLE	REGISTRO
<ul style="list-style-type: none"> - Caída de personas al mismo nivel. - Caída de personas a distinto nivel. - Maquinaria automotriz. - Accidente de tránsito. - Daños a los equipos. - Agresión de animales. - Agresión tercercos. - Contacos eléctricos. - Arco Eléctrico. - Choques y golpes 	<ul style="list-style-type: none"> - Uniforme antiflama. - Casco dieléctrico con barbiqueo. - Lentes contra impacto. - Calzado dieléctrico de seguridad (Botín). - chaleco reflectivo para tránsito vehicular. - Guantes y Manguillas de la clase del nivel de tensión de trabajo. - Guantes de hilo. - Guantes de Cuero protector. - Cerca y conos de seguridad. - Arnés de seguridad. 	<p>11. Antes de ascender a la zona de Trabajo con Tensión, el liniero debe desprenderse de todos los elementos metálicos personales y equipos de comunicación personal (cel, cadenas, sortijas, llaveros, celulares, etc.).</p> <p>12. Los técnicos ejecutores ubicados en las canastillas y antes de ascender a la Zona de Trabajo con tensión, deberán:</p> <p>a) Colocarse los elementos de protección personal.</p> <p>b) Sujetarse a la argolla de seguridad de la "pluma" mediante la línea de vida de los amases.</p> <p>13. Para el izado del poste, debe quedar totalmente protegida la red con tensión es decir la zona por donde se izará el poste e igualmente se instalará cobertores en el poste para evitar contactos a tierra.</p> <p>14. En el campo se determinará la conveniencia del izado del poste con las cruzetas ó mensulas instaladas.</p> <p>15. Se retira la unidad hidráulica y en su lugar se ubicará la grúa. El operador de la grúa deberá instalar una conexión a tierra, y también los dos estabilizadores de la grúa bajo la supervisión del personal de ULE.</p> <p>16. El operador de la grúa deberá contar con los elementos de protección personal inclusive estará parado sobre un dispositivo aislante.</p> <p>16. Durante el izado de poste el personal de ULE se mantendrán atentos a toda las maniobras del operador de la grúa inclusive de ser necesario y las condiciones de la red lo requiere el personal deberá alejar la línea para que facilite el izado del poste. Instalado el poste, se debe proceder al traslado de la línea al nuevo poste según sea el caso.</p> <p>17. Si el poste se instala cerca de la red (como avance de obra), deberá instalarse un aislador provisionalmente para aislar la línea de la estructura ó instalar protecciones si la distancia al poste lo requiere.</p>	<p>11.12. Supervisión</p> <p>13. El operador de la grúa y el personal que manipula el poste, deberá utilizar sus elementos de protección personal.</p> <ul style="list-style-type: none"> - No debe haber persona alguna debajo de la zona de trabajo con tensión. <p>14.15. Supervisión y coordinación.</p> <p>16. Supervisión.</p> <p>La grúa que instalará el poste deberá tener las características técnicas adecuadas para izar el poste de acuerdo al tonelaje del mismo.</p> <p>17. Supervisión.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Jefe de cuadrilla - Técnicos ejecutores - Personal contratista. 	<ul style="list-style-type: none"> - Guía de señalización de trabajo - Ver 04 SGI-00-GU-03



AST - 021 PODA DE ÁRBOLES

CODIGO	:
VERSIÓN	:

RIESGO EN EL TRABAJO		PROCEDIMIENTO ESTANDAR DE TRABAJO			
RIESGOS POTENCIALES	ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	PROCEDIMIENTO DE TRABAJO SEGURO (ACTOS Y CONDICIONES SEGURAS)	CONTROLES Y RECOMENDACIONES	RESPONSABLE	REGISTRO
<ul style="list-style-type: none"> - Caída al mismo nivel. - Caída a distinto nivel. - caída de objetos. - Colisión o atropello. - Golpe. - Corte. - Daños a la salud. - Lesión y/o enfermedad. - Agresión de personas. - Contacto directo e indirecto (electrocución/muerte) - Corto circuito/electrocución. - Problemas musculares y articulaciones. - Lesión por actos inseguros. 	<ul style="list-style-type: none"> - Uniforme antiflama. - Casco dieléctrico con barbiqueo. - Lentes contra Impacto. - Calzado dieléctrico de seguridad (Botín). - chaleco reflectivo para tránsito vehicular. - Guantes y Manguillas de la clase del nivel de tensión de trabajo. - Guantes de hilo. - Guantes de Cuero protector. - Cerco y conos de seguridad. - Amos de seguridad. 	<p>10. Antes de ascender a la zona de Trabajo con Tensión, el linero debe desprenderse de todos los elementos metálicos personales y equipos de comunicación personal (reloj, cadenas, sortijas, llaveros, celulares etc.)</p> <p>11. El personal ubicado en las canastillas y antes de ascender a la Zona de Trabajo con Tensión, deberá:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Colocarse los elementos de protección personal. b) Sujetarse a la argolla de seguridad de la "pluma" mediante los amos. <p>12. Instalar las protecciones en las redes en la zona de tránsito de los lineros o en la zona con tensión cercana al punto de trabajo. En los casos que la poda de árboles este cerca a una estructura se instalará protecciones que eviten los contactos "a tierra".</p> <p>13. El trabajo de poda de árboles consiste en eliminar el riesgo eléctrico inminente por contacto de las ramas con las redes energizadas. De encontrarse con ramas que estén haciendo contacto entre fases estas deberán ser protegidas antes de efectuar la poda.</p> <p>14. El linero efectuará la poda de ramas utilizando para ello las herramientas adecuadas con el tratamiento necesario acorde al tipo de árbol.</p> <p>15. Se tendrá cuidado de no dañar los EPP al momento de efectuar la poda, y de retirar la maleza cortada, no utilice la canata y el brazo, para apoyar las ramas o los troncos.</p> <p>16. Al momento de arrojar la maleza esta se dejará caer por el lado donde no golpeé la red aérea esto podría ocasionar cortocircuitos.</p>	<p>10.11.12. Supervisión</p> <p>13. El personal deberá escoger la herramienta adecuada para efectuar la poda de árboles. Se revisará esta herramienta para verificar su operatividad.</p> <p>14. Antes de efectuar la poda de árboles se planificará el procedimiento a seguir.</p> <p>15. Cuidar en todo momento que las ramas no rayen o corten los EPP, NO utilice las canastas y el brazo para abrirse paso entre las ramas esto podría ocasionar cortes y ralladuras, no sobrecargue las canastas acumulando maleza sobre las mismas esto podría ocasionar daños estructurales en el brazo.</p> <p>16. Controlar la caída de las ramas ya que pueden ocasionar cortocircuitos por desprendimientos sobre las líneas.</p> <p>No debe haber persona alguna debajo de la zona de trabajo con tensión.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Jefe de cuadrilla - Técnicos ejecutores 	<ul style="list-style-type: none"> - Guía de señalización de trabajo - Ver 04 SGI-00-GU-03 -Inst. Ambiental. Control de Desmonte - ver 06 SGI-00-IA-04 -Inst. Poda y Tala de Árboles - Ver 05 SGI-00-IA-02 -Inst. Ambiental Reducción de Daño a la Flora - ver 07 SGI-00-IA-05



AST

AST ULE- 030 INSTALACION Y/O RETIRO DE SEÑALIZADORES – MEDICIONES, UTILIZANDO BRAZO HIDRÁULICO

CÓDIGO :
 VERSION :
 FECHA :
 PAGINA :

RIESGO EN EL TRABAJO		PROCEDIMIENTO ESTANDAR DE TRABAJO			
RIESGOS POTENCIALES	ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	PROCEDIMIENTO DE TRABAJO SEGURO (ACTOS Y CONDICIONES SEGURAS)	CONTROLES Y RECOMENDACIONES	RESPONSABLE	REGISTRO
<ul style="list-style-type: none"> - Caída al mismo nivel. - Caída a distinto nivel. - caída de objetos. - Colisión o atropello. - Golpe. - Corte. - Daños a la salud. - Lesión y/o enfermedad. - Agresión de personas. - Contacto directo e indirecto(electrocución/muerte) - Corto circuito/electrocución. - Problemas musculares y articulares. - Lesión por actos inseguros. 	<ul style="list-style-type: none"> - Uniforme antinflama. - Casco dieléctrico con barbiquejo. - Lentes contra impacto. - Calzado dieléctrico de seguridad (Botín). - chaleco reflectivo para transito vehicular. - Guantes y Manguillas de la clase del nivel de tensión de trabajo. - Guantes de hilo. - Guantes de Cuero protector. - Cerco y conos de seguridad. - Arnés de seguridad. 	<p>10. Antes de ascender a la zona de Trabajo con Tensión, el liniero debe desprenderse de todos los elementos metálicos personales y equipos de comunicación personal (reloj, cadenas, sortijas, llaveros, celulares etc.)</p> <p>11. El personal ubicado en las canastillas y antes de ascender a la Zona de Trabajo con Tensión, deberá:</p> <p>a) Colocarse los elementos de protección personal. b) Sujetarse a la argolla de seguridad de la "pluma" mediante los arneses.</p> <p>12. Instalar las protecciones en las redes o en la zona con tensión cercana al punto de trabajo. En los casos que la reparación se efectuó cerca a una estructura se instalará protecciones que eviten los contactos "a tierra".</p> <p>13. Instalar las protecciones necesarias en la línea de acuerdo al tipo de estructura.</p> <p>14. Instalar o retirar los señalizadores de línea.</p> <p>15. Proceder a retirar los "puentes" y las protecciones instaladas teniendo en cuenta que el retiro se efectúa desde el punto más alejado con respecto al Brazo Hidráulico.</p>	<p>10.11.12. Supervisión</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se debe verificar que el personal que realizará el trabajo en la Zona con Tensión use los EPP. - El responsable debe estar atento a todas las maniobras del liniero. - No debe haber persona alguna debajo de la zona de trabajo con tensión. <p>13.14.15. Supervisión</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Jefe de cuadrilla - Técnicos ejecutores 	<ul style="list-style-type: none"> - Guía de señalización de trabajo - Ver 04 SGI-00-GU-03

ANEXO E: Registro de Actividades de Trabajos en Tensión

Reporte del Periodo Enero – Junio 2010

CONTRATISTA: CAM ULE
SERVICIO : TOTAL M.O. TRABAJOS ULE - CAM
PERIODO: 01.01.2010 AL 30.06.2010

PARTIDA	AST	DESCRIPCION	PRECIO	Total Acumulado	Total MASIVO
PER1	23	Conexión o desconexión de nodo simple	S/. 365.02	222	S/. 81,034
PER2	23	Conexión o desconexión de nodo con retiro y reubicación de línea	S/. 1,180.86	55	S/. 64,947
PER3	1	Apoyo en la instalación o retiro de poste cerca de la red	S/. 471.84	93	S/. 43,881
PER4	1	Apoyo en la instalación de un poste de paso en red	S/. 767.71	54	S/. 41,456
PER5	2	Cambio o instalación o retiro de seccionadores (de 1 a 3 secc.)	S/. 746.26	157	S/. 117,162
PER6	2	Cambio o instalación o retiro de seccionadores (de 1 a 3 secc.) masivos	S/. 710.30	-	S/. 0
PER7	3	Instalación o cambio de aislador extensor de fuga	S/. 848.83	16	S/. 13,581
PER8	3	Instalación o cambio de aislador extensor de fuga masivo	S/. 738.42	-	S/. 0
PER9	4	Instalación o cambio de aisladores pin (de 1 a 3)	S/. 710.30	54	S/. 38,356
PER10	4	Instalación o cambio de aisladores pin (de 1 a 3) masivo	S/. 607.73	13	S/. 7,901
PER11	5	Instalación o cambio de aisladores de anclaje por poliméricos	S/. 915.42	32	S/. 29,294
PER12	5	Instalación o cambio de aisladores de anclaje por poliméricos masivo	S/. 848.83	-	S/. 0
PER13	6	Reprensado o cambio de conector	S/. 335.96	102	S/. 34,268
PER14	24	Conexión de nuevas redes subterráneas	S/. 1,432.85	16	S/. 22,926
PER15	24	Conexión de nuevas redes aéreas	S/. 882.13	58	S/. 51,164
PER16	7	Renovación de cuellos	S/. 710.30	20	S/. 14,206
PER17	8	Revisión y reajuste de conexiones	S/. 505.15	223	S/. 112,733
PER18	31	Instalación de puentes provisionales	S/. 1,325.73	4	S/. 5,303
PER19	31	Retiro de puentes provisionales	S/. 915.42	5	S/. 4,577
PER20	32	Instalación de subestación móvil	S/. 710.30	-	S/. 0
PER21	32	Retiro de subestación móvil	S/. 505.15	-	S/. 0
PER22	27	Conversión de estructura	S/. 2,319.72	12	S/. 27,837
PER23	28	Normalización de enlace en una estructura de paso	S/. 505.15	4	S/. 2,021
PER24	28	Normalización de enlace en una estructura de anclaje	S/. 710.30	6	S/. 4,262
PER25	25	Instalación de equipos de protección y adaptación de estructura	S/. 4,093.43	2	S/. 8,187
PER26	25	Instalación de equipos de protección con estructura adaptada	S/. 1,876.29	20	S/. 37,526
PER27	25	Retiro de equipos de protección	S/. 1,432.85	6	S/. 8,597
PER28	9	Instalación y/o reparación de un viento	S/. 300.00	12	S/. 3,600
PER29	9	Instalación y/o reparación de dos vientos	S/. 438.52	3	S/. 1,316
PER30	9	Instalación y/o reparación de tres vientos	S/. 643.68	3	S/. 1,931
PER31	9	Instalación y/o reparación de vientos masivos	S/. 574.42	-	S/. 0
PER32	10	Renovación de redes	S/. 3,058.23	4	S/. 12,233
PER33	11	Renovación de ferreteria	S/. 1,120.59	19	S/. 21,291
PER34	12	Instalación de crucetas o mensulas en estructura de paso	S/. 1,464.26	131	S/. 191,818
PER35	12	Instalación de crucetas o mensulas en estructura de paso masivo	S/. 1,464.26	20	S/. 29,285
PER36	12	Instalación de crucetas o mensulas en estructura de anclaje simple	S/. 1,736.02	102	S/. 177,074
PER37	12	Instalación de crucetas o mensulas en estructura de anclaje doble	S/. 2,420.73	20	S/. 48,415
PER38	12	Retiro de cruceta o ménsula en estructura de anclaje	S/. 915.42	-	S/. 0
PER39	13	Reparación de hebras rotas	S/. 505.15	31	S/. 15,660
PER40	14	Retemplado de línea	S/. 710.30	125	S/. 88,788
PER41	26	Apoyo para cambio de transformador (desconexión o reinstalación)	S/. 574.42	84	S/. 48,251
PER42	15	Cambio de barra (trapecio)	S/. 1,736.02	33	S/. 57,289
PER43	16	Cambio de cable de comunicación	S/. 915.42	56	S/. 51,264
PER44	29	Reubicación de fases (no paralelismo)	S/. 915.42	4	S/. 3,662
PER45	29	Reubicación de fases (transposición)	S/. 2,319.72	2	S/. 4,639
PER46	17	Cambio de fusibles	S/. 643.68	6	S/. 3,862
PER47	30	Instalación o retiro de señalizadores - mediciones (un punto)	S/. 300.00	14	S/. 4,200
PER48	18	Retiro de elementos extraños en la red (un punto)	S/. 287.21	13	S/. 3,734
PER49	18	Retiro de elementos extraños en la red (un punto) masivos	S/. 217.94	8	S/. 1,744
PER50	19	Instalación de cubiertas aislantes contra aves (un poste)	S/. 287.21	53	S/. 15,222
PER51	19	Instalación de cubiertas aislantes contra aves (un poste) masivo	S/. 253.91	261	S/. 66,269
PER52	20	Instalación de cubiertas aislantes por DMS	S/. 418.01	164	S/. 68,554
PER53	20	Instalación de cubiertas aislantes por DMS masivo	S/. 356.47	120	S/. 42,776
PER54	21	Poda de árboles	S/. 423.09	67	S/. 28,347
PER55	21	Poda de árboles masivo	S/. 356.47	52	S/. 18,536
				SUB - TOTAL	S/. 1,780,977

ANEXO F: Factor por Tipo de Servicio

Reporte del Periodo Enero – Junio 2010 (Precios de Trabajos en tensión y Trabajos con Corte de Energía)

ITEM	DESCRIPCION	Total Cant.	PU. TET (1) \$/.	PU C/CORTE (2)	Factor (1)/(2)
1	Conexión o desconexión de nodo simple	222	365	20	18
2	Conexión o desconexión de nodo con retiro y reubicación de línea	55	1,181	41	29
3	Apoyo en la instalación o retiro de poste cerca de la red	93	472	11	44
4	Apoyo en la instalación de un poste de paso en red	54	768	11	71
5	Cambio o instalación o retiro de seccionadores (de 1 a 3 secc.)	157	746	44	17
6	Cambio o instalación o retiro de seccionadores (de 1 a 3 secc.) masivos	-	710	44	16
7	Instalación o cambio de aislador extensor de fuga	16	849	14	61
8	Instalación o cambio de aislador extensor de fuga masivo	-	738	14	53
9	Instalación o cambio de aisladores pin (de 1 a 3)	54	710	7	96
10	Instalación o cambio de aisladores pin (de 1 a 3) masivo	13	608	7	82
11	Instalación o cambio de aisladores de anclaje por poliméricos	32	915	11	83
12	Instalación o cambio de aisladores de anclaje por poliméricos masivo	-	849	11	77
13	Reprensado o cambio de conector	102	336	17	20
14	Conexión de nuevas redes subterráneas	16	1,433	83	17
15	Conexión de nuevas redes aéreas	58	882	83	11
16	Renovación de cuellos	20	710	20	36
17	Revisión y reajuste de conexiones	223	505	17	30
18	Instalación de puentes provisionales	4	1,326	64	21
19	Retiro de puentes provisionales	5	915	47	20
20	Instalación de subestación móvil	-	710	32	22
21	Retiro de subestación móvil	-	505	23	22
22	Conversión de estructura	12	2,320	200	12
23	Normalización de enlace en una estructura de paso	4	505	41	12
24	Normalización de enlace en una estructura de anclaje	6	710	41	17
25	Instalación de equipos de protección y adaptación de estructura	2	4,093	237	17
26	Instalación de equipos de protección con estructura adaptada	20	1,876	200	9
27	Retiro de equipos de protección	6	1,433	50	29
28	Instalación y/o reparación de un viento	12	300	14	22
29	Instalación y/o reparación de dos vientos	3	439	20	22
30	Instalación y/o reparación de tres vientos	3	644	32	20
31	Instalación y/o reparación de vientos masivos	-	574	26	22
32	Renovación de redes	4	3,058	138	22
33	Renovación de ferretería	19	1,121	52	22
34	Instalación de crucetas o mensulas en estructura de paso	131	1,464	16	94
35	Instalación de crucetas o mensulas en estructura de paso masivo	20	1,464	16	94
36	Instalación de crucetas o mensulas en estructura de anclaje simple	102	1,736	16	112
37	Instalación de crucetas o mensulas en estructura de anclaje doble	20	2,421	16	156
38	Retiro de cruceta o ménsula en estructura de anclaje	-	915	11	82
39	Reparación de hebras rotas	31	505	35	15
40	Retemplado de línea	125	710	35	21
41	Apoyo para cambio de transformador (desconexión o reinstalación)	84	574	50	12
42	Cambio de barra (trapezio)	33	1,736	372	5
43	Cambio de cable de comunicación	56	915	34	27
44	Reubicación de fases (no paralelismo)	4	915	93	10
45	Reubicación de fases (transposición)	2	2,320	139	17
46	Cambio de fusibles	6	644	50	13
47	Instalación o retiro de señalizadores - mediciones (un punto)	14	300	11	28
48	Retiro de elementos extraños en la red (un punto)	13	287	11	27
49	Retiro de elementos extraños en la red (un punto) masivos	8	218	11	20
50	Instalación de cubiertas aislantes contra aves (un poste)	53	287	27	11
51	Instalación de cubiertas aislantes contra aves (un poste) masivo	261	254	27	9
52	Instalación de cubiertas aislantes por DMS	164	418	27	15
53	Instalación de cubiertas aislantes por DMS masivo	120	356	27	13
54	Poda de árboles	67	423	36	12
55	Poda de árboles masivo	52	356	36	10
Total Actividades		2.581	Factor Promedio		34

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Dr. Juan Sáiz Ipiña & Dr. Miguel Ángel Solano Vérez “Conceptos Básicos de Campos Electromagnéticos de Baja Frecuencia”, Universidad de Cantabria España - 2009
- [2] Susana I. García “La Salud Humana y los Campos Electromagnéticos de Frecuencia Extremadamente Baja”, Asociación Toxicológica Argentina - Abril 2005
- [3] Instituto de Ingeniería Eléctrica “Informe Sobre los Campos Electromagnéticos y la Salud”, Universidad de la República - Uruguay julio del 2005
- [4] José Dariel Arcila “Riesgo para la Personas Asociado con la Intervención de Sistemas Eléctricos”, Ingeniería Especializada SA - Colombia 2005
- [5] Instituto de Investigaciones Tecnológicas para Redes y Equipos Eléctricos Universidad Nacional de La Plata – Argentina “Campos Eléctricos y Magnéticos de Baja Frecuencia y su Efecto en la Salud Humana. Resultados de Investigaciones y Aspectos Normativos”. SEGENEL - Chile 2001
- [6] Guillermo Aponte Mayor “La Experiencia Colombiana Sobre los Campos Eléctricos y Magnéticos en Sistema Eléctricos”, Grupo de Investigación en Alta Tensión GRALTA Universidad del Valle - Colombia 2005
- [7] Guillermo Aponte, Adolfo Escobar, Henry Bolaños y Alberto Mora “Evaluación del Campo Magnético al que Están Expuestos los Trabajadores de Subestaciones y Circuitos Energizados de las Empresas de Energía”, Grupo de Investigación en Alta Tensión GRALTA, EEPSA Colombia 2005
- [8] Iván Marcelo Pulla Buestán, “Trabajos en Línea energizada” Quito
- [9] Nuria Cano, “Cuidados de Alto Voltaje” Entrelíneas España - Abril del 2007.
- [10] Hugo Andrade A. “Mantenimiento en Línea Viva”, Empresas Públicas de Medellín - Colombia 2006.
- [11] Ministerio Español de Industria. “Aplicación de la Robótica al Mantenimiento en Tensión de Instalaciones de Distribución”, IBERDROLA. S .A. - 1996
- [12] William Santana Achury, “Mejores Prácticas de Seguridad para la Realización de Trabajos con Línea Energizada en ISA” Medellín - 2009
- [13] Miguel A. Fernández “Trabajos en Tensión en Líneas AT de Transporte” División TET del Grupo Cobra. 2009.

- [14]** Gerardo Eugenio Campoverde Jiménez “Prevención de Riesgos en Trabajos de Línea Energizada en Redes de Distribución”, Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A. de Cuenca - Ecuador 2004
- [15]** Empresa Eléctrica Quito S.A. “Experiencia en la Capacitación de Personal para Realizar Trabajos con Tensión a Emelnorte” Ecuacier - 2009
- [16]** HUBBELL / CHANCE “Herramientas para Trabajo en Línea Viva” CENTRALIA - MISSOURI EE.UU 2007.
- [17]** IV Congreso Internacional “Trabajos con Tensión y Seguridad en Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica (IV CITTES)”, Buenos Aires- Argentina 2009.
- [18]** IEEE Power Engineering Society “IEEE Guide for Maintenance Methods on Energized Power Lines”, The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc - USA 2003
- [12]** Decreto Ley N° 25844, Ley de Concesiones Eléctricas y su Reglamento.
- [19]** Osinermining Gerencia de Fiscalización Eléctrica, Supervisión de la Operación de los Sistemas Eléctricos, Osinermining,Lima 2008
- [20]** Mario Ángel Ramos “Desarrollo e Implementación de la Documentación Técnica para trabajos con Tensión en Edenor S.A”, EDENOR S.A. - Argentina 2003
- [21]** Juan A. Crespo “Importancia y Valor Agregado que Ofrece El Trabajar Con Tensión y Seguridad en Redes de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica”, TAMPA ELECTRIC COMPANY TAMPA – FLORIDA EEUU 2006.