

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



**“MITIGACIÓN DEL RIESGO ELÉCTRICO DEBIDO A
CORRIENTES Y TENSIONES INDUCIDAS EN LA LT
220 KV PARAGSHA - FRANCOISE – CERRO DE
PASCO”**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO
ELECTRICISTA**

AUTORES:

GONZALES CRUZ, MARCO ERNESTO

ROQUE AUCCASI, WALTER LIZARBE

TORIBIO SEGUNDO, LUIS MIGUEL

ASESOR:

ASESOR: DR. ING. JUAN HERBER GRADOS

Callao, Julio, 2015

PERU



FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
ELECTRICISTA**

**“MITIGACIÓN DEL RIESGO ELÉCTRICO DEBIDO A CORRIENTES Y
TENSIONES INDUCIDAS EN LA LT 220 KV PARAGSHA - FRANCOISE –
CERRO DE PASCO”**

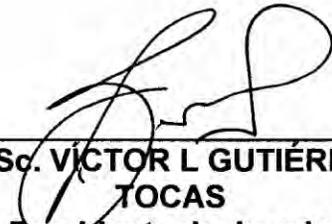
PRESENTADO POR LOS BACHILLERES:

- ✓ GONZALES CRUZ, MARCO ERNESTO
- ✓ ROQUE AUCCASI, WALTER LIZARBE
- ✓ TORIBIO SEGUNDO, LUIS MIGUEL

ASESOR:

ASESOR: DR. ING. JUAN HERBER GRADOS GAMARRA

**CALIFICACIÓN:
(16) DIECISEIS**



M. Sc. VÍCTOR L. GUTIÉRREZ
TOCAS
Presidente de Jurado

Mg. Ing. JORGE MONTAÑO PISFIL
Secretario

Dr. Ing. SANTIAGO RUBIÑOS JIMENEZ
Vocal

Callao, Julio, 2015

PERU

DEDICATORIA

“A Dios, mis padres, mis hermanos y mi familia quienes han sido la guía y el camino para poder llegar a este punto de mi carrera. Que con su ejemplo, dedicación y palabras de aliento nunca bajaron los brazos para que yo tampoco lo haga aun cuando todo se complicaba.

INDICE

INDICE DE FIGURAS	6
INDICE DE CUADROS	7
INDICE DE TABLAS	8
INDICE DE GRAFICOS	9
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACION	12
1.1 Identificación del problema.....	12
1.2 Formulación del problema.....	12
1.2.1 Problema General:	12
1.2.2 Problemas Específicos	12
1.3 Objetivos de la investigación.....	13
1.3.1 Objetivo General.....	13
1.3.2 Objetivos Específicos.....	13
1.4 Justificación	13
1.5 Importancia.....	14
II. MARCO TEORICO	16
2.1 Antecedentes de estudio.....	16
2.2 Conceptos Generales	16
2.3 Conceptos Específicos	31
2.3.1 Dentro de Variables.....	31
III. VARIABLES E HIPOTESIS	66
1.1 Variables de la investigación.....	66
1.2 Operacionalización de variables.....	66
1.3 Hipótesis general e hipótesis específica	66
IV. METODOLOGIA	68
4.1 Tipo de la investigación	68
4.2 Diseño de la investigación.....	68
4.3 Población y muestra	68
4.3.1 Población.....	68

4.3.2	Muestra	68
4.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	68
4.5	Procesamiento estadístico y análisis de datos.....	70
4.6	Matriz de Operacionalización de Variables	70
V.	GLOSARIO DE TERMINOS	83
VI.	RESULTADOS	90
VII.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	92
VIII.	CONCLUSIONES	93
IX.	RECOMENDACIONES	94
X.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	95
XI.	ANEXOS.....	96
11.1	Anexo 1. Matriz de consistencia	97
11.2	Anexo 2. Presupuesto Implementación Manual de Seguridad	100
11.3	Anexo 3. Manual de Seguridad.....	105

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flujo de electrones y protones.....	17
Figura 2. Líneas de campo eléctrico causante por una carga positiva y una negativa.....	21
Figura 3. Una corriente a través de un campo magnético experimenta una fuerza en el mismo ángulo del campo y la corriente.....	22
Figura 4. Ley de Lenz.....	24
Figura 5. Campo eléctrico inducido por un campo magnético variable....	26
Figura 6. Signo de la f.e.m. inducida a partir de la Ley de Faraday.....	28
Figura 7. Montaje para registrar un pulso de inducción.....	29
Figura 8. Pulso de inducción cuando un imán atraviesa el plano de una bobina de Helmholtz.....	30
Figura 9. Límite de faja de servidumbre.....	45

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Cuadro de aceptación de un proyecto	32
Cuadro 2. Intensidad de corriente y sus efectos.....	37
Cuadro 3. Anchos mínimos de fajas de servidumbre.....	44
Cuadro 4. Ubicación política.....	46
Cuadro 5. Cuestionario de conocimiento sobre el proyecto de líneas de transmisión eléctrica.....	70
Cuadro 6. Cuestionario de etapas de construcción en líneas de transmisión eléctrica.....	73
Cuadro 7. Cuestionario de tipos de riesgo.....	75
Cuadro 8. Cuestionario de causas.....	77
Cuadro 9. Cuestionario de medidas preventivas y correctivas.....	80

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas de los vértices de la Línea de Transmisión S.E. Paragsha II – S.E. Françoise.....	43
Tabla 2. Nivel de tensión vs. Riesgo eléctrico.....	72
Tabla 3. Nivel de tensión vs. Riesgo de accidentes.....	74
Tabla 4. Nivel de tensión vs. Riesgo de eléctrico con DMS.....	76
Tabla 5. Cuantificación de resultados de causas.....	79
Tabla 6. Cuantificación de resultados de medidas preventivas y correctivas.....	81

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1. Barras de nivel de riesgo vs. Riesgo eléctrico.....	72
Gráfico 2. Nivel de tensión vs. Riesgo de accidentes.....	74
Gráfico 3. Nivel de tensión vs. Riesgo de eléctrico con DMS.....	77
Gráfico 4. Causas vs. Riesgo Eléctrico.....	79
Gráfico 5. Medida preventiva vs. Riesgo Eléctrico.....	81

RESUMEN

El principal objetivo de este trabajo ha sido la elaboración de un Manual de Seguridad Eléctrica en Líneas de Transmisión siguiendo el análisis de inducción electromagnética de Líneas de Transmisión, manual de prevención de riesgos laborales y riesgo eléctrico y seguridad pública.

El tipo de investigación es aplicada y el diseño empleado es descriptivo correlacional, aplicando el desarrollo del estudio en la localidad de Cerro de Pasco.

Se tomó como muestra la Línea "L-2271 Paragsha – Francoise 220 kV" de la población de Línea de Transmisión en 220kV de Abengoa Transmisión Norte y Sur (ATS/ATN).

Las técnicas que se emplearon son las entrevistas y encuestas usando como instrumentos cuestionarios y registro de evaluación analizando variables dependientes e independientes.

Los resultados de las encuestas reflejaron tres hechos relevantes, en el primer lugar el nivel de conocimiento que tiene la población sobre el riesgo eléctrico tiene una jerarquía de conocimiento básico, esto hace que la exposición del riesgo sea mayor, en segundo lugar respecto al indicador de riesgo eléctrico para los distintos niveles de tensión podemos afirmar que el riesgo es mayor a medida que la tensión aumenta, en tercer lugar la comparación de niveles de tensión respecto a la distancia mínima de seguridad para un nivel de tensión de 220 kV el riesgo tiene una jerarquía de medio y alto.

La solución a tal situación es la implementación de un Manual de Seguridad Eléctrica en Líneas de Transmisión con la finalidad de salvaguardar la integridad del personal operativo mediante mejora de procesos en cuanto a sistema de seguridad, minimizando los accidentes laborales y mejorando los procesos del trabajo.

ABSTRACT

The main objective of this work was the development of a Safety Manual Electric Transmission Lines following the analysis of electromagnetic induction Transmission Line (Thesis National Polytechnic Institute), manual labor risk prevention (prevention against electrical hazards) and electrical hazards and public (II Regional Forum - Arequipa 2011, Osinerming) security.

The research is applied and the employee is descriptive correlational design applying development studio in the town of Cerro de Pasco. It was sampled Line "L-2271 Paragsha - Francoise 220 kV" population of 220kV Transmission Line Transmission Abengoa North and South (ATS / ATN).

The techniques used are interviews and surveys using questionnaires as evaluation tools and analyzing log dependent and independent variables. The survey results reflect three important facts in the first place the level of awareness among the population about electrical hazards has a hierarchy of basic knowledge, this makes the risk exposure is greater, second regarding the indicator electrical risk for different voltage levels can say that the risk is greater as the voltage increases, thirdly comparing voltage levels regarding minimum safety distance for a voltage of 220 kV has a risk hierarchy of medium-and high.

The solution to this situation is the implementation of a Safety Manual Electric Transmission Lines in order to safeguard the integrity of the operating personnel through process improvement in terms of security system, minimizing accidents and improving work processes.

I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACION

1.1 Identificación del problema

Los métodos actuales utilizados para la mitigación del riesgo eléctrico debido a corrientes y tensiones inducidas en líneas primarias originan algún tipo de riesgo eléctrico y las consecuentes son pérdidas materiales, económicas y de la vida, lo cual nos lleva a la siguiente interrogante:

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema General:

PG: ¿Es posible mitigar y prevenir el riesgo eléctrico debido a corrientes y tensiones inducidas presentes en las líneas primarias de alta tensión?

1.2.2 Problemas Específicos

P1: ¿Qué método se utilizan actualmente para mitigar el nivel de riesgo de accidentes vinculados a tensiones y corrientes inducidas en líneas de alta tensión en nuestro país?

P2: ¿De qué manera se pueden establecer las ventajas comparativas para prevenir accidentes vinculados a tensiones y corrientes inducidas?

P3: ¿Cuál es el impacto de incidencia de los accidentes vinculados a tensiones y corrientes inducidas en la línea de alta tensión en nuestro país?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo General

OG: Diseñar un manual de seguridad para mitigar y prevenir el riesgo de accidentes vinculados a corrientes y tensiones inducidas en líneas de alta tensión "L-2271" (220kV Paragsha – Francoise) de la empresa eléctrica Abengoa Transmisión Norte (ATN-1)

1.3.2 Objetivos Específicos

O1: Mitigar el riesgo de accidentes vinculados a tensiones y corrientes inducidas en líneas de alta tensión "L-2271" (220kV Paragsha – Francoise) de la empresa eléctrica Abengoa Transmisión Norte (ATN-1).

O2: Establecer las ventajas comparativas al prevenir accidentes vinculados a tensiones y corrientes inducidas en la línea de alta tensión "L-2271" (220kV Paragsha – Francoise) de la empresa eléctrica Abengoa Transmisión Norte (ATN-1), mediante la aplicación del manual diseñado.

O3: Determinar los factores de mayor impacto en accidentes vinculados a tensiones y corrientes inducidas en la línea de alta tensión "L-2271" (220kV Paragsha – Francoise) de la empresa eléctrica Abengoa Transmisión Norte (ATN-1), mediante la aplicación del manual diseñado.

1.4 Justificación

Con la creación de un manual de seguridad sobre tensiones y corrientes inducidas se logrará tener un mejor manejo de información y conciencia en las personas sobre las causas, consecuencias y del riesgo latente al

estar expuestos cerca de una línea de transmisión; Tener una mejor coordinación con los trabajadores y personas aledañas para su difusión con programas de capacitación logrando que participen todos los involucrados, creando conciencia del uso adecuado de herramientas y sistemas implantados para mitigar el riesgo.

Con el manual a implementar se quiere mejorar la seguridad integral de las personas implantando procedimientos e instructivos que nos permita orientar una cultura de prevención y de responsabilidad en nuestras acciones.

Como ya sabemos, todo es cuantificable excepto la pérdida de una vida humana.

1.5 Importancia

Con el paso de los años se ha experimentado un gran avance en el manejo del control de riesgos causados por la electricidad. Ya que siempre existirá un alto índice de riesgo en la utilización, operación y mantenimiento de dichas instalaciones, es aquí donde juega un papel importante el factor humano. Aunque el desarrollo hoy en día nos permite controlar en su mayoría las eventualidades y condiciones inseguras, quedará siempre exenta de todo control la actitud humana, considerando la importancia de la lesión en el organismo cuando es afectado o expuesto innecesariamente a esta clase de riesgos.

En un riesgo de accidente eléctrico, no sólo están expuestos los profesionales de terreno, supervisores, trabajadores o empleados, sino también los habitantes de las casas aledañas a estas. En este sentido, es importante destacar la gran responsabilidad que recae en quienes deben supervisar las tareas eléctricas, especialmente supervisores y

prevencionistas de riesgos, ya que no deben aceptar la exposición de riesgo eléctrico que constituya una condición insegura, como asimismo deben preocuparse de que el personal adquiera los conocimientos y competencias necesarias para que no incurra en acciones inseguras, atentando contra su seguridad integral, la del grupo de trabajo o la instalación en sí. Por este motivo, en este capítulo daremos a implementar un manual para la ejecución de trabajos de este tipo.

II. MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes de estudio

La energía eléctrica se ha convertido en parte de nuestra vida diaria. Sin ella, difícilmente podríamos imaginarnos los niveles de progreso y desarrollo que el mundo ha alcanzado. A continuación enunciamos los antecedentes de estudio:

- Análisis de la inducción Electromagnética de Líneas de Transmisión sobre Ductos Subterráneos, Tesis (Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Adolfo López Mateos, Escuela superior de Ingeniería Mecánica y eléctrica, Ingeniería Eléctrica)
- Manual de prevención de riesgos laborales, prevención frente al riesgo eléctrico (Fraternidad Muprespa).
- Riesgos eléctricos y la seguridad pública (II Foro Regional – Arequipa 2011, Osinerming).

2.2 Conceptos Generales

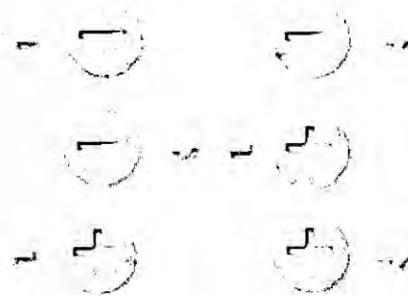
La Electricidad

La electricidad es el conjunto de fenómenos físicos relacionados con la presencia y flujo de cargas eléctricas. Se manifiesta en una gran variedad de fenómenos como los rayos, la electricidad estática, la inducción electromagnética o el flujo de corriente eléctrica. La electricidad es una forma de energía tan versátil que tiene un sinnúmero de aplicaciones, por ejemplo: transporte, climatización, iluminación y computación.

La electricidad se manifiesta mediante varios fenómenos y propiedades físicas:

Carga eléctrica: La carga eléctrica es una propiedad de la materia que se manifiesta mediante fuerzas de atracción y repulsión. La carga se origina en el átomo, el cual está compuesto de partículas subatómicas cargadas como el electrón y el protón. La carga puede transferirse entre los cuerpos por contacto directo, o al pasar por un material conductor, generalmente metálicos. El término electricidad estática hace referencia a la presencia de carga en un cuerpo, por lo general causado por dos materiales distintos que se frotan entre sí, transfiriéndose carga uno al otro.

Figura 1. Flujo de electrones y protones



Fuente. Imagen carga eléctrica Wikipedia

La presencia de carga da lugar a la fuerza electromagnética: una carga ejerce una fuerza sobre las otras, un efecto que era conocido en la antigüedad, pero no comprendido. Una bola liviana, suspendida de un hilo, podía cargarse al contacto con una barra de vidrio cargada previamente por fricción con un tejido. Se encontró que si una bola similar se cargaba con la misma barra de vidrio, se repelían entre sí. Este fenómeno fue investigado a finales del siglo XVIII por Charles-Augustin de Coulomb, que dedujo que la carga se manifiesta de dos formas opuestas. Este descubrimiento trajo el conocido axioma "objetos con la misma polaridad se repelen y con diferente polaridad se atraen."

La fuerza actúa en las partículas cargadas entre sí, y además la carga tiene tendencia a extenderse sobre una superficie conductora. La magnitud de la fuerza electromagnética, ya sea atractiva o repulsiva, se expresa por la ley de Coulomb, que relaciona la fuerza con el producto de las cargas y tiene una relación inversa al cuadrado de la distancia entre ellas. La fuerza electromagnética es muy fuerte, la segunda después de la interacción nuclear fuerte, con la diferencia que esa fuerza opera sobre todas las distancias. En comparación con la débil fuerza gravitacional, la fuerza electromagnética que aleja a dos electrones es 1042 veces más grande que la atracción gravitatoria que los une.

Las cargas de los electrones y de los protones tienen signos contrarios, además una carga puede expresarse como positiva o negativa. Por convención, la carga que tiene electrones se asume negativa y la de los protones, positiva, una costumbre que empezó con el trabajo de Benjamín Franklin. La cantidad de carga se representa por el símbolo Q y se expresa en culombios. Los electrones tienen la misma carga de aproximadamente -1.6022×10^{-19} culombios. El protón tiene una carga que es igual y opuesta $+1.6022 \times 10^{-19}$ coulombios. La carga no sólo está presente en la materia, sino también por la antimateria, cada antipartícula tiene una carga igual y opuesta a su correspondiente partícula.

La carga puede medirse de diferentes maneras, un instrumento muy antiguo es el electroscopio, que aún se usa para demostraciones en las aulas, ahora superado por el electrómetro electrónico.

Corriente eléctrica: Se conoce como corriente eléctrica al movimiento de cargas eléctricas. La corriente puede estar producida por cualquier partícula cargada eléctricamente en movimiento; lo más frecuente es que sean electrones, pero cualquier otra carga en movimiento se puede definir

como corriente. Según el Sistema Internacional, la intensidad de una corriente eléctrica se mide en amperios, cuyo símbolo es A.

Históricamente, la corriente eléctrica se definió como un flujo de cargas positivas y se fijó como sentido convencional de circulación de la corriente el flujo de cargas desde el polo positivo al negativo. Más adelante se observó, que en los metales los portadores de carga son electrones, con carga negativa, y que se desplazan en sentido contrario al convencional. Lo cierto es que, dependiendo de las condiciones, una corriente eléctrica puede consistir de un flujo de partículas cargadas en una dirección, o incluso en ambas direcciones al mismo tiempo. La convención positivo-negativo se usa normalmente para simplificar esta situación.

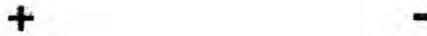
El proceso por el cual la corriente eléctrica circula por un material se llama conducción eléctrica, y su naturaleza varía dependiendo de las partículas cargadas y el material por el cual están circulando. Son ejemplos de corrientes eléctricas la conducción metálica, donde los electrones recorren un conductor eléctrico, como el metal, y la electrólisis, donde los iones (átomos cargados) fluyen a través de líquidos. Mientras que las partículas pueden moverse muy despacio, algunas veces con una velocidad media de deriva de sólo fracciones de milímetro por segundo, el campo eléctrico que las controla se propaga cerca a la velocidad de la luz, permitiendo que las señales eléctricas se transmitan rápidamente por los cables.

La corriente produce muchos efectos visibles, que han hecho que se reconozca su presencia a lo largo de la historia. En 1800, Nicholson y Carlisle descubrieron que el agua podía descomponerse por la corriente de una pila voltaica en un proceso que se conoce como electrólisis; trabajo que posteriormente fue ampliado por Michael Faraday en 1833. La corriente a través de una resistencia eléctrica produce un aumento de la temperatura, un efecto que James Prescott Joule estudió matemáticamente en 1840.

Campo eléctrico: El concepto de campo eléctrico fue introducido por Michael Faraday. Un campo eléctrico se crea por un cuerpo cargado en el espacio que lo rodea, y produce una fuerza que ejerce sobre otras cargas que están ubicadas en el campo. Un campo eléctrico actúa entre dos cargas de modo muy parecido al campo gravitatorio que actúa sobre dos masas, y como tal, se extiende hasta el infinito y su valor es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia. Sin embargo, hay una diferencia importante: Mientras la gravedad siempre actúa como atracción, el campo eléctrico puede producir atracción o repulsión. Si un cuerpo grande como un planeta no tiene carga neta, el campo eléctrico a una distancia determinada es cero. Por ello la gravedad es la fuerza dominante en el universo, a pesar de ser mucho más débil.

Un campo eléctrico varía en el espacio, y su fuerza en cualquier punto se define como la fuerza (por unidad de carga) que se necesita para que una carga esté inmóvil en ese punto. La carga de ensayo debe de ser insignificante para evitar que su propio campo afecte el campo principal y también debe ser estacionaria para evitar el efecto de los campos magnéticos. Como el campo eléctrico se define en términos de fuerza, y una fuerza es un vector, entonces el campo eléctrico también es un vector, con magnitud y dirección. Específicamente, es un campo vectorial.

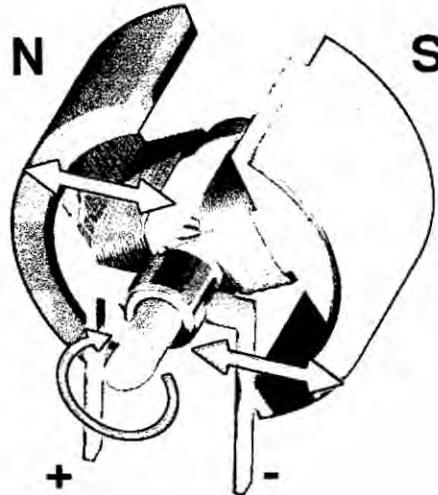
Figura 2. Líneas de campo eléctrico causante por una carga positiva y una negativa



*Fuente. Electrostática. Campo eléctrico y líneas de campo
hacer.forestales.upm*

Potencial eléctrico: El concepto de potencial eléctrico tiene mucha relación con el campo eléctrico. Una carga pequeña ubicada en un campo eléctrico experimenta una fuerza, y para llevar esa carga a ese punto en contra de la fuerza necesitó hacer un trabajo. El potencial eléctrico en cualquier punto se define como la energía requerida para mover una carga de ensayo ubicada en el infinito a ese punto. Por lo general se mide en voltios, donde un voltio es el potencial en el que es necesario un julio (unidad) de trabajo para atraer una carga de un culombio desde el infinito. Esta definición formal de potencial tiene una aplicación práctica, aunque un concepto más útil es el de diferencia de potencial, y es la energía requerida para mover una carga entre dos puntos específicos. El campo eléctrico tiene la propiedad especial de ser conservativo, es decir que no importa la trayectoria realizada por la carga de prueba; todas las trayectorias de dos puntos específicos consumen la misma energía, y además con un único valor de diferencia de potencial.

Figura 3. Una corriente a través de un campo magnético experimenta una fuerza en el mismo ángulo del campo y la corriente



Fuente. Introducción al concepto de potencial eléctrico, Electrostática – FísicaLab

Magnetismo: Se denomina electromagnetismo a la teoría física que unifica los fenómenos eléctricos y magnéticos en una sola teoría, cuyos fundamentos son obra de Faraday, pero fueron formulados por primera vez de modo completo por Maxwell. La formulación consiste en cuatro ecuaciones diferenciales vectoriales, conocidas como ecuaciones de Maxwell, que relacionan el campo eléctrico, el campo magnético y sus respectivas fuentes materiales: densidad de carga eléctrica, corriente eléctrica, desplazamiento eléctrico y corriente de desplazamiento.

A principios del siglo XIX Oersted encontró evidencia empírica de que los fenómenos magnéticos y eléctricos estaban relacionados. A partir de esa base Maxwell unificó en 1861 los trabajos de físicos como Ampere, Sturgeon, Henry, Ohm y Faraday, en un conjunto de ecuaciones que describían ambos fenómenos como uno solo, el fenómeno electromagnético.

Se trata de una teoría de campos; las explicaciones y predicciones que da se basan en magnitudes físicas vectoriales y son dependientes de la posición en el espacio y del tiempo. El electromagnetismo describe los fenómenos físicos macroscópicos en los que intervienen cargas eléctricas en reposo y en movimiento, usando para ello campos eléctricos y magnéticos y sus efectos sobre la materia.

Ley de Lenz

La Ley de Lenz plantea que las tensiones inducidas serán de un sentido tal que se opongan a la variación del flujo magnético que las produjo; no obstante esta ley es una consecuencia del principio de conservación de la energía.

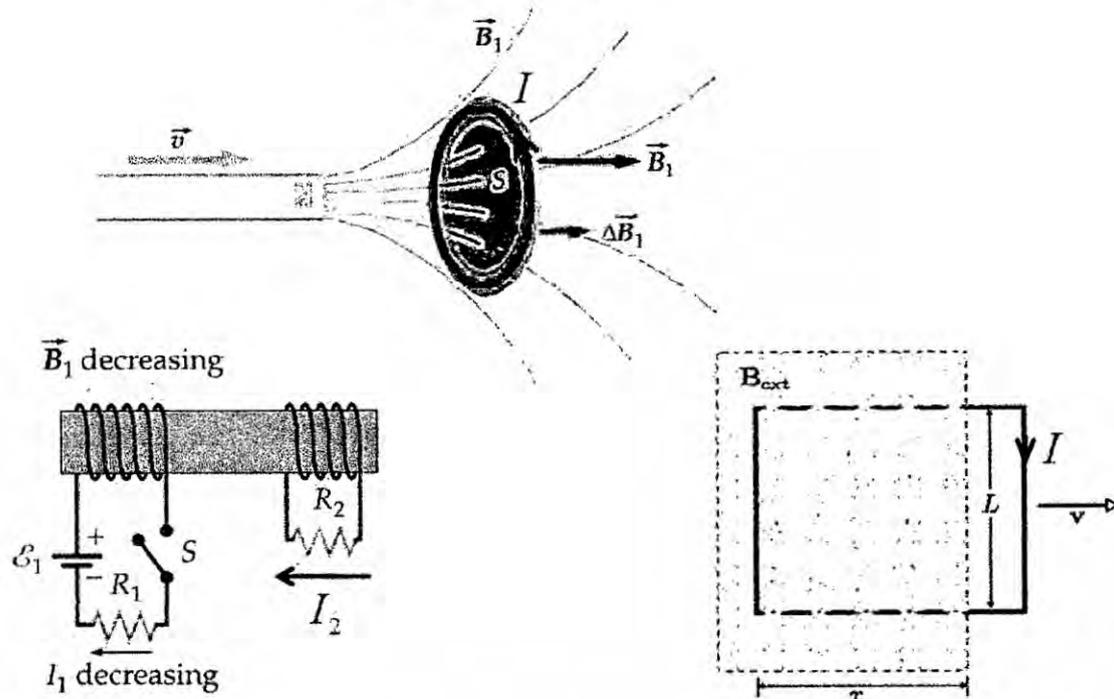
Ley de Lenz: "El sentido de las corrientes o fuerza electromotriz inducida es tal que se opone siempre a la causa que la produce, o sea, a la variación del flujo".

Gracias a la ya nombrada Ley de Lenz, se completó la Ley de Faraday por lo que es habitual llamarla también Ley de Faraday-Lenz para hacer honor a sus esfuerzos en el problema, los físicos rusos siempre usan el nombre "Ley de Faraday-Lenz".

Permite determinar el sentido de la corriente inducida sin necesidad de hacer cálculos.

El sentido de la corriente inducida es tal que el campo magnético asociado a ella se opone a la variación del flujo magnético del campo magnético.

Figura 4. Ley de Lenz



Fuente. Capítulo VII.-Magnetismo. 7.8 Corrientes inducidas. Ley de Lenz

Ley de Faraday

Michael Faraday comunicó en 1831 sus primeras observaciones cuantitativas sobre fenómenos relacionados con campos eléctricos y magnéticos dependientes del tiempo. Observó la aparición de corrientes transitorias en circuitos en las tres situaciones siguientes: (i) cuando se establecía o se suspendía una corriente estacionaria en otro circuito próximo; (ii) si un circuito cercano por el que circulaba una corriente estacionaria se movía respecto del primero; y (iii) si se introducía o retiraba del circuito un imán permanente.

Faraday tuvo el mérito de comprender las características comunes de estos tres experimentos y atribuyó el origen de las corrientes transitorias a las variaciones del flujo magnético que atravesaba el circuito. El cambio común en los tres experimentos citados es la variación del número de

líneas de campo magnético que atraviesa el circuito donde se producen las corrientes transitorias. En la interpretación de Faraday, la variación del flujo magnético¹ a través del circuito origina una fuerza electromotriz (f.e.m.) inducida responsable de la aparición de la corriente transitoria (desde ahora, corriente inducida). Recordemos que la definición de flujo magnético a través de una superficie es:

$$\Phi_B = \int_S \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S} \quad \text{(Definición de flujo magnético)} \quad (1)$$

Cuantitativamente la f.e.m. inducida depende del ritmo de cambio del flujo: no importa el número concreto de líneas de campo atravesando el circuito, sino su variación por unidad de tiempo. La relación entre f.e.m. inducida y variación de flujo constituye la Ley de Faraday:

$$\varepsilon = - \frac{d\Phi_B}{dt} \quad \text{(Ley de Faraday)} \quad (2)$$

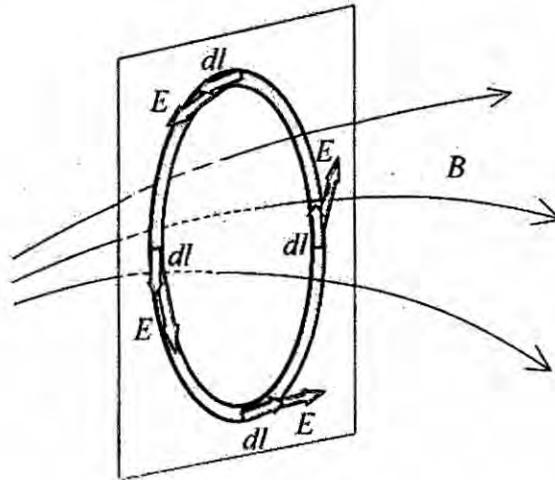
Donde Φ_B es el flujo magnético que atraviesa el área delimitada por el circuito.

La característica esencial de la variación de flujo magnético a través de cualquier superficie es que induce un campo eléctrico no electrostático en el contorno que delimita esta área. Las líneas de campo son cerradas y el campo eléctrico inducido es un campo no conservativo²; la f.e.m. inducida está definida como la circulación de este campo a lo largo del contorno:

$$\varepsilon = - \oint_C \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} \quad \text{(Definición de f.e.m.)} \quad (3)$$

El subíndice C en la integral indica que el producto escalar del integrando se realiza en los puntos pertenecientes al contorno, y el círculo que rodea la integral simboliza que ésta se calcula sobre el contorno completo. En la figura 1 se esquematiza la situación para un circuito formado por una única espira (no necesariamente formada por material conductor) situada dentro de un campo magnético variable.

Figura 5. Campo eléctrico inducido por un campo magnético variable



Fuente. Inducción electromagnética: Ley de Faraday – Antonio J. Barbero

El significado físico de la f.e.m. se deduce de la ecuación (3) si consideramos una carga arbitraria que se mueve en un circuito conductor por la acción del campo inducido: la integral del segundo miembro de la ecuación representa el trabajo por unidad de carga a lo largo del circuito completo, porque se está integrando la componente tangencial de la fuerza por unidad de carga. El movimiento de cargas debido al campo inducido en los circuitos conductores origina las corrientes transitorias que observó Faraday. Debe observarse que la f.e.m. inducida está distribuida a través del circuito, a diferencia de las fuentes de f.e.m. de los circuitos eléctricos, que están situadas en lugares específicos de los mismos.

La ley de Faraday puede escribirse como una relación integral entre los campos eléctrico y magnético a partir de las definiciones de flujo y f.e.m. (ecuación (4)). La superficie S a través de la que calculamos el flujo es una superficie delimitada por el contorno C donde se calcula la f.e.m.

$$\oint_C \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = -\frac{d}{dt} \int_S \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S} \quad (4)$$

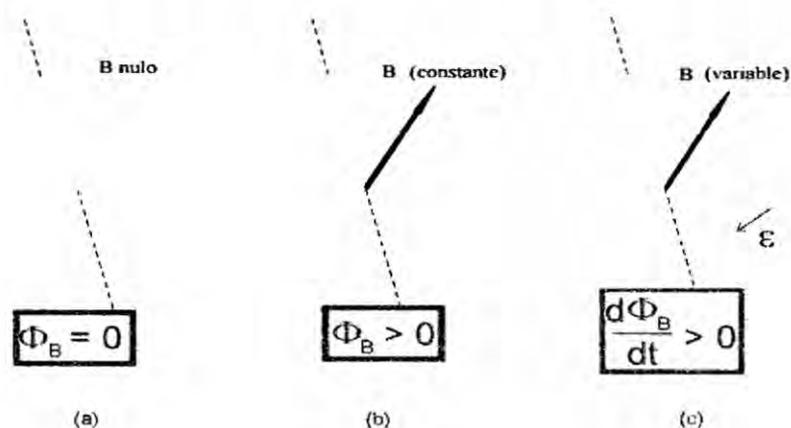
En las ecuaciones (2) y (4) aparece un signo negativo que está relacionado con el sentido de la f.e.m. inducida. Aunque en el apartado siguiente trataremos esto basándonos en las corrientes inducidas, podemos también deducir formalmente el sentido de la f.e.m. a partir de la ley de Faraday. Haremos esto seguidamente, pero conviene antes puntualizar algo sobre el signo del flujo.

El flujo de un campo vectorial a través de un área es una cantidad escalar que puede ser positiva o negativa, y ello depende de la orientación relativa de los vectores campo y superficie. A veces existe un criterio claro para determinar el sentido positivo de uno de ellos. Por ejemplo, cuando se define el flujo del campo eléctrico en conexión con el teorema de Gauss, siempre tratamos con superficies cerradas de modo que el vector superficie elemental en cada punto está dirigido en sentido saliente, y en consecuencia el signo del flujo dependerá exclusivamente del sentido de las líneas de campo. Sin embargo, cuando tratamos con el flujo magnético consideramos superficies no cerradas y por eso no puede hablarse sin ambigüedad de sentido entrante o saliente. Para determinar el sentido positivo en un área elemental empleamos la regla de la mano derecha, curvando los dedos alrededor del contorno de la misma en sentido anti horario: decimos entonces que el pulgar apunta en sentido positivo. Pero esto depende de la perspectiva con que observemos el área. Por ejemplo, en la superficie plana de la figura 2(a) el sentido positivo es el señalado por el vector S si se mira desde la parte superior, pero es el contrario si se mira desde abajo. Por tanto, en todos los razonamientos que siguen debemos tener en cuenta que los signos del flujo dependen del sentido que arbitrariamente hayamos tomado como positivo para el vector superficie.

Para deducir el sentido de la f.e.m. inducida en un ejemplo sencillo nos remitimos a la figura 6. Supongamos que hemos escogido como sentido positivo para el vector superficie el de la figura 6(a). Esto significa que

para nosotros un giro anti horario es positivo. Sea la dirección del campo magnético la que aparece en la figura 6(b), formando un ángulo menor que 90° con S. El flujo magnético es entonces positivo, pues el producto escalar $\mathbf{B} \cdot \mathbf{S}$ es positivo. Supongamos ahora que el campo B aumenta su módulo con el tiempo sin variar su dirección -figura 6(c)-. Tal aumento implica que la derivada del flujo respecto al tiempo es positiva. Y de acuerdo con la ley de Faraday, esto produce una f.e.m. negativa. ¿Qué significa f.e.m. negativa? Puesto que adoptamos al principio el giro anti horario como sentido positivo, la f.e.m. negativa está asociada con un giro horario. Es decir, el campo eléctrico inducido en este caso particular está dirigido en sentido horario a lo largo del contorno de la figura 6(c). En ella se ha representado la f.e.m. mediante una flecha en sentido horario para ilustrar el razonamiento cualitativo, pero no ha de olvidarse que la f.e.m. es una magnitud escalar: siempre que se hace referencia a su signo mediante una flecha en uno de los dos sentidos estamos en realidad dibujando el sentido del vector campo eléctrico inducido (esto es análogo a la esquematización habitual en circuitos eléctricos, donde se representa la intensidad -escalar junto a una flecha que en realidad indica el sentido del vector densidad de corriente).

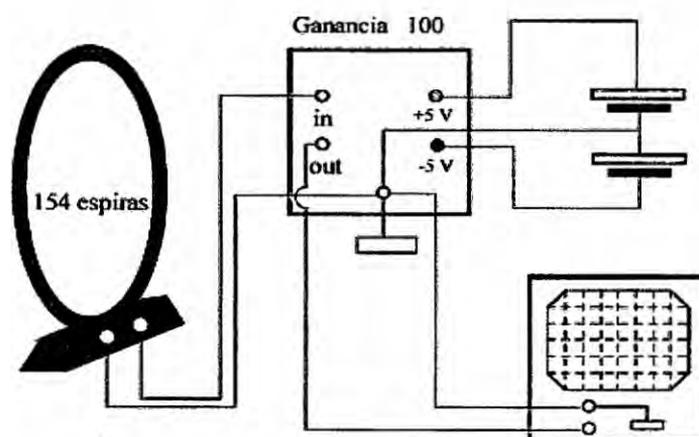
Figura 6. Signo de la f.e.m. inducida a partir de la Ley de Faraday



Fuente. Inducción electromagnética: Ley de Faraday – Antonio J. Barbero

El sentido positivo del vector superficie se escoge arbitrariamente. La realidad física de la situación no cambia al invertir esta elección, de modo que si el campo magnético no modifica su orientación ni su ritmo de variación, la f.e.m. inducida no debe modificarse. Es decir, aunque se invierta el sentido de S en la figura 6(c), la f.e.m. inducida no debe variar. Puede verse que así ocurre efectivamente: la diferencia con la situación descrita en el párrafo anterior es que ahora el sentido de referencia positivo es el horario, y el ángulo formado por ambos vectores es mayor de 90° . En consecuencia el flujo es negativo. Si el campo magnético crece, la derivada del flujo es también negativa. Al aplicar la ley de Faraday, la f.e.m. resulta entonces positiva. Pero ahora el sentido positivo es el dirigido hacia abajo, de modo que la f.e.m. sigue asociada al sentido horario. Es posible ilustrar cualitativamente estas consideraciones a través de un sistema que nos permita registrar la f.e.m. inducida cuando varía el flujo magnético. En particular, puede utilizarse el montaje de un osciloscopio conectado a una bobina de Helmholtz y registrar el pulso de inducción producido cuando se hace pasar un imán a través de la bobina 3 (figura 6).

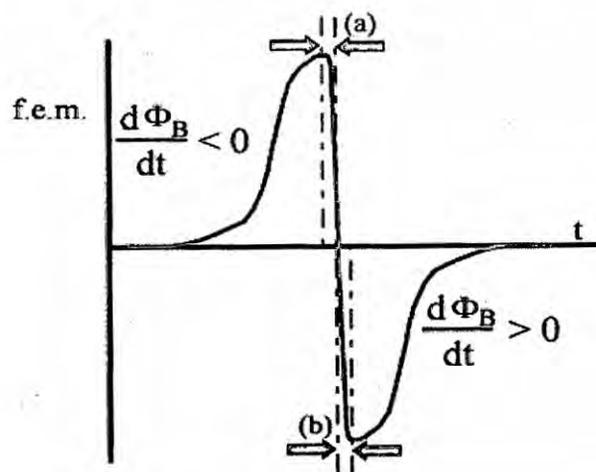
Figura 7. Montaje para registrar un pulso de inducción



Fuente. Inducción electromagnética: Ley de Faraday – Antonio J. Barbero

Es necesario introducir un amplificador para obtener valores típicos de algunos centenares de mV (conocer los detalles técnicos del montaje no es imprescindible para la demostración). El pulso de inducción que obtenemos tiene el perfil indicado cualitativamente en la figura 7, y a partir de él pueden discutirse los casos correspondientes a las distintas orientaciones relativas del imán y la bobina. Cuando acercamos el imán a la bobina, la f.e.m. crece en valor absoluto hasta el momento en que el extremo del polo delantero del imán corta el plano de la bobina, pues la variación de flujo magnético es positiva y cada vez mayor (el número de líneas de campo que pasa a través de la superficie es creciente). Durante el paso del imán se produce una caída rápida de la f.e.m. inducida (zona (a) en la figura 7), porque la variación de flujo disminuye primero a medida que el polo delantero atraviesa el plano de la espira, y luego cambia de signo cuando es el polo trasero el que está pasando (zona (b) en la figura 7). El perfil presentado en la figura 7 se invierte, obteniéndose su simétrico respecto del eje de tiempos si se invierte la orientación del imán, o si se intercambian las conexiones de la bobina.

Figura 8. Pulso de inducción cuando un imán atraviesa el plano de una bobina de Helmholtz



Fuente. Inducción electromagnética: Ley de Faraday – Antonio J. Barbero

La electricidad se usa para generar:

- Luz mediante lámparas
- Calor, aprovechando el efecto Joule
- Movimiento, mediante motores que transforman la energía eléctrica en energía mecánica
- Señales mediante sistemas electrónicos, compuestos de circuitos eléctricos que incluyen componentes activos (tubos de vacío, transistores, diodos y circuitos integrados) y componentes pasivos como resistores, inductores y condensadores.

2.3 Conceptos Específicos

2.3.1 Dentro de Variables

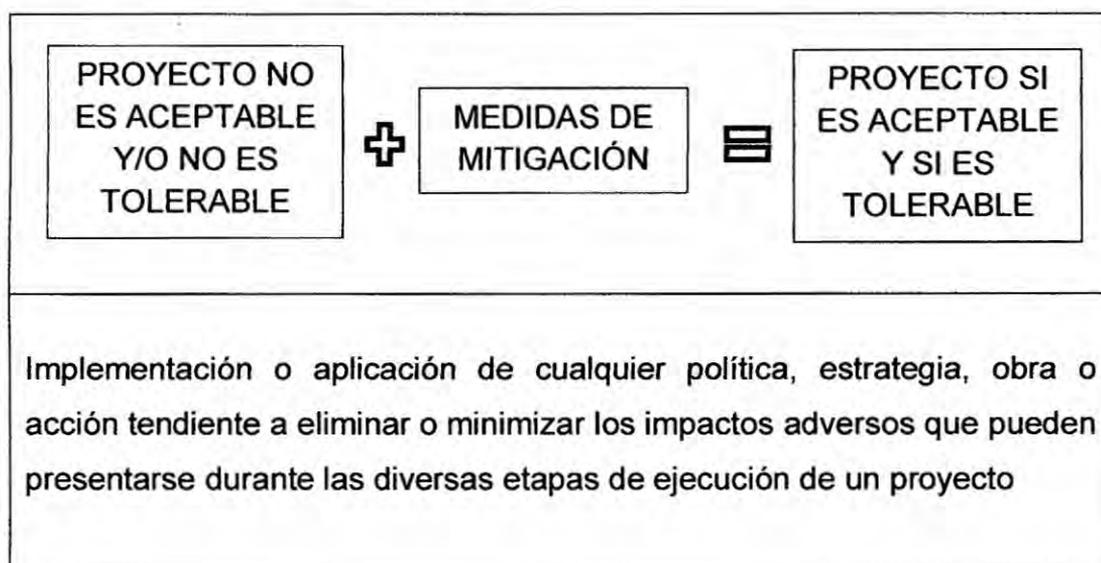
a. Mitigación

Mitigación es el esfuerzo por reducir la pérdida de vida y propiedad reduciendo el impacto de los desastres. La mitigación se logra tomando acción *ahora* – antes de que azote el próximo desastre – para así disminuir los daños por desastre, reconstrucción y daños repetidos. Para que los esfuerzos de mitigación sean exitosos, es importante que todos estemos informados sobre los riesgos que podrían afectar nuestra área y tomemos las medidas necesarias para protegernos.

Cuando los impactos detectados violen normas, criterios o políticas de protección y conservación del ambiente el vigor, deben establecerse medidas de mitigación antes de que se aprueben la ejecución del mismo

Estas medidas no deben ser consideradas como un simple requisito adicional, sino como una parte integral del ciclo de vida.

Cuadro 1. Cuadro de aceptación de un proyecto



Fuente. Creación propia

b. Medidas de mitigación:

Se entiende como medida de mitigación la implementación o aplicación de cualquier política, estrategia, obra y/o acción tendiente a eliminar o minimizar los impactos adversos que pueden presentarse durante las etapas de ejecución de un proyecto (construcción, operación y terminación) y mejorar la calidad ambiental aprovechando las oportunidades existentes.

Alternativas:

Pueden incluir una o varias de las siguientes acciones:

- Evitar el impacto total al no desarrollar todo o parte de un proyecto.
- Minimizar los impactos a través de limitar la magnitud del proyecto.
- Rectificar el impacto a través de reparar, rehabilitar o restaurar el ambiente afectado.

- Reducir o eliminar el impacto a través del tiempo, por la implementación de operaciones de preservación y mantenimiento durante la vida útil del proyecto.
- Compensar el impacto producido por el reemplazo o sustitución de los recursos afectados.

Este planteamiento se considera limitado, ya que su enfoque ha sido dirigido únicamente a hacer disminuir la severidad de los impactos adversos. La tendencia actual es no sólo disminuir los impactos adversos sino incluir la maximización de los impactos benéficos.

b.1 Evitar

Evitar proyectos o actividades que puedan resultar en impactos adversos y ciertos tipos de recursos o áreas consideradas como ambientalmente sensibles. Este enfoque, que es el más apropiado en las fases iniciales de la planeación del proyecto, es considerado en general como el más importante de las medidas de mitigación. El éxito de este enfoque depende de la disponibilidad de la información y datos ambientales como del consenso en relación a la significancia de los temas ambientales.

b.2 Preservar

Para preservar se debe prevenir cualquier acción que pueda afectar adversamente un recurso o atributo ambiental. Esta meta se logra extendiendo la jurisdicción legal más allá de las necesidades del proyecto en la selección de recursos. Sin embargo a muchas agencias de gobierno se le está prohibido tomar tierras que no son requeridas específicamente para el desarrollo del proyecto.

b.3 Minimizar

Implica limitar el grado, la extensión, magnitud o duración del impacto adverso. Este enfoque es probablemente el más común y requiere consideraciones cuidadosas de una amplia gama de técnicas y métodos de ingeniería y administración del proyecto.

b.4 Rehabilitar

Rectificar los impactos adversos a través de la reparación o mejoramiento del recurso afectado. Muchos ecosistemas pueden ser rehabilitados para mejorar atributos selectos, como son productividad biológica y hábitat de la vida silvestre. Este enfoque es apropiado cuando desarrollos y contaminación previos han resultado en una disminución significativa de funciones y atributos ambientales de un recurso en particular.

b.5 Restaurar

Esta medida de mitigación considera rectificar los impactos adversos a través de la restauración de los recursos afectados a su edad inicial, posiblemente más estable y productiva. Restauración es en esencia el extremo de rehabilitación. Éste método requiere extensas e intensas acciones sobre un recurso seleccionado para lograr lo que podría considerarse condiciones "prístinas".

b.6 Reemplazar

Esto se realiza compensando la pérdida de un recurso ambiental en un lugar con la creación o protección de este mismo tipo de recurso en otro lugar. Practicado ampliamente, este enfoque se acopla con el objetivo de

preservación, en estos casos involucra la transferencia de la propiedad del recurso reemplazado, a una agencia u organización para el propósito expreso de preservarlo de cualquier desarrollo futuro.

b.7 Sobre impactos benéficos

En relación a los impactos benéficos tenemos las siguientes acciones positivas que se pueden realizar.

Mejorar

Mejorar significa incrementar la capacidad de un recurso existente con respecto a sus funciones ambientales. Al igual que minimizar, mejorar requiere consideraciones de una amplia gama de acciones técnicas para el diseño y la administración que pueden ser implementados para aumentar una función o atributo ambiental particular.

Aumentar

Incrementar el área o tamaño de un recurso ambiental existente. Aumentar como una forma de mejorar, se centra en el atributo geográfico (área) o morfológico (profundidad, configuración) de recurso acuático, terrestre o humedales.

Desarrollar

Crear recursos ambientales específicos en un área donde actualmente están ausentes. Ampliamente ejemplificado por el desarrollo de excavaciones como nuevos recursos de humedales, este enfoque se incrementó en aplicación a ecosistemas terrestres y acuáticos sin embargo la creación de un nuevo recurso requiere consideraciones cuidadosas de la interacción del nuevo recurso y su ambiente para asegurar que el recurso será autosustentable.

Diversificar

Incrementar la mezcla o diversidad de hábitat, especies, u otros recursos ambientales en un área circunscrita. Aunque diversificación puede incluir la creación de un nuevo recurso, involucra primordialmente la introducción de una nueva oportunidad de hábitat y/o nuevas especies de la flora o fauna. Debido a la complejidad involucrada, tanto científica como política, en la introducción de nuevas especies, este enfoque se restringe a proyectos grandes con cantidad importante de fondos y tiempo que puedan ser utilizados para estudios ambientales detallados.

c. Riesgo Eléctrico

Es riesgo eléctrico se produce en toda tarea que implique actuaciones sobre instalaciones eléctricas de baja, media y alta tensión, utilización, manipulación y reparación del equipo eléctrico de las máquinas, así como utilización de aparatos eléctricos en entornos para los cuales no han sido diseñados.

El real decreto 614/2001, 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico define el riesgo eléctrico como "aquel riesgo originado por la energía eléctrica". Quedan expresamente incluidos en esta definición:

- Choque eléctrico por contacto con elementos en tensión (contacto eléctrico directo), o con masas puestas accidentalmente en tensión (contacto eléctrico indirecto)
- Quemaduras por choque eléctrico, o por arco eléctrico.
- Caídas o golpes como consecuencia de choque o arco eléctrico.
- Incendios o explosiones originados por la electricidad.

Cualquier tarea que implique manipulación o maniobra de instalaciones eléctricas de baja, media y alta tensión, operaciones de mantenimiento de este tipo de instalaciones, reparación de aparatos eléctricos, utilización de aparellaje eléctrico en entornos para los cuales no ha sido diseñado el dispositivo.

Efectos de la electricidad sobre el cuerpo humano

Podemos clasificar los efectos de la electricidad sobre el cuerpo humano en:

Efectos fisiológicos directos: Son las consecuencias inmediatas del choque eléctrico. Su gravedad depende fundamentalmente de la intensidad de la corriente y del tiempo de contacto. En la siguiente tabla se muestran los efectos de la exposición a una corriente alterna de baja frecuencia en función de su intensidad.

Cuadro 2. Intensidad de corriente y sus efectos

Intensidad	Efectos en el cuerpo humano
<0.5 Ma	No se percibe
1 - 3 mA	PERCEPCIÓN: Pequeño hormigueo
3 - 10 mA	ELECTRIZACIÓN: movimiento reflejo muscular (calambre)
10 mA	TETANIZACIÓN MUSCULAR: contracciones musculares sucesivas y mantenidas. Incapacidad de soltarse del elemento conductor
25 mA	PARADA RESPIRATORIA: si la corriente atraviesa el cerebro
25 - 30 mA	Fuente efecto de la tetanización muscular. Asfixia (PARO RESPIRATORIO)

	A partir de 4 seg. Por tetanización de los músculos respiratorios. Quemaduras.
60 - 75 mA	FIBRILACIÓN VENTRICULAR: Contracción y relajación descontrolada de los ventrículos.

Fuente. Guía básica para la prevención del riesgo eléctrico

Efectos fisiológicos indirectos: Son los trastornos que sobrevienen al choque eléctrico y alteran el funcionamiento del corazón o de otros órganos vitales, producen quemaduras internas y externas, así como otros trastornos (renales, oculares, nerviosos, etc.), pudiendo tener consecuencias mortales.

Efectos secundarios: Son los debidos a actos involuntarios de los individuos afectados por el choque eléctrico y/o al entorno y condiciones donde se realiza el trabajo: caídas de alturas y al mismo nivel, golpes contra objetos, proyección de objetos, incendios, explosiones, etc.

Prevención y protección frente al riesgo eléctrico

El ya citado real decreto 614/2001 es la norma que regula las medidas mínimas de seguridad para la protección de los trabajadores frente al riesgo eléctrico en los lugares de trabajo. Establece que el empresario deberá adoptar las medidas necesarias para que la utilización o presencia de la energía eléctrica en los lugares de trabajo no se deriven riesgos para la salud y seguridad de los trabajadores o si ello no fuera posible, para que tales riesgos se reduzcan al mínimo. La adopción de estas

medidas deberá basarse en la evaluación de los riesgos contemplada en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

La disposición del Real Decreto se agrupa en tres ámbitos:

Instalaciones: Establece las características generales y la forma de utilización y mantenimiento de los equipos e instalaciones eléctricas, para proteger fundamentalmente a los trabajadores usuarios de dichos equipos e instalaciones. Para la regulación específica se remite a la reglamentación electrotécnica.

Técnicas y Procedimientos de Trabajo: Establece de forma detallada los métodos seguros para trabajar en instalaciones eléctricas o en sus proximidades. Son medidas para proteger a los trabajadores que tienen que manipular la propia instalación eléctrica o su entorno, y no tanto los usuarios de la misma.

Información y formación: Diferente en función del tipo de instalación eléctrica, de la relación del trabajador con dicha instalación y del tipo de trabajo a realizar en la misma.

d. Tensiones Inducidas

Las corrientes eléctricas que circulan por los conductores, inducen tensiones en los elementos metálicos que se encuentran en su entorno, generando en estos unas corrientes eléctricas de mayor o menor importancia según la posición relativa y la composición de las diversas cubiertas que conforman el sistema eléctrico, según como vayan instaladas (cortocircuitadas entre si y a tierra, o no) y según el tipo de material del que estén constituidas (magnético o amagnético)

Normalmente la instalación de las cubiertas metálicas de los cables se realiza cortocircuitándolas a tierra en ambos extremos de la línea como

mínimo. Al poner a tierra los extremos de la cubierta metálica del cable, se cierra una espira que rodea una parte del campo magnético generado por la corriente principal del cable, lo que produce un efecto transformador que induce la tensión en la pantalla

Según el apartado 2.3.1 de la Norma UNE 21144-1-1 (3), la inducción mutua entre el conductor y la pantalla se calcula como:

$$M = 0.46 \log \frac{2 D_m}{D_p} (nH/km)$$

Dónde:

- D_m Distancia entre ejes de conductores en mm.
- D_p Diámetro medio de la pantalla en mm.

Si las pantallas se conectaran a tierra en un solo extremo, aparecerían unas tensiones en el extremo libre en pantallas y tierra y entre pantallas de distintas fases, que podrían llegar a ser peligrosas. El valor de esta tensión inducida en la pantalla en condiciones de funcionamiento normal por efecto de la corriente que circula por el conductor de las otras fases, se calcula según la expresión:

$$E = 2. \pi. f. M. I. 10^{-3} \left(\frac{V}{km} \right)$$

Dónde:

- M: Inducción mutua entre conductor y pantalla en mH/km
- I: Intensidad por el conductor en A.
- f: Frecuencia de la red en Hz.

e. Línea de Transmisión 220 kV

Es el conjunto de dispositivos para transportar o guiar la energía eléctrica desde una fuente de generación a los centros de consumo (las cargas). Y estos son utilizados normalmente cuando no es costeable producir la energía eléctrica en los centros de consumo o cuando afecta al medio ambiente (visual, acústico o físico), buscando siempre maximizar la eficiencia, haciendo las pérdidas por calor o por radiaciones las más pequeñas posibles.

Las líneas de transmisión como su nombre lo indica son aquellas complejas estructuras que transportan grandes bloques de energía eléctrica dentro de los diferentes puntos de la red que constituye el sistema eléctrico de potencia, son físicamente los elementos más simples pero los más extensos. La clasificación de los sistemas de transmisión puede ser realizada desde muy variados puntos de vista, según el medio en aéreas y subterráneas.

El sistema de transmisión puede ser clasificado según el nivel de tensión en el cual transmiten los grandes bloques de potencia. En Perú la línea de transmisión aérea están discriminados en tres niveles de tensión a saber:

Elementos de una línea de transmisión

Una línea de transmisión está constituida básicamente por (3) elementos:

- Conductores
- Aisladores
- Soportes

Conductores

Consiste en un cuerpo o un medio adecuado, utilizado como portador de corriente eléctrica. El material que forma un conductor eléctrico es

cualquier sustancia que puede conducir una corriente eléctrica cuando este conductor se ve sujeto a una diferencia de potencial entre sus extremos. Esta propiedad se llama conductividad, y la sustancia con mayor conductividad son los metales. Los materiales comúnmente utilizados para conducir corriente eléctrica son en orden de importancia: Cobre, aluminio, aleación de cobre, hierro y acero.

La selección de un material conductor determinado es, esencialmente, un problema económico, el cual no solo considera las propiedades eléctricas del conductor, sino también otras como: propiedades mecánicas, facilidad de hacer conexiones, su mantenimiento, la cantidad de soportes necesarios, las limitaciones de espacio, resistencia a la corrosión del material y otros. Los metales más comúnmente utilizados como conductores eléctricos son:

Cobre: Material maleable, de color rojizo, la mayoría de los conductores eléctricos están hechos de cobre. Sus principales ventajas son:

Es el metal que tiene conductividad eléctrica más alta después del platino.

Tiene gran facilidad para ser estañado, plateado o cadmiado y puede ser soldado usando equipos especiales de soldadura de cobre.

Es muy dúctil por lo que fácilmente puede ser convertido, en cable, tubo o rolado

La línea consta de 118 estructuras de soporte. En el cuadro se indican las coordenadas UTM de sus vértices:

Tabla 1. Coordenadas de los vértices de la Línea de Transmisión S.E.

Paragsha II – S.E. Francoise

TRAZO DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN CUADRO TÉCNICO					
VÉRTICE	COORDENADAS UTM DATUM WGS84, ZONA 18 SUR		TRAMO	LONGITUD (m)	
	ESTE	NORTE		PARCIAL	ACUMULADA
Pórtico	360144.58	8819893.05	-	-	-
V0	360125.44	8819922.42	Pórtico - V0	35.06	35.06
V0-A	360109.07	8819947.56	V0 - V0-A	30	65.06
V0-B	359975.85	8820058.82	V0-A - V0-B	173.57	238.63
V1	359816.21	8820072.85	V0-B - V1	160.26	398.89
V2	359583.5	8819744.7	V1 - V2	402.28	801.17
V3	359308.59	8819252.69	V2 - V3	563.61	1364.78
V4	358192.49	8818590.62	V3 - V4	1297.69	2662.47
V5	357731.48	8818280.28	V4 - V5	555.74	3218.21
V6	357562.11	8817782.92	V5 - V6	525.4	3743.61
V7	357801.54	8816969.8	V6 - V7	847.64	4591.25
V8	355251.33	8812391.32	V7 - V8	5240.8	9832.05
V9	355286.66	8809809.86	V8 - V9	2581.71	12413.76
V10	349970.16	8806148.4	V9 - V10	6455.34	18869.1
V11	343407.88	8798432.03	V10 - V11	10129.45	28998.55
V12	342654.84	8792474.63	V11 - V12	6004.81	35003.36
V13	343229.04	8789006.07	V12 - V13	3515.77	38519.13
V14	344645.94	8785612.53	V13 - V14	3677.46	42196.59
VF	346039.51	8784176.49	V14 - VF	2001.29	44197.88
Pórtico	346151.41	8784101.59	VF - Pórtico	134.65	44332.53
LONGITUD TOTAL: 44.33 km					
FAJA DE SERVIDUMBRE: 25 m (12.5 m a cada lado del eje)					

Fuente. RISSTMA V.07

Faja de servidumbre

La faja de servidumbre es la proyección sobre el suelo de la faja ocupada por los conductores más la distancia de seguridad, la que se debe

verificar en cada vano donde existan predios de terceros, considerando los respectivos límites de la construcción a que tiene derecho el predio que colinda con el trazo de la línea.

Como compensación, se pagará el derecho de servidumbre a las personas en cuyos predios se construyan instalaciones del Proyecto. El área a utilizarse de estos predios será mínima y las limitaciones de su uso por los propietarios son menores en cuanto a futuras construcciones y cultivos de gran altura.

Los anchos mínimos de la faja de servidumbre están establecidos en el Código Nacional de Electricidad – Suministro (R.M. N° 366-2001-EM/VME), sección 219.B.2, según la tensión nominal de la línea de transmisión. En el cuadro 2.4 se indican estos valores mínimos:

Cuadro 3. Anchos mínimos de fajas de servidumbre

Tensión nominal de línea de transmisión (KV)	Ancho de faja (m)
10-15	6
20-36	11
60-70	16
115-145	20
Hasta 220	25

Fuente Creación propia

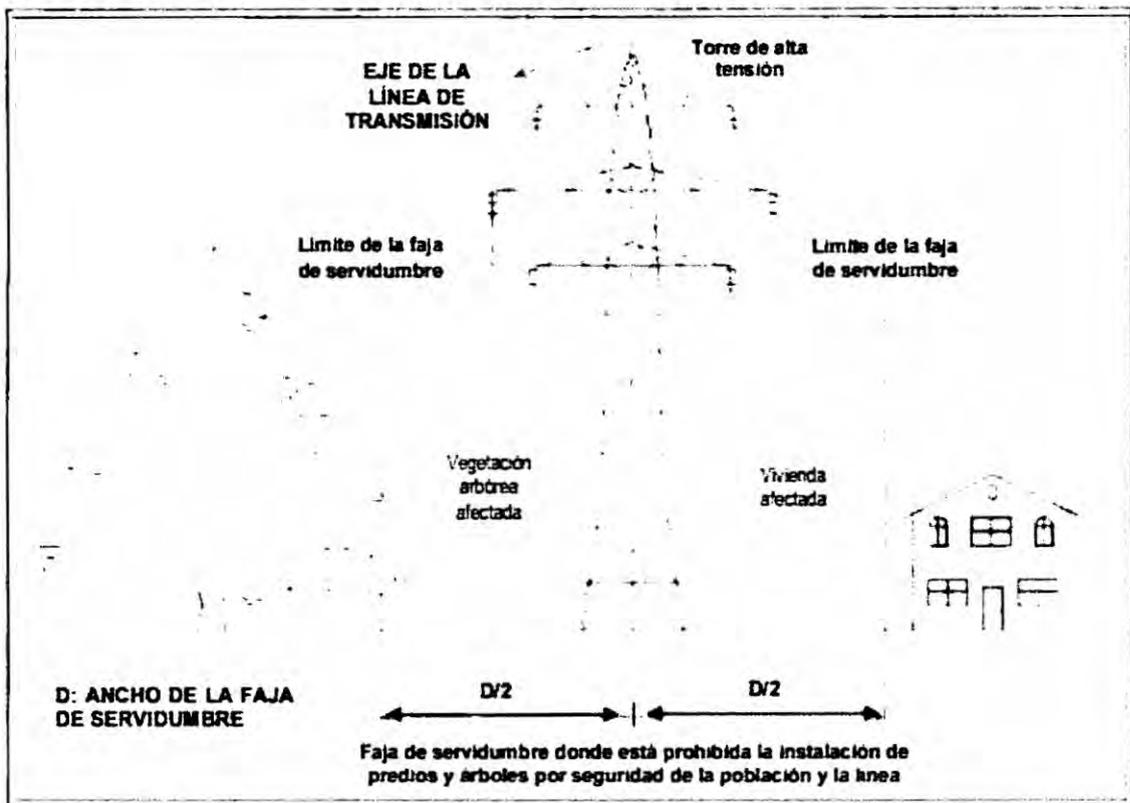
El ancho de la faja se distribuye en partes iguales hacia ambos lados del eje de la línea de transmisión

Fuente: Código Nacional de Electricidad

De acuerdo a lo indicado en el cuadro anterior, la línea de transmisión que se construirá como parte del presente Proyecto, tendrá un ancho de faja de servidumbre de 25 metros (12.5 metros a cada lado de su eje), considerando que la tensión nominal de la línea es 220kV.

Siendo la longitud de la línea de transmisión 44.33 km, el área de servidumbre será aproximadamente 110.83 ha. La siguiente figura explica la forma como se aplica la normativa vigente referida a la faja de servidumbre:

Figura 9. Límite de faja de servidumbre



Fuente. Servidumbre osinerming

Gestión de Servidumbre

Estará a cargo de ATN 1, quien atenderá directamente los trámites, permisos y pagos por este concepto. Al finalizar este proceso, se hará entrega del expediente completo a la Dirección General de Electricidad del Ministerio de Energía y Minas (DGE – MEM) para su aprobación y otorgamiento formal del derecho de servidumbre.

f. Ubicación geográfica

Está en la región de Pasco, provincia de Pasco, donde cruza el distrito de Simón Bolívar y Huayllay

Cuadro 4. Ubicación política

Línea de Transmisión	Región	Provincia	Distrito
S.E. Paragsha II – S.E. Francoise	Pasco	Pasco	Simón Bolívar
			Huayllay

Fuente. Creación propia

La línea de transmisión se desarrolla en las proximidades a la localidad de Huayllay, a una distancia de 10 km, y la ciudad de Cerro de Pasco, aproximadamente a 5 Km de la subestación Paragsha y a 8 horas de la ciudad de Lima.

Vías de Acceso:

El acceso desde Lima al área del proyecto es a través de la Carretera Central, siguiendo la ruta: Lima – La Oroya – Carhuamayo – Huayllay, con una carretera asfaltada en el tramo de la carretera central y afirmado a partir de Huayllay.

g. Criterios empleados para el diseño y construcción del proyecto

g.1 Línea de Transmisión

Selección del trazo

- El trazo de la línea de transmisión deberá cruzar por zonas que permitan el acceso a las vías de transporte existentes.

- Se evitarán zonas con un alto potencial de geodinámica externa, ya que ello afecta la seguridad de las estructuras.
- Se proyectarán alineamientos de gran longitud con el mínimo de cambios de dirección (ángulos), procurando que estos no sean tan bruscos.
- En lo posible, deberán evitarse laderas con pendientes transversales pronunciadas, a fin de que los vanos de las torres no sean muy cortos.
- En lo posible, el trazo de la línea de transmisión estará alejado de centros poblados, comunidades o zonas de expansión urbana.
- Se minimizarán los cruces del trazo con ríos y carreteras.
- Se evitará proyectar el trazo de la línea de transmisión por las cumbres de los cerros, porque ello aumenta la vulnerabilidad del sistema a descargas atmosféricas. Se tendrá en cuenta el otorgamiento de servidumbres.

Se inspeccionará la ruta de la línea de transmisión proyectada mediante una evaluación arqueológica, con la finalidad de descartar la existencia de restos arqueológicos y obtener el correspondiente Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA) y/o Resolución Directoral Nacional (RDN) emitida por el Ministerio de Cultura.

g.2 Obras Civiles

Apertura de Accesos

Durante la etapa constructiva, para acceder a la ubicación de las estructuras de soporte de la línea de transmisión, será necesario construir y/o rehabilitar caminos carrozables o de herradura para el transporte de equipos y materiales que se utilizarán en la construcción de la línea, así

como para realizar las actividades de mantenimiento durante su etapa operativa. Cuando no sea factible, se construirán caminos de acceso peatonal.

Se aprovecharán los accesos existentes (carreteras, caminos, trochas, etc.), ensanchándolos y mejorando su resistencia, si ello fuera necesario, para el paso de las maquinarias. En caso que los accesos sean de carácter temporal, al finalizar la construcción de las obras, el Contratista restaurará las condiciones naturales que estas zonas mostraban antes de ser intervenidas.

Cimentaciones

En general, de acuerdo al tipo de estructura de soporte utilizada, corresponde diseñar las cimentaciones considerando en primer lugar los esfuerzos a nivel de la cimentación y en segundo lugar las características de los tipos de suelos a encontrarse en el terreno. Como criterio general, las cimentaciones deben ser capaces de soportar la máxima carga de tracción (arranque) y transmitir al terreno una presión inferior a la presión máxima admisible. Es por esta razón que se elige, para cada tipo de estructura de soporte, los esfuerzos máximos de tracción y compresión, así como los esfuerzos de corte asociados.

En general, el diseño de las cimentaciones será realizado tomando en cuenta los siguientes criterios:

- Deberán ser capaces de soportar las máximas sollicitaciones de arranque, compresión y fuerza horizontales que resultan del diseño estructural, tomando en cuenta las cargas de trabajo amplificadas por los factores de sobrecarga.
- Las dimensiones serán determinadas en función de los tipos de terreno y sus características principales, tales como:

- Capacidad de carga neta admisible del suelo a nivel del plano de fundación (σ_{adm} en kg/cm^2)
- Peso unitario del suelo gravante sobre fundación (ρ_u , en kg/m^3) - Angulo de carga o arrancamiento (β en $^\circ$)
- Angulo de fricción interna (ϕ en $^\circ$)
- Cohesión (c en Tn/m^2)

Las fundaciones de concreto armado consistirán de una zapata y fuste (columna) de sección cuadrada y dimensiones apropiadas para asegurar la estabilidad de la estructura y soportar las máximas solicitaciones de arranque, compresión y fuerza horizontales asociadas. Sus dimensiones dependerán de las características del terreno y de los tipos de torres.

g.3 Obras Electromecánicas

Estructura de Soportes

Teniendo en cuenta que la zona donde se ubica el Proyecto es típica de sierra eriaza y sin contaminación severa, se utilizarán torres metálicas autosoportadas de acero galvanizado, de forma tronco piramidal, resistentes a la corrosión.

Las estructuras serán diseñadas de modo que no se presenten deformaciones permanentes en sus elementos metálicos y cada una tendrá su conexión eléctrica a tierra como medida de protección. Los tipos de estructuras de soporte se definirán según los siguientes criterios:

- El número de ángulos (cambios de dirección) del trazo de las líneas de transmisión.
- La configuración (topografía) del terreno.
- La longitud de la línea de transmisión.

- Las estructuras de anclaje de ángulo intermedio, que pueden usarse como suspensión para vano viento grandes, siempre y cuando la distancia entre fases lo permita.

Hipótesis de cálculo de estructuras

Teniendo en cuenta que la línea atraviesa altitudes entre 4000 a 4600 msnm, las torres serán calculadas considerando las características climáticas correspondientes a la zona 2. La acción del viento sobre los cables, aisladores y estructuras fue determinada según el Código Nacional de Electricidad Suministro 2011. Las hipótesis adoptadas para el cálculo de las estructuras son las siguientes:

- Viento máximo transversal, cables intactos.
- Hielo máximo.
- Viento reducido transversal con hielo reducido, con desequilibrio longitudinal.
- Rotura del cable de guarda: temperatura EDS, sin viento.
- Rotura del cable conductor: una fase, temperatura EDS, sin viento.

Para las torres terminales, las hipótesis adoptadas son las siguientes:

- Viento máximo transversal, cables intactos.
- Hielo máximo.
- Viento reducido transversal con hielo reducido.

Geometría y Silueta

Para definir la geometría y silueta de la estructura y la cabeza de la torre, se tomarán en cuenta las siguientes consideraciones:

- La distancia entre estructuras a lo largo del perfil de la línea de transmisión.
- Los vanos (separaciones) horizontales y verticales entre conductores, limitados por el máximo vano.

- Las distancias mínimas de seguridad de fase a tierra para diferentes condiciones de oscilación de la cadena de aisladores.
- La distancia mínima entre fases a medio vano y el nivel de apantallamiento requerido.
- Las sobretensiones de voltaje que deberá soportar el aislamiento a las diferentes alturas de instalación.
- El número de circuitos, cables de guarda y el ángulo de protección hacia los conductores activos, para evitar que sean impactados por descargas atmosféricas.

Para las estructuras de soporte, se utilizará la configuración que mejor se adapte al tipo de terreno, teniendo en cuenta la longitud de la línea de transmisión. De esta manera, las estructuras serán de acero galvanizado de alta resistencia, tipo celosía autosoportada, de doble circuito (se equipará sólo un circuito), que se unen entre sí por medio de pernos, arandelas y tuercas de acero de alta resistencia.

Aislamiento

En general el tipo y material de los aisladores a utilizar está adecuado a las características de la zona donde se ubica la línea de transmisión y toma en cuenta la práctica y experiencia de líneas de transmisión construidas en zonas similares en el Perú.

Las alternativas más comunes son los aisladores de porcelana, vidrio y los poliméricos de goma de silicón. Para el presente proyecto se ha seleccionado el aislador de vidrio templado, cuyas características técnicas se adaptan perfectamente a las condiciones de clima y porque no existen indicios de contaminación atmosférica del tipo salina.

Cable de guarda

El cable de guarda se utilizará con la finalidad de servir como protección contra descargas atmosféricas que podrían impactar directamente en los conductores activos y como medio para el sistema de telecomunicaciones.

El número de cables de guarda para las zonas expuestas a caída de rayos, dependerá del tipo de estructura a usarse, el aislamiento, la puesta a tierra y el máximo número de salidas permitido.

Puesta a Tierra

El objetivo de las puestas a tierra (PAT) es proteger principalmente la vida de la personas contra los accidentes de tensión de toque o tensión de paso en la cercanías de torres que se ubican en zonas de circulación frecuente. Para dimensionar el sistema de puesta a tierra se toma en cuenta que la resistencia de puesta a tierra de las estructuras será de:

- En zonas de altura mayor de 4500 msnm: 10 ohm
- En zonas de altura menor de 4500 msnm: 15 ohm

Las puestas a tierra también cumplen la función de facilitar el paso o la dispersión de las corrientes de falla hacia el terreno para que el sistema eléctrico se mantenga en un estado óptimo de funcionamiento.

En la regla 036.B (Sistemas de puesta a tierra en punto) se establece que la resistencia de puesta a tierra no debe exceder 25 ohm. Estos valores no podrán ser mayores aun cuando la resistividad del terreno sea muy alta. Cuando esto no suceda, deberán agregarse contrapesos radiales que aseguren los valores señalados.

La instalación de los sistemas de puesta a tierra de los apoyos se realizará de acuerdo a lo establecido en los planos y diseños del proyecto y los valores de resistividad medidos en el terreno.

g.4 Subestaciones Eléctricas

g.4.1 Obras Civiles

Cargas

Las edificaciones, estructuras y todas sus partes, deberán ser capaces de resistir las cargas que se les imponga como consecuencia de su uso previsto. Estas actuarán en las combinaciones prescritas y no deberán causar esfuerzos ni deformaciones que excedan los señalados para cada material estructural en su Norma Técnica (del RNE) de diseño específica.

En ningún caso, las cargas (de servicio) empleadas en el diseño serán menores que los valores mínimos establecidos en las Norma E.020 "Cargas" y E.030 "Diseño Sismorresistente" del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

Explicación y Ubicación

Para ubicar la zona del proyecto, se procederá a establecer las coordenadas geográficas UTM, ubicación nacional, regional y local. Los requerimientos de ubicación se establecen cumpliendo las normas rurales o urbanas y en coordinación con los planes de desarrollo futuros, evitando interferir con ellos (p.e. ampliaciones de carreteras, zonas de cultivo, canales de irrigación, etc.).

Se buscará que el nivel final de plataforma asegure que la mayor cantidad de cimentaciones de las diferentes estructuras estén apoyadas en corte.

El borde de la plataforma se definirá 2 m más alejado de la ubicación del cerco perimétrico (con respecto al centro de la subestación), para darle el confinamiento necesario a la cimentación de este cerco.

Edificaciones

La distribución de los ambientes de la subestación eléctrica se determinará en función al acceso, la morfología, el viento, asolamiento, tipo de suelo, drenaje, iluminación y la maniobrabilidad de los equipos de montaje y mantenimiento.

El sistema estructural y materiales a utilizar, serán definidos en base a la cantidad y tipo de ambientes requeridos por la parte electromecánica, al área destinada a la edificación y el tipo de suelo sobre el cual se cimentará la estructura.

Las edificaciones tendrán techos inclinados a dos aguas. Todos los techos tendrán suficiente pendiente o contraflecha para asegurar el drenaje adecuado del agua (RNE – Norma E.020, Art. 26°).

Debido a la inclinación del techo, la altura de piso a techo será variable y la cimentación estará constituida por cimientos corridos a lo largo de la estructura. La estructura del techo tendrá un volado de un metro para protección de los rayos solares directos a través de las ventanas.

g.4.2 Obras Electromecánicas

Transformadores

Los transformadores de tensión y de corriente de las subestaciones eléctricas, tendrán las siguientes características:

- Se diseñarán para soportar, durante un segundo, los esfuerzos mecánicos y térmicos debido a un cortocircuito en los terminales secundarios, manteniendo, en los primarios, la tensión nominal del transformador, sin exceder los límites de temperatura recomendados por las normas IEC.
- Serán capaces de operar en sistemas con frecuencia nominal de 60 Hz.
- Serán capaces de operar continuamente a frecuencia nominal, con una tensión de 1,1 veces la tensión nominal.

Pararrayos

Los componentes de los pararrayos serán totalmente a prueba de humedad, de tal modo que las características eléctricas y mecánicas permanezcan inalterables aún después de largos períodos de uso. Las partes metálicas estarán protegidas contra corrosión mediante galvanizado en caliente.

Cada unidad deberá tener dos conectores, uno para el terminal que se conectará a la línea y otro para el terminal que se conectará a tierra.

Interruptor de Potencia

Para la subestación Paragsha II

Las estructuras de los interruptores, permitirán la manipulación de los mecanismos de operación para acciones de mantenimiento. Además, estarán acondicionados para la conexión a tierra del equipo y la estructura.

Para la subestación Francoise

El Interruptor estará diseñado para operación eléctrica local – manual y estará provisto de un mecanismo con acumulación de energía por resortes.

El mecanismo de accionamiento manual para efectuar operaciones de mantenimiento y emergencia, deberá estar enclavado para cuando se encuentre en uso, evitar la operación remota.

g.5 Mantenimiento

Las actividades de mantenimiento implican la realización de las siguientes actividades:

Actividades Planificadas

- Mantenimiento correspondiente al año de la operación de las subestaciones: Paragsha y Francoise.
- Inspecciones de rutina de equipos de subestaciones.
- Inspecciones y pruebas periódicas a los equipos de servicios auxiliares.
- Inspección pedestre con ascenso a las estructuras de soporte de la línea de transmisión.
- Inspecciones pedestres de monitoreo a sitios especiales.
- Mantenimiento de la franja de servidumbre en la línea de transmisión.

Mantenición por condición:

- Mantenimientos correctivos por anomalías operativas.
- Mantenimientos correctivos en la línea de transmisión por anomalías en sitios de las estructuras de soporte.
- Otras actividades a requerimiento de las entidades reguladoras y el Ministerio de Energía y Minas.

Las actividades de mantenimiento de mayor alcance serán ejecutadas por personal de ATN 1, con el apoyo de empresas especializadas, posibilitando la optimización del tiempo de las desconexiones programadas en un 40% y beneficiando de esta forma a los usuarios del Sistema Interconectado Nacional.

El desarrollo de estas actividades se agrupa en tres tipos de mantenimiento:

Inspecciones visuales

Este tipo de mantenimiento se efectúa en forma mensual, sin desenergizar la línea. No utiliza herramientas ni instrumentos en la mayor parte de los casos; y, como su nombre lo indica, consiste sólo en inspecciones visuales.

Tiene la finalidad de revisar visualmente el estado exterior de los equipos, anotándose en una planilla los resultados de dicha inspección.

Revisiones periódicas (Mantenimiento preventivo)

Líneas de Transmisión:

Como norma general se efectúan como mínimo dos revisiones rutinarias o de mantenimiento preventivo por año. En estas revisiones se recorre a pie todo el trazado de la línea, estando estipulado que se debe subir a un tercio de las estructuras de soporte para un reconocimiento más minucioso de sus elementos.

Estas revisiones preventivas permiten detectar anomalías en los distintos elementos de la línea de transmisión, siendo los más comunes aisladores rotos o daños en los conductores, cables de tierra, separadores de

conductores, entre otros, procediéndose a su reparación. El equipo que normalmente se utiliza para estos fines consiste en un vehículo todo terreno y las herramientas propias del trabajo, no siendo necesaria la utilización de maquinaria pesada.

A continuación se presentan valores referenciales correspondientes a la vida media de ciertos elementos de una línea eléctrica de alta tensión:

- Galvanizado de los apoyos: 10-15 años.
- Cable de tierra: 25-30 años.
- Período de amortización de una línea de transmisión: 30-40 años.

Subestaciones Eléctricas

Como norma general se efectúa como mínimo una revisión programada por año y previamente coordinada con el COES. Durante esta revisión se inspeccionan cada uno de los puntos de conexión del circuito de 220 kV y se realiza la limpieza general de los aisladores de los equipos en cada una de las celdas.

Por lo general, al existir dos (02) circuitos, la programación de corte se hace circuito por circuito, a fin de mantener el suministro de energía en las instalaciones de los clientes.

Dado que el servicio eléctrico no puede ser interrumpido, estos trabajos se programan en días en los que el consumo de energía eléctrica es menor que los demás, lo que ocurre generalmente los fines de semana, previa coordinación con los responsables de operación. Este mantenimiento se realiza en base a las recomendaciones de normas internacionales (IEC-76, IEC-72).

La programación de las actividades de mantenimiento preventivo se realiza en función del lugar o "bahía" en donde se hace la intervención. El

tiempo de duración de estas actividades, o también denominadas “jornadas de mantenimiento”, oscila generalmente entre 4 y 8 horas.

Reparaciones accidentales

Línea de transmisión

En las líneas de alta tensión se producen una media de 3 a 4 incidentes por año. Los incidentes pueden ser, según sus efectos, de dos tipos:

El primer tipo de incidentes agrupa aquellos que producen una ausencia momentánea de tensión, como los motivados por sobrecargas de tensión ajenas a la línea, fuerte niebla unida a contaminación atmosférica, fugas a tierra por múltiples causas, entre otros factores. En estos casos no se producen defectos permanentes en la línea y se restablece el servicio de forma automática o manualmente. Este tipo de incidentes es el más frecuente.

El otro tipo de incidentes comprende los que producen una ausencia de tensión permanente o avería en la línea, precisando reparación. Las causas más frecuentes de este tipo de averías son fenómenos meteorológicos de intensidad anormal (tormentas, vientos muy fuertes, etc.) que sobrepasan los cálculos técnicos y de seguridad utilizados en el diseño. Una vez localizada y reparada la avería, se vuelve a acoplar la línea. Otras causas menos frecuentes de averías son el envejecimiento de materiales, accidentes ajenos a la línea, etc.

Para proceder a la reparación de estas averías accidentales se utilizan los accesos previstos para el mantenimiento permanente de la línea, contruidos y/o rehabilitados durante la etapa constructiva.

Subestaciones Eléctricas

Se procederá de acuerdo con los procedimientos adoptados para la operación de las instalaciones, a través del personal técnico designado. Dichos procedimientos serán reportados al COES, a fin de obtener las autorizaciones correspondientes de acuerdo al tipo de contingencia que se presente.

Los servicios serán atendidos por personal técnico calificado, que conforma la cuadrilla de mantenimiento del operador de las instalaciones en la zona.

Influencia en la salud humana

INFLUENCIA DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS Y ELÉCTRICOS EN LA SALUD HUMANA:

A nivel mundial existen numerosos estudios, desde la década del 70 a la fecha sobre los efectos de los campos electromagnéticos.

Los estudios epidemiológicos sobre la leucemia infantil y la exposición residencial a las líneas de alta tensión parecen indicar un aumento de los riesgos y se ha informado de peligros excesivos de leucemia y tumor cerebral. Los resultados de los estudios sobre reproducción, incluyen consecuencias negativas en el embarazo, desórdenes neuroconductuales y una discreta modificación de la fórmula sanguínea.

De los posibles riesgos de cáncer que se discuten hoy día, las leucemias en niños que viven cerca de las líneas de distribución eléctrica son los mejor documentados.

La exposición ocupacional a campos magnéticos es generalmente más alta que la exposición residencial, y los cálculos de riesgo de leucemia y de tumores cerebrales también dan valores superiores para trabajadores expuestos que para niños que viven próximos a las líneas de fuerza motriz.

Según información del Organismo Mundial de la Salud indica lo siguiente:

La transmisión de electricidad a larga distancia se realiza mediante líneas eléctricas de alta tensión. Estas tensiones altas se reducen mediante transformadores para la distribución local a hogares y empresas. Las instalaciones de transmisión y distribución de electricidad y el cableado y aparatos eléctricos domésticos generan el nivel de fondo de campos eléctricos y magnéticos de frecuencia de red en el hogar. En los hogares que no están situados cerca de líneas de conducción eléctrica la intensidad de este campo de fondo puede ser hasta alrededor de $0,2 \mu\text{T}$. Los campos de los lugares situados directamente bajo las líneas de conducción eléctrica son mucho más intensos. Las densidades de flujo magnético a nivel del suelo pueden ser del orden de hasta varios μT . La intensidad del campo eléctrico bajo las líneas de conducción eléctrica puede ser de hasta 10 kV/m . Sin embargo, la intensidad de los campos (eléctricos y magnéticos) se reduce al aumentar la distancia a las líneas eléctricas. A entre 50 m y 100 m de distancia la intensidad de los campos es normalmente equivalente a la de zonas alejadas de las líneas eléctricas de alta tensión. Además, las paredes de las casas reducen substancialmente la intensidad de campo eléctrico con respecto a la existente en lugares similares en el exterior de las casas.

De lo mencionado cabe indicar que:

Efectos sobre la salud General.

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 alguno 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.

Efectos sobre el embarazo.

La OMS y otros organismos han evaluado numerosas fuentes y exposiciones diferentes a campos electromagnéticos en el entorno cotidiano y de trabajo, como las pantallas de computadora, colchones de agua y mantas eléctricas, equipos de soldadura por corrientes de radiofrecuencia, equipos de diatermia, y radares. El conjunto de los resultados demuestra que la exposición a los niveles típicos de los campos del medio no aumenta el riesgo de desenlaces adversos como abortos espontáneos, malformaciones, peso reducido al nacer y enfermedades congénitas. Se han publicado informes esporádicos de asociaciones entre problemas sanitarios y la presunta exposición a campos electromagnéticos, como informes sobre partos prematuros y con peso reducido de trabajadoras de la industria electrónica, pero la comunidad científica no ha considerado que estos efectos estén necesariamente ocasionados por la exposición a campos electromagnéticos (frente a la influencia de factores como la exposición a disolventes).

Campos electromagnéticos y cáncer.

A pesar de los numerosos estudios realizados, la existencia o no de efectos cancerígenos es muy controvertida. En cualquier caso, es evidente que si los campos electromagnéticos realmente producen algún efecto de aumento de riesgo de cáncer, el efecto será extremadamente pequeño. Los resultados obtenidos hasta la fecha presentan numerosas contradicciones, pero no se han encontrado incrementos grandes del riesgo de ningún tipo de cáncer, ni en niños ni en adultos.

Algunos estudios epidemiológicos sugieren que existen pequeños incrementos del riesgo de leucemia infantil asociados a la exposición a campos magnéticos de baja frecuencia en el hogar. Sin embargo, los científicos no han deducido en general de estos resultados la existencia de una relación causa-efecto entre la exposición a los campos electromagnéticos y la enfermedad, sino que se ha planteado la presencia en los estudios de efectos artificiosos o no relacionados con la exposición a campos electromagnéticos. Esta conclusión se ha alcanzado, en parte, porque los estudios con animales y de laboratorio no demuestran que existan efectos reproducibles coherentes con la hipótesis de que los campos electromagnéticos causen o fomenten el cáncer. Se están realizando actualmente estudios de gran escala en varios países que podrían ayudar a esclarecer estas cuestiones.

Hipersensibilidad a los campos electromagnéticos y depresión.

Algunas personas afirman ser "hipersensibles" a los campos eléctricos o magnéticos. Preguntan si los dolores, cefaleas, depresión, letargo, alteraciones del sueño e incluso convulsiones y crisis epilépticas pueden estar asociados con la exposición a campos electromagnéticos.

Hay escasa evidencia científica que apoye la posible existencia de casos de hipersensibilidad a los campos electromagnéticos. Estudios recientes

realizados en países escandinavos han comprobado que, en condiciones adecuadamente controladas de exposición a campos electromagnéticos, no se observan pautas de reacción coherentes en los sujetos expuestos. Tampoco existe ningún mecanismo biológico aceptado que explique la hipersensibilidad. La investigación en este campo es difícil porque, además de los efectos directos de los propios campos electromagnéticos, pueden intervenir muchas otras respuestas subjetivas. Están en curso más estudios sobre esta cuestión.

Objetivos de las investigaciones actuales y futuras

Se están empleando actualmente grandes esfuerzos de investigación destinados al estudio de la relación entre los campos electromagnéticos y el cáncer. Están en curso estudios en busca de posibles efectos cancerígenos (que producen cáncer) de los campos de frecuencia de la red eléctrica, aunque menos intensos que los realizados a finales de los 90.

Otro objetivo de investigación de numerosos estudios actualmente son los efectos sobre la salud, a largo plazo, de la utilización de teléfonos móviles. No se ha descubierto ningún efecto perjudicial manifiesto de la exposición a niveles bajos de campos de radiofrecuencia. Sin embargo, debido a la preocupación de la sociedad por la seguridad de los teléfonos celulares, investigaciones adicionales intentan determinar si podrían producirse efectos menos evidentes a niveles de exposición muy bajos.

Conclusiones de las investigaciones científicas

En los últimos 30 años, se han publicado aproximadamente 25.000 artículos sobre los efectos biológicos y aplicaciones médicas de la radiación no ionizante. 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. 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.

III. VARIABLES E HIPOTESIS

1.1 Variables de la investigación

Variable Dependiente

Y: Riesgo Eléctrico

Variable Independiente

X: Seguridad en redes eléctricas

Indicadores

X1: Distancias mínimas de seguridad

Y1: Electrocuación

1.2 Operacionalización de variables

$Y=f(X)$

1.3 Hipótesis general e hipótesis específica

Hipótesis General

Diseñando un nuevo tipo de manual de seguridad será posible mitigar y prevenir el riesgo de accidentes vinculados a tensiones y corrientes inducidas en líneas de alta tensión "L-2271" (220kV Paragsha – Francoise) de la empresa eléctrica Abengoa Transmisión Norte (ATN-1)

Hipótesis Específicas

H1: Mediante la aplicación de nuevos métodos de diseño de manual de seguridad será posible mitigar el riesgo de accidentes vinculados a tensiones y corrientes inducidas en líneas de alta tensión "L-2271" (220kV

Paragsha – Francoise) de la empresa eléctrica Abengoa Transmisión Norte (ATN-1).

H2: Mediante el establecimiento de ventajas comparativas de diseño del manual de seguridad será posible prevenir accidentes vinculados a tensiones y corrientes inducidas en la línea de alta tensión “L-2271” (220kV Paragsha – Francoise) de la empresa eléctrica Abengoa Transmisión Norte (ATN-1).

H3: Mediante la determinación de los factores de mayor impacto serán posibles mitigar los accidentes vinculados a tensiones y corrientes inducidas en la línea de alta tensión “L-2271” (220kV Paragsha – Francoise) de la empresa eléctrica Abengoa Transmisión Norte (ATN-1).

IV. METODOLOGIA

4.1 Tipo de la investigación

El tipo de investigación es aplicada. La validez del manual diseñado será evidenciada, mediante los resultados obtenidos de su implementación

4.2 Diseño de la investigación

Descriptivo y correlacional.

4.3 Población y muestra

La aplicación del estudio se desarrolló en la localidad de Cerro de Pasco.

4.3.1 Población

Todas las líneas de transmisión en 220KV de Abengoa Transmisión Norte y Sur (ATN / ATS). Distribuidas al centro, sur y norte del Perú.

4.3.2 Muestra

El estudio tiene como población objetivo hecha la línea "L-2271" (220kV Paragsha – Francoise) de la empresa eléctrica Abengoa Transmisión Norte (ATN-1), la misma que está ubicado en la posición centro del SEIN.

Para ello, se harán las coordinaciones respectivas con la empresa para que se nos brinden las facilidades para la implementación del estudio.

4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas e instrumentos que se utilizan para la recolección de la información se han desarrollado de acuerdo con las características y necesidades que se ha requerido para cada variable, es decir para la

variable independiente que está representado por “X: Seguridad en las redes eléctricas” y la variable dependiente representado por el “Y: Riesgo eléctrico”.

Es conveniente mencionar que la unidad didáctica desarrollada para efectos de la presente investigación corresponde al tema: “**Mitigación de tensiones y corrientes inducidas en una línea de transmisión eléctrica**”, que ha sido desarrollado de acuerdo a lo planificado

4.4.1 Técnica y recolección de datos.

Las técnicas y recolección de datos fueron la observación, encuesta y entrevista:

- a. **Observación.** Técnica que permitió entrar en contacto los pobladores de la zona y permitirá recolectar datos. La estrategia de observación participativa constituye un poderoso medio de investigación en este campo.
- b. **Encuestas.** Técnica que permitió recolectar los datos de los mismos pobladores.
- c. **Entrevista.** Técnica que nos permitió obtener datos de la misma unidad de análisis, mucho depende del entrevistador del como llegue la entrevista.

4.4.2 Instrumento de recolección de datos.

Los instrumentos principales que se utilizaron para la recopilación de datos, son los siguientes:

- a. **Cuestionario.** Instrumento que nos permitió recoger datos de los mismos pobladores, que consiste en responder las preguntas hechas. Cada pregunta está relacionada con los indicadores (Un

cuestionario consiste en un conjunto de preguntas respecto a uno o más variables a medir.

- b. Registro de evaluación.** Esta calificado por las capacidades que se busca desarrollar y calificar.

4.5 Procesamiento estadístico y análisis de datos

A continuación se describe en forma bastante explícita, los procedimientos estadísticos y de análisis que se han desarrollado con los resultados obtenidos en el experimento.

4.6 Matriz de Operacionalización de Variables

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Escala	Indicadores	Ítems	Fuente	Instrumento
Independiente: Seguridad en las Redes Eléctricas	-Bajo -Medio -Alto	Tensiones y Corrientes Inducidas	Tipos de riesgo Causas de Riesgo Eléctrico Medidas preventivas y correctivas	Trabajadores de la empresa ABG	-Cuestionario -Registro de evaluación
		Distancias Mínimas de Seguridad	Conocimiento de Riesgo eléctrico riesgo de accidentes en la etapa de construcción		

- a. Análisis de la variable independiente (tensiones y corrientes inducidas – Conocimiento sobre riesgo eléctrico)**

La técnica y el instrumento de recolección de dato son la entrevista y los cuestionarios.

- **Entrevista:**

El formato de "cuestionario" se detalla a continuación:

Cuadro 5. Cuestionario sobre conocimiento de riesgo eléctrico en Línea de Transmisión Eléctrica de 60, 220 y 500 KV

ITEM	DESCRIPCIÓN	RESPUESTA
Y1	Conocer la biodiversidad y las estaciones climatológicas del lugar donde se desarrolla el proyecto como descargas atmosféricas y otros, en que escala considera usted la capacidad de respuesta ante un posible evento.	
Y2	El trabajador debido a que viene desarrollando trabajos en líneas de transmisión ya un buen conoce los posibles riesgos y las consecuencias de cada uno, en que escala considera usted el exceso de confianza del trabajador al desarrollar la actividad.	
Y3	Conocen la definición y el manejo de seguridad eléctrica, en que escala cree usted que ayudaría a evitar posibles incidentes y/o accidentes.	
Y4	Conocer las causas y consecuencias que generan las corrientes y tensiones inducidas en una línea de transmisión eléctrica, en que escala cree usted que mejoraría la prevención del riesgo eléctrico.	
Y5	La construcción de diversos proyectos relacionados a Líneas de Transmisión eléctrica, en que escala considera usted que traería	

	desarrollo para la población.	
Y6	En relación al cambio climatológico con la construcción de proyectos de líneas de transmisión eléctrica, en que escala calificaría esta comparación.	
Y7	En que escala cree usted que se está manejando los recursos que son afectados por la construcción.	
Y8	Si realizamos talleres en donde se pueda explicar a trabajador las zonas potenciales con presencia de tensiones y corrientes inducidas, en que escala cree usted que mejoraría la prevención.	
Y9	Si capacitamos al personal para el uso adecuado de herramientas de seguridad eléctrica, en que escala cree usted que evitaría posibles incidentes y accidentes.	
Y10	Al implementar un manual en seguridad eléctrica, en que escala cree usted que mitigaría las tensiones y corrientes inducidas en líneas de transmisión.	

Fuente. Creación propia

La entrevista se realizó para una población muestra de 30 personas con el objetivo de medir el conocimiento de procesos de construcción de líneas de transmisión en los niveles de tensión de 60, 220 y 500 kV.

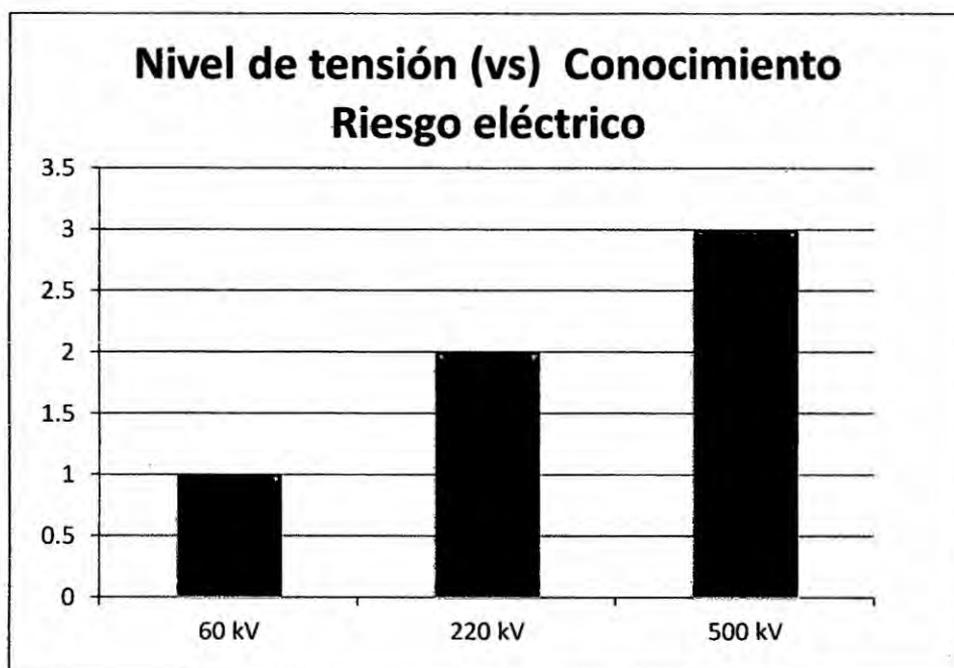
Bajo	1
Medio	2
Alto	3

Tabla 2. Nivel de tensión vs. Conocimiento de Riesgo eléctrico

Niveles de tensión	Tensión	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Resultado	
	60 kV	1	2	1	1	2	2	1	3	1	3	1	Bajo
	220 kV	2	2	2	2	1	2	1	3	3	3	2	Medio
	500 kV	2	2	1	3	1	2	1	3	3	3	3	Alto

Fuente. Creación propia

Gráfico 1. Barras de nivel de riesgo vs. Riesgo eléctrico



Fuente. Creación propia

b. Análisis de la variable independiente (tensiones y corrientes inducidas – Riesgo de accidente en la etapa de construcción):

La técnica y el instrumento de recolección de dato son la encuesta y los cuestionarios.

- **Encuesta:**

El formato de "Encuesta" se detalla a continuación:

Cuadro 6. *Conocimiento sobre las etapas de construcción en líneas de transmisión eléctrica de 60, 220 y 500 KV*

ITEM	DESCRIPCIÓN	RESPUESTA
Y1	Excavación	
Y2	Cimentación de zapatas	
Y3	Selección y traslado de estructuras	
Y4	Ensamble y montaje de estructuras de la torre	
Y5	Ensamble de cadena de aisladores y accesorios de herraje	
Y6	Ajuste y apriete de pernos en estructuras de la torre	
Y7	Tendido y flechado de conductor	
Y8	Sistema de aterramiento	
Y9	Pruebas eléctricas	
Y10	Puesta en marcha	

Fuente. Creación propia

La encuesta se realizó para una población muestra de 30 personas con el objetivo de medir en qué etapa de construcción y nivel de tensión existe mayor riesgo de accidente.

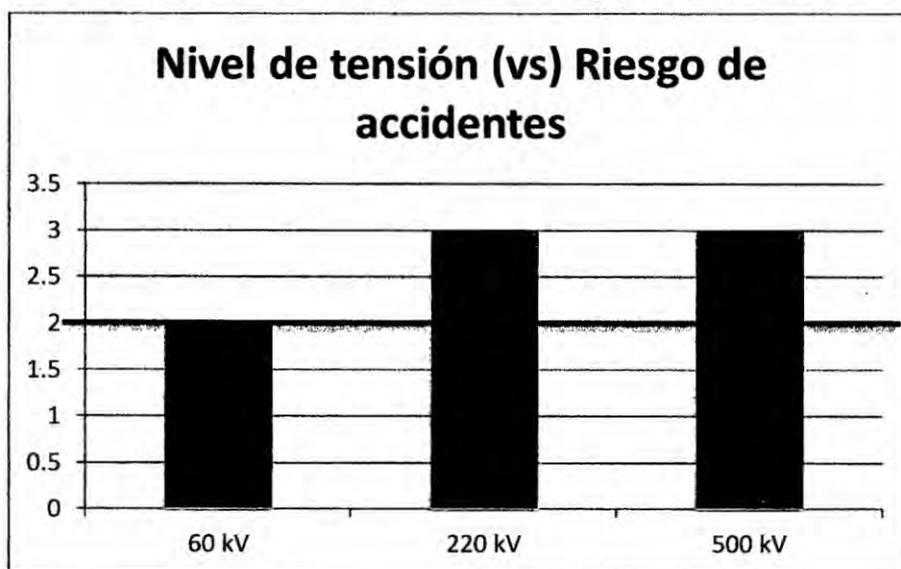
Bajo	1
Medio	2
Alto	3

Tabla 3. Nivel de tensión vs. Riesgo de accidentes

Nivel de tensión	Tensión	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Resultado	
	60 kV		2	2	2	2	1	2	2	3	2	3	2
220 kV		2	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	Alto
500 kV		2	2	2	3	1	3	2	3	3	3	3	Alto

Fuente. Creación propia

Gráfico 2. Nivel de tensión vs. Riesgo de accidentes



Fuente. Creación propia

c. Análisis de la variable independiente (Distancias mínimas de seguridad – Tipos de riesgo):

La técnica y el instrumento de recolección de dato son la encuesta y los cuestionarios.

- **Encuesta:**

El formato de “Encuesta” se detalla a continuación:

Cuadro 7. Cuestionario sobre tipos de riesgo

Tipos de Riesgo		
ITEM	DESCRIPCIÓN	RESPUESTAS
Y1	Caídas a nivel	
Y2	Caídas a desnivel	
Y3	Derrumbamiento o desplomes	
Y4	Caídas de objetos en manutención	
Y5	Caída de objetos o masas desprendidas	
Y6	Choque / Golpes con objetos inmóviles	
Y7	Choque / Golpes con objetos móviles	
Y8	Choques por accidentes de tráfico	
Y9	Golpes / Cortes por herramientas u objetos	
Y10	Atrapamiento por riesgo no protegidos	
Y11	Sobreesfuerzo por manipulación defectuosa	
Y12	Exposición a condiciones ambientales adversas	
Y13	Contactos térmicos	
Y14	Por contacto directo	
Y15	Por contacto indirecto	
Y16	Arco eléctrico	
Y17	Corriente Inducida	

Fuente. Creación propia

La encuesta se realizó para una población muestra de 30 personas con el objetivo de medir los posibles accidentes en los distintos tipos de riesgo.

Bajo	1
Medio	2
Alto	3

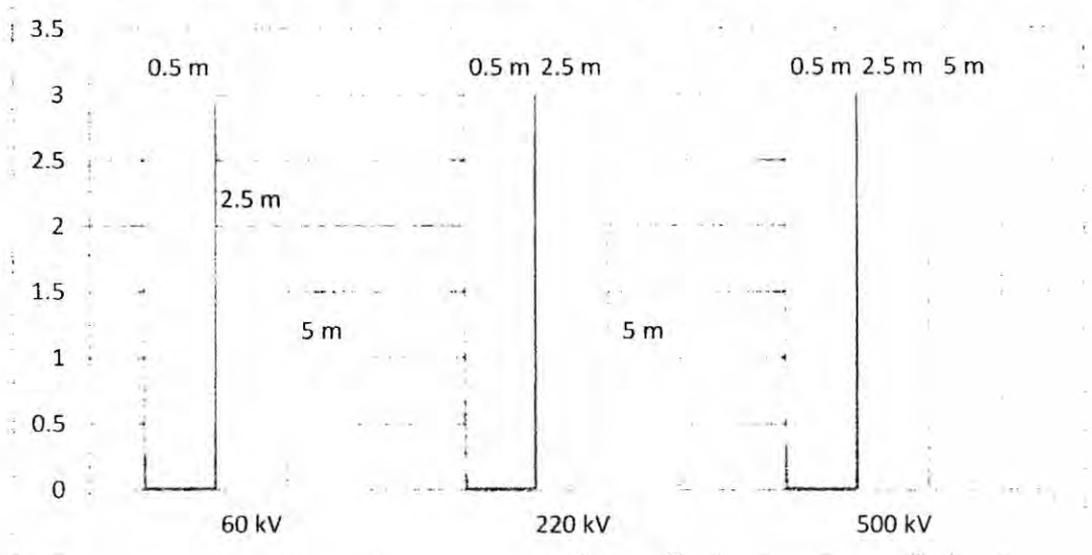
Tabla 4. Nivel de tensión vs. Riesgo de eléctrico con DMS

DMS	0.5 M			2.5 M			5 M		
	60 kV	220 KV	500 kV	60 kV	220 KV	500 kV	60 kV	220 KV	500 kV
Y1	2	2	2	2	2	2	2	1	2
Y2	3	2	2	2	2	2	2	2	2
Y3	2	2	2	2	2	2	1	1	2
Y4	3	3	2	2	3	2	2	1	2
Y5	2	3	3	3	3	1	1	2	3
Y6	3	2	3	2	2	3	2	1	3
Y7	3	3	2	2	3	3	2	1	2
Y8	3	1	3	3	3	3	1	2	3
Y9	2	3	3	1	2	3	2	1	3
Y10	3	3	3	2	2	3	1	2	3
Y11	2	2	2	3	3	2	1	2	3
Y12	3	1	3	2	2	2	2	1	2
Y13	3	3	2	2	3	3	1	2	3
Y14	2	3	3	2	3	2	1	1	2
Y15	3	3	2	1	3	1	1	2	3
Y16	2	2	3	2	2	3	2	1	2
Y17	2	2	3	3	3	3	1	3	3
Resultado	3	3	3	2	3	3	1	1	3
	Alto	Alto	Alto	Medio	Alto	Alto	Bajo	Bajo	Alto

Fuente. Creación propia

Nivel de Tensión vs. DMS			
	0.5 m	2.5 m	5 m
60 kV	3	2	1
220 kV	3	3	1
500 kV	3	3	3

Gráfico 3. Nivel de tensión vs. Riesgo de eléctrico con DMS



Fuente. Creación propia

d. Análisis de la variable independiente (Distancias mínimas de seguridad – Causas de riesgo eléctrico):

La técnica y el instrumento de recolección de dato son la encuesta y los cuestionarios.

- **Encuesta:**

El formato de “Encuesta” se detalla a continuación:

Causas

Cuadro 8. Cuestionario sobre causas que dan origen al riesgo eléctrico

ITEM	DESCRIPCIÓN	RESPUESTAS
Y1	Método / secuencia de trabajo no permitido	
Y2	Personal no instruido en seguridad	
Y3	Ausencia de instrucciones para el trabajo	

Y4	Maquinas o elementos defectuosos	
Y5	Maquinas o elementos mal manipulados	
Y6	Anular dispositivos de seguridad	
Y7	Aislamiento eléctrico en mal estado	
Y8	Riesgo físico mal protegido	
Y9	Materiales manipulados incorrectamente	
Y10	Materiales mal almacenados o depositados	
Y11	Herramientas inadecuadas o defectuosas	
Y12	Zonas de transito no acondicionadas	
Y13	Riesgos debidos a terceros	
Y14	Iluminación deficiente	
Y15	Fatiga física	
Y16	Distracciones fatiga mental	
Y17	Escaleras manuales deterioradas	

Fuente. Creación propia

La encuesta se realizó para una población muestra de 30 personas con el objetivo de medir en puntos de posibles accidentes.

Bajo	1
Medio	2
Alto	3

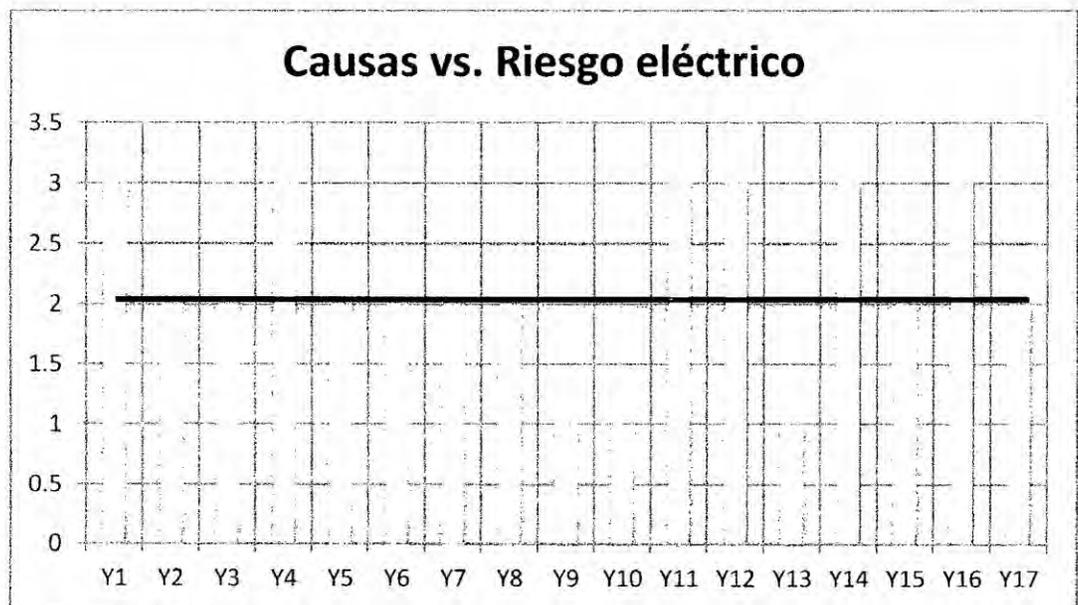
Tabla 5. Cuantificación de resultados de causas

Preguntas	Causas vs. Riesgo eléctrico
Y1	3
Y2	2
Y3	2
Y4	3
Y5	2
Y6	2

Y7	2
Y8	2
Y9	1
Y10	1
Y11	3
Y12	3
Y13	1
Y14	3
Y15	2
Y16	3
Y17	2
Resultado	2
	Medio

Fuente. Creación propia

Gráfico 4. Causas vs. Riesgo Eléctrico



Fuente. Creación propia

La técnica y el instrumento de recolección de dato son la encuesta y los cuestionarios.

e. Análisis de la variable independiente (Distancias mínimas de seguridad – Medidas preventivas y correctivas):

- **Encuesta:**

El formato de "Encuesta" se detalla a continuación:

Cuadro 9. Cuestionario de medidas preventivas y correctivas para mitigar el riesgo eléctrico.

ITEM	DESCRIPCIÓN	RESPUESTAS
Y1	Verificar ausencia de tensión	
Y2	Bloquear, señalar	
Y3	Realizar puesta a tierra	
Y4	Uso adecuado de los EPP	
Y5	No invadir áreas de trabajo en Tensión	
Y6	Delimitación de zona de trabajo	
Y7	Inspección previa de equipos y herramientas	
Y8	No realizar trabajos superpuestos	
Y9	Uso adecuado de equipos y herramientas	
Y10	Difusión de trabajos programados	
Y11	Identificación de mapa de riesgo	

Fuente. Creación propia

La encuesta se realizó para una población muestra de 30 personas con el objetivo de medir en puntos de posibles accidentes.

Bajo	1
Medio	2
Alto	3

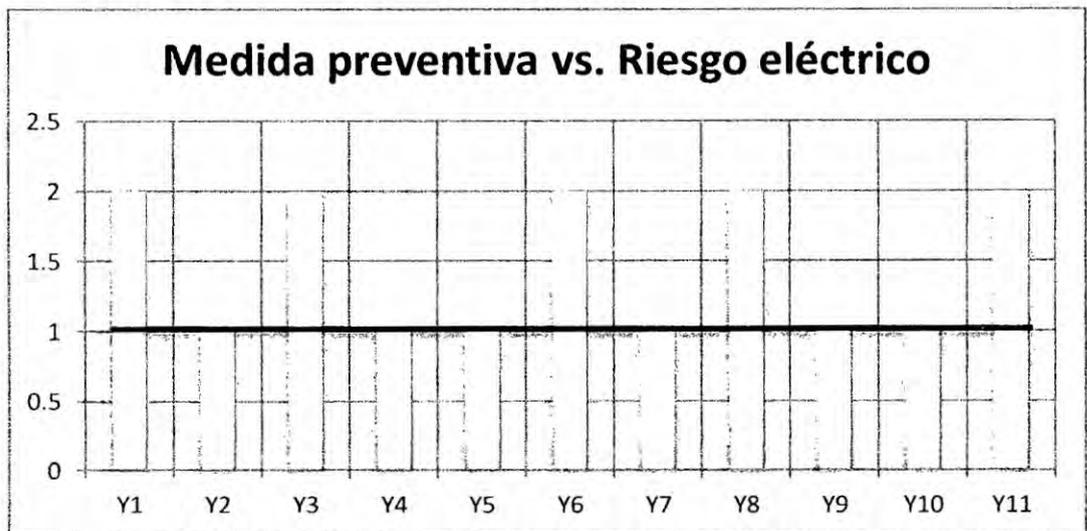
Tabla 6. Cuantificación de resultados de medidas preventivas y correctivas.

Preguntas	Medida preventiva vs. Riesgo eléctrico
Y1	2
Y2	1
Y3	2

Y4	1
Y5	1
Y6	2
Y7	1
Y8	2
Y9	1
Y10	1
Y11	2
Resultado	1
	Bajo

Fuente. Creación propia

Gráfico 5. Medida preventiva vs. Riesgo Eléctrico



Fuente. Creación propia

V. GLOSARIO DE TERMINOS

Peligro: son condiciones fuera de norma en los equipos materiales del ambiente y actos incorrectos de las personas.

Señalización: señal o conjunto de señales que en un lugar proporcionan una información determinada, especialmente las señales de tráfico que regulan la circulación.

Inspección: hace referencia a la acción y efecto de inspeccionar (examinar, investigar, revisar).

Accidente: es un acontecimiento no deseado que interrumpe un proceso normal de trabajo y que signifique daño a las personas y/o pérdidas a la propiedad (en ambos a casos hay pérdidas) resulta del contacto con sustancias o fuentes de energía que superan la resistencia del cuerpo o de las cosas.

Incidente / cuasi-accidente: es un acontecimiento no deseado que interrumpe un proceso normal de trabajo y que signifique daño a las personas o pérdidas a la propiedad "evento que genere un accidente que tuvo el potencial para llegar a ser un accidente"

Incidencia: suceso acaecido en el curso del trabajo o en relación con el trabajo, en el que la persona afectada no sufre lesiones corporales, o en el que estas solo requieren cuidados de primeros auxilios.

Accidente de trabajo: todo suceso repentino que sobrevenga por causa o con ocasión del trabajo y que produzca en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional, una invalidez o la muerte.

Manual: documento que contiene en forma explícita, ordenada y sistemática información sobre objetivos, políticas, atribuciones, organización y procedimientos de los órganos de una institución.

Seguridad: hace referencia a la ausencia de riesgo o a la confianza en algo o en alguien "el estado de bienestar que percibe y disfruta el ser humano".

Condición insegura: es toda situación peligrosa que posibilita que ocurra un accidente.

Acto Subestandar: realizar trabajos para los que no se está debidamente autorizado; trabajar en condiciones inseguras o a velocidades excesivas; no dar aviso de las condiciones de peligro que se observen, o no señalarlas; no utilizar, o anular, los dispositivos de seguridad con que van equipadas las máquinas o instalaciones; utilizar herramientas o equipos defectuosos o en mal estado; usar las herramientas, las máquinas o las instalaciones, de forma insegura.

Condición Subestandar: falta de protecciones y resguardos en las máquinas e instalaciones; protecciones y resguardos inadecuados; falta de sistemas de alarma; falta de orden y limpieza en los lugares de trabajo; escasez de espacio para trabajar y almacenar materiales; niveles excesivos de ruido; iluminación inadecuada (falta de luz, lámparas que deslumbran, mala distribución de las zonas de luz y sombra); falta de señalización de zonas de peligro; existencia de materiales combustibles o inflamables cerca de focos de calor; pisos en mal estado; irregulares, resbaladizos; entre otros.

Emergencia: condición operativa de algún elemento, de un sistema eléctrico considerada de alto riesgo y que pudiera degenerar en un accidente de disturbio.

Operario: persona que tiene un oficio de tipo manual o que requiere esfuerzo físico, en especial si maneja una máquina en una fábrica o taller.

Supervisor: que se encarga de supervisar un trabajo o una actividad realizados por otras personas.

Preveñoncita: persona capaz de hacer cumplir los códigos y normas reglamentarias que deben aplicarse y en general del programa de prevención de riesgos laborales aprobado, midiendo y evaluando su efectividad proporcionando la información precisa a la comisión de seguridad y salud en el trabajo, y a la dirección del establecimiento, y proponiendo las medidas de corrección latentes.

Tensión inducida: es toda causa capaz de mantener una diferencia de potencial entre dos puntos de un circuito abierto o de producir una corriente eléctrica en un circuito cerrado.

Corriente inducida: las corrientes inducidas se producen por la variación de corriente en un circuito primario.

Tensión disruptiva: voltaje mínimo que produce una perforación o ruptura en un aislante con el consiguiente paso de corriente. También llamada voltaje de perforación.

Tensión final: tensión existente en una pieza de hormigón pretensado después de que se hayan producido todas las pérdidas de tensión.

Tensión admisible: tensión máxima permitida, que se calcula según el tipo de estructura, el material utilizado, el uso previsto y el grado de deterioro.

Tensión residual: tensión que se desarrolla en el interior de un metal debido a cambios bruscos de temperatura, la deformación plástica u otras causas.

Fuerza de atracción: fuerza que aplica a un cuerpo elástico le produce o le tiende a producir una tensión. También llamada fuerza de tensión.

Alta tensión: se considera instalación de alta tensión eléctrica a aquella que genere, transporte, transforme, distribuya o utilice energía eléctrica con tensiones superiores a los 1000 voltios.

Electricidad: es el conjunto de fenómenos físicos relacionados con la presencia y flujo de cargas eléctricas.

Corto circuito: conexión accidental o voluntaria de dos bornes a diferentes potenciales. Lo que provoca un aumento de la intensidad de corriente que pasa por ese punto, pudiendo generar un incendio o daño a la instalación eléctrica.

Energía: la energía es la capacidad de los cuerpos o conjunto de éstos para efectuar un trabajo. Todo cuerpo material que pasa de un estado a otro produce fenómenos físicos que no son otra cosa que manifestaciones de alguna transformación de la energía.

Energía Eléctrica: se denomina energía eléctrica a la forma de energía que resulta de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, lo que permite establecer una corriente eléctrica entre ambos cuando se los pone en contacto por medio de un conductor eléctrico. La energía eléctrica puede transformarse en muchas otras formas de energía, tales como la energía lumínica o luz, la energía mecánica y la energía térmica.

Corriente Eléctrica: se conoce como corriente eléctrica al movimiento de cargas eléctricas.

Equipo: dispositivo que realiza una función específica utilizando como una parte de o en conexión con una instalación eléctrica, para la operación.

Equipo disponible: es el que no está afectado por alguna licencia y que puede ponerse en operación en cualquier momento.

Equipo vivo: es el que está energizado.

Equipo muerto: es el que no está energizado.

Equipo liberado: es aquel en el que se ejerció la acción de librar.

Carga eléctrica: la carga eléctrica es una propiedad de la materia que se manifiesta mediante fuerzas de atracción y repulsión. La carga se origina en el átomo, el cual está compuesto de partículas subatómicas cargadas como el electrón y el protón.

Electrón: partícula subatómica con una carga eléctrica elemental negativa.

Protón: es una partícula subatómica con una carga eléctrica elemental positiva.

Campo Eléctrico: se crea por un cuerpo cargado en el espacio que lo rodea, y produce una fuerza que ejerce sobre otras cargas que están ubicadas en el campo.

Diferencia de potencial: es una magnitud física que cuantifica la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos. también se puede definir como el trabajo por unidad de carga ejercido por el campo eléctrico sobre una partícula cargada para moverla entre dos posiciones determinadas.

Magnetismo: es un fenómeno físico por el cual los objetos ejercen fuerzas de atracción o repulsión sobre otros materiales.

Flujo eléctrico: es una cantidad escalar que expresa una medida del campo eléctrico que atraviesa una determinada superficie, o expresado

de otra forma, es la medida del número de líneas de campo eléctrico que penetran una superficie.

Instalación eléctrica: es el conjunto de circuitos eléctricos que, colocados en un lugar específico, tienen como objetivo un uso específico.

Línea de transmisión: es una estructura material de geometría uniforme utilizada para transportar eficientemente la energía de radiofrecuencia desde un punto a otro; como puede ser de un equipo de transmisión a otro, de un transmisor a la antena, entre otras aplicaciones.

Torre de alta tensión: es un conjunto de estructuras metálicas que sostienen los conductores eléctricos que transportan la energía eléctrica.

Conductor Eléctrico de Alta Tensión: alambre, cable u otra forma de metal, instalado con la finalidad de transportar corriente eléctrica desde un equipo eléctrico hacia otro o hacia tierra.

Subestación Eléctrica: conjunto de instalaciones, incluyendo las eventuales edificaciones requeridas para albergarlas, destinado a la transformación de la tensión eléctrica y al seccionamiento y protección de circuitos o sólo al seccionamiento y protección de circuitos y está bajo el control de personas calificadas.

Servidumbre: es el derecho otorgado por resolución ministerial del ministerio de energía y minas, por la que faculta a la concesionaria a la ocupación de bienes públicos o privados y de sus aires para la instalación de las estructuras y conductores eléctricos que corresponden a la línea de transmisión.

Concesionaria: persona natural o jurídica a la que el estado le ha otorgado o reconocido el derecho de desarrollar actividades eléctricas mediante un contrato de concesión de acuerdo a la ley de la materia, que opera líneas de transmisión con tensiones iguales o mayores a 30kv.

Faja de servidumbre: es la proyección sobre el suelo de la faja ocupada por los conductores más la distancia de seguridad; de acuerdo a lo establecido por el ministerio de energía y minas en cada resolución de imposición de servidumbre, de conformidad con la legislación, códigos y normas técnicas vigentes en la fecha en que las líneas fueron construidas.

Transformador: aparato que sirve para transformar la tensión de una corriente eléctrica alterna sin modificar su potencia.

Pararrayo: aparato para proteger un edificio de los rayos que consiste en una o más barras metálicas terminadas en punta y unidas por un extremo con la tierra por medio de conductores metálicos; se coloca verticalmente en lo alto de los edificios para atraer los rayos y facilitarles un paso directo a la tierra sin que dañen el edificio.

Interruptor: dispositivo para abrir o cerrar el paso de corriente eléctrica en un circuito.

Mantenimiento: conservación de una cosa en buen estado o en una situación determinada para evitar su degradación.

Desconectado: no conectado a una fuente de tensión. También llamado inactivo, sin corriente.

Inactivo: no conectado a una fuente de tensión. También llamado desconectado, sin corriente.

Sin Corriente: no conectado a una fuente de tensión. También llamado desconectado, inactivo.

VI. RESULTADOS

- a. Respecto al cuestionario sobre el nivel de conocimiento que tiene la población sobre el riesgo eléctrico tiene una jerarquía de conocimiento básico, falta manejo de información sobre el tema y esto hace que la exposición el riesgo sea mayor.
- b. Según los resultados respecto al indicador de riesgo eléctrico para los distintos niveles de tensión podemos afirmar que el riesgo es mayor a medida que la tensión aumenta.
- c. Para el nivel de tensión de la línea de transmisión eléctrica de nuestro proyecto de tesis cuyo valor es 220 kV el grado de riesgo de accidentes es alto.
- d. Se realizó la comparación de niveles de tensión respecto a la distancia mínima de seguridad cuyo resultado arrojó que el riesgo es latente para distancias menores a 2.5 metros en los tres niveles de tensión considerados, y para el nivel de tensión de nuestro proyecto de tesis (220 kV) el riesgo tiene una jerarquía de medio y alto.
 - a. Para todas las causas que dan origen a la presencia de riesgo eléctrico según el resultado del análisis realizado indica que tiene una severidad de término medio cuya interpretación se puede explicar como un elemento potencial de general riesgo si no se controla las herramientas que requiere.
- e. Al aplicar los distintos criterios de medidas preventivas para mitigar el riesgo eléctrico se concluye que ayudará a mitigar el riesgo eléctrico ya sea por distancias mínimas de seguridad o por electrocución.

- f. Se elaboró un manual de seguridad con la necesidad de cubrir el objetivo principal el cual se encuentra como 11.2 Anexo 2. Manual de Seguridad.

VII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- a. El impacto que genera los proyectos de línea de transmisión eléctrica dentro de una localidad es de suma consideración. Es por ello la necesidad de establecer un diseño de análisis el cual nos permita mejorar o reducir los riesgos latentes.
- b. Los resultados obtenidos nos permiten tener un mejor enfoque del grado de incidentes y accidentes sobre mitigación del riesgo eléctrico estableciendo ventajas comparativas a los indicadores de la variable independiente. Entonces es vital realizar una buena selección de los indicadores.
- c. Según el resultado del análisis realizado para el caso de medidas preventivas vs. Riesgo eléctrico, el manual de seguridad será la herramienta que nos ayude a la población a tener un mejor conocimiento de cómo prever o actuar frente a los diversos fenómenos de riesgos que se presentan aplicando las medidas correctivas y preventivas.

VIII. CONCLUSIONES

- a. Se elaboró el manual con la finalidad principal de salvaguardar la integridad física del personal operario de los trabajos mencionados.
- b. Mediante el adecuado seguimiento del manual se garantiza la protección técnica de los operadores, salvo conductas inapropiadas de los mismos.
- c. Mediante este manual podemos mejorar los procesos en cuanto al sistema de seguridad minimizando los accidentes laborales y mejorando los procesos de trabajo.
- d. Gracias a este manual tenemos un mejor concepto en cuanto se refiere a riesgo, incidente, accidentes y prevención, superando nuestras debilidades y reforzando nuestros conocimientos.
- e. Mediante este manual hemos procedido a hacer un análisis en comparación con el procedimiento de trabajo de la empresa en mención en situaciones similares, ambientes similares y con el personal capacitado, arrojando una respuesta óptima en cuanto a la implementación del manual elaborado.

IX. RECOMENDACIONES

- a. Se recomienda difundir a la población sobre los riesgos y las medidas preventivas a tomar frente a proyectos en ejecución o en mantenimiento referido a la línea de transmisión eléctrica de 220 kV.
- b. El ser humano es por excelencia la creación perfecta que tiene un ciclo de vida, por lo mismo debemos valorar y cuidar de ello. Si nosotros mismo tenemos la cultura de prevenir lograremos ese objetivo cumpliendo con lo estipulado en un manual y/o procedimientos ejecutivos.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ATN1. (2012). Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Eléctrico Línea de Transmisión 220 kV S.E. Paragsha II – SE Françoise. Lima - Perú: Editorial de Abengoa.
- Carlos, M. (2011). Manual de SIG de Abengoa Perú – Coordinador de Calidad y Medioambiente, Capítulo. Lima: Publicación de Abengoa.
- Carlos, M. (2011). Manual del Sistema Integrado de Gestión, Departamento de Calidad y Medio Ambiente. Lima: Publicación de Abengoa.
- Corona M. P., R. A. (2011). Análisis de la inducción Electromagnética de Líneas de Transmisión sobre Ductos Subterráneos. México D.F.: Publicación de Tesis.
- IRAM. (2008). Norma ISO 9001:2008, (4a Ed). (2008). Buenos Aires - Argentina: Centro de documentación IRAM.
- MIMEM. (2007). Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo en Actividades Eléctricas,. Lima - Perú: Publicación Diario El Peruano.
- MINEM. (2011). Código Nacional de Electricidad – Suministros 2011. Lima - Perú: Publicación Diario El Peruano.
- Muprespa, F. (2013). Manual de prevención de riesgos laborales, prevención frente al riesgo eléctrico,. Madrid - España: GSM Impresores S.A.
- OHSAS. (2007). Norma OHSAS 18001:2007. Reino Unido: OHSAS Project Group.
- Osinerming. (2011). Riesgo Eléctrico y la Seguridad Pública,. Lima - Perú: Publicación Diario El Peruano.
- Osinerming. (2013). Riesgos eléctricos y la seguridad pública. Arequipa - Perú: Publicación de Osinerming.
- Osorio, M. (2013). Identificación de Peligros, Evaluación y Control de Riesgos de Salud y Seguridad en el Trabajo Específico – IPERC. Lima: Publicación de Abengoa.

XI. ANEXOS

11.1 Anexo 1. Matriz de consistencia

**MITIGACIÓN DEL RIESGO ELÉCTRICO DEBIDO A CORRIENTES Y TENSIONES INDUCIDAS EN LA LT 220 KV
PARAGSHA – FRANCOISE – CERRO DE PASCO**

<p>Los métodos actuales utilizados para la mitigación del riesgo eléctrico debido a corrientes y tensiones inducidas en líneas primarias originan en modo algún tipo de riesgo eléctrico y las consecuentes pérdidas materiales y económicas y de la vida, lo cual nos lleva a la siguiente interrogante:</p> <p>1. Problema General</p> <p>PG: ¿Es posible mitigar y prevenir el riesgo eléctrico debido a corrientes y tensiones inducidas presentes en las líneas primarias de alta tensión?</p> <p>2. Problemas Específicos</p> <p>P1: ¿Qué método se utiliza actualmente para mitigar el nivel de riesgo de accidentes vinculados a tensiones y corrientes inducidas en líneas de alta tensión en</p>	<p>Introducimos los siguientes objetivos, quienes después de analizar los problemas vigentes para la mitigación del riesgo eléctrico debido a corrientes y tensiones inducidas en líneas primarias Mitigarán los riesgos presentes.</p> <p>1. Objetivo General</p> <p>OG: Diseñar un manual de seguridad para mitigar y prevenir el riesgo de accidentes vinculados a corrientes y tensiones inducidas en líneas de alta tensión "L-2271" (220kV Paragsha – Francoise) de la empresa eléctrica Abengoa Transmisión Norte (ATN-1)</p> <p>2. Objetivos Específicos</p> <p>O1: Mitigar el riesgo de accidentes vinculados a tensiones y corrientes inducidas en líneas de alta</p>	<p>Los objetivos planteados deberán responder las siguientes conjeturas planteadas a continuación:</p> <p>1. Hipótesis General</p> <p>Diseñando un nuevo tipo de manual de seguridad será posible mitigar y prevenir el riesgo de accidentes vinculados a tensiones y corrientes inducidas en líneas de alta tensión "L-2271" (220kV Paragsha – Francoise) de la empresa eléctrica Abengoa Transmisión Norte (ATN-1)</p> <p>2. Hipótesis Específicas</p> <p>H1: Mediante la aplicación de nuevos métodos de diseño de manual de seguridad será posible mitigar el riesgo de accidentes vinculados a tensiones y corrientes inducidas en líneas de alta</p>	<p>Tipos de Investigación</p> <p>El tipo de investigación es aplicada. La validez del manual diseñado será evidenciado, mediante los resultados obtenidos de su implementación</p> <p>Diseño de investigación: . Descriptivo y correlacional</p> <p>La investigación busca encontrar la siguiente relación: Y=f(X) Dónde: Variable Dependiente Y: Riesgo Eléctrico Variable Independiente X: Seguridad en las redes eléctricas Indicadores</p>	<p>La aplicación del estudio se desarrolló en la localidad de Cerro de Pasco.</p> <p>Población de Estudio</p> <p>Todas las líneas de transmisión en 220KV de Abengoa Transmisión Norte y Sur (ATN / ATS). Distribuidas al centro, sur y norte del Perú.</p> <p>Muestra:</p> <p>El estudio tiene como población objetivo la línea "L-2271" (220kV Paragsha – Francoise) de la empresa eléctrica Abengoa Transmisión Norte (ATN-1), la misma que está ubicado en la posición centro del SEIN.</p> <p>Para ello, se harán las coordinaciones respectivas con la empresa para que se nos brinden las facilidades</p>
--	---	--	--	--

<p>nuestro país?</p> <p>P2: ¿De qué manera se pueden establecer las ventajas comparativas para prevenir accidentes vinculados a tensiones y corrientes inducidas?</p> <p>P3: ¿Cuál es el impacto de incidencia de los accidentes vinculados a tensiones y corrientes inducidas en la línea de alta tensión en nuestro país?</p>	<p>tensión "L-2271" (220kV Paragsha – Francoise) de la empresa eléctrica Abengoa Transmisión Norte (ATN-1).</p> <p>O2: Establecer las ventajas comparativas al prevenir accidentes vinculados a tensiones y corrientes inducidas en la línea de alta tensión "L-2271" (220kV Paragsha – Francoise) de la empresa eléctrica Abengoa Transmisión Norte (ATN-1), mediante la aplicación del manual diseñado.</p> <p>O3: Determinar los factores de mayor impacto en accidentes vinculados a tensiones y corrientes inducidas en la línea de alta tensión "L-2271" (220kV Paragsha – Francoise) de la empresa eléctrica Abengoa Transmisión Norte (ATN-1), mediante la aplicación del manual diseñado.</p>	<p>tensión "L-2271" (220kV Paragsha – Francoise) de la empresa eléctrica Abengoa Transmisión Norte (ATN-1).</p> <p>H2: Mediante el establecimiento de ventajas comparativas de diseño del manual de seguridad será posible prevenir accidentes vinculados a tensiones y corrientes inducidas en la línea de alta tensión "L-2271" (220kV Paragsha – Francoise) de la empresa eléctrica Abengoa Transmisión Norte (ATN-1).</p> <p>H3: Mediante la determinación de los factores de mayor impacto serán posibles mitigar los accidentes vinculados a tensiones y corrientes inducidas en la línea de alta tensión "L-2271" (220kV Paragsha – Francoise) de la empresa eléctrica Abengoa Transmisión Norte (ATN-1).</p>	<p>X1: Distancias mínimas de seguridad X2: Tensiones y corrientes inducidas</p> <p>Y1: Electrocuación Y2: Corriente de toque.</p>	<p>para la implementación del estudio.</p>
---	--	--	---	--

11.2 Anexo 2. Presupuesto Implementación Manual de Seguridad

ITEM	DESCRIPCIÓN
1. Objetivo	La Implementación del Manual de Seguridad Eléctrica en Línea de Transmisión Eléctrica según las Normas ISO 14001:2004 y OHSAS 18001:2007.
2. Alcance	Procesos comprendidos en la Unidad Operativa ubicada en el distrito Simón Bolívar y Huayllay, provincia de Pasco, Región Pasco. LT (SE Paragsha II – SE Francoise)
3. Plazo	03 meses (junio – setiembre de 2015)
4. Servicio	<p>Comprende el asesoramiento constante y personalizado teniendo en claro el objetivo a lograr en el plazo establecido y esperando en todo momento cubrir sus expectativas. Siendo su desarrollo a través de:</p> <p>4.1 Etapas</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Diagnóstico Inicial. b. Presentación de estrategias. c. Desarrollo del Manual de Seguridad Eléctrica en Línea de Transmisión. d. Auditoría Interna y externa. e. Levantamiento de no conformidades de la auditoría interna y externa. f. Trámites con la empresa certificadora hasta la obtención de los certificados. <p>4.2 Metodología</p> <p>a. Asesoramiento in situ</p> <ul style="list-style-type: none"> • Coordinación permanente con la Gerencia y el Área de Seguridad y Medio Ambiente. • Recopilación y procesamiento de información a través de recorrido en campo, encuestas y revisión de información.

	<ul style="list-style-type: none"> • Exposición de las estrategias, tipo, diseño, avances y medidas para el cumplimiento de plazos del Manual de Seguridad Eléctrica en Línea de Transmisión. • Establecer acuerdos y dar seguimiento para un desarrollo adecuado del Manual de Seguridad Eléctrica en Línea de Trasmisión. • Capacitaciones a la Gerencia, Responsables de área y personal en general de acuerdo al Manual de Seguridad Eléctrica en LT y las necesidades. • Disolución de dudas e inquietudes, como entrega de información necesaria. <p>b. Asesoramiento</p> <ul style="list-style-type: none"> • Respaldo en la formación y elaboración de la plataforma documentaria del Sistema Integrado de Gestión. • Elaboración de informes del desarrollo del Manual de Seguridad Eléctrica en Líneas de Transmisión Eléctrica, planteamiento de estrategias, informes de avance, material para exposición y demás relacionados. • Brindar toda información y documentación necesaria para el desarrollo del Manual de Seguridad Eléctrica en Línea de Transmisión Eléctrica. • Comunicación permanente con los Responsables para coordinación y verificación de avances.
--	---

	<p>4.3 Recursos</p> <ul style="list-style-type: none"> a. El servicio estará cubierto por: b. Un Consultor con especialidad en Sistemas Integrados de Gestión y Seguridad Eléctrica con 05 años de experiencia. c. Un Auditor con certificación IRCA y conocimiento en Seguridad Eléctrica. d. Laptop, disco externo y USB. e. EPP (Equipo de protección personal). f. Equipo de comunicación móvil (celular).
<p>5. Entregables</p>	<ul style="list-style-type: none"> a. Los entregables del servicio consiste en: b. Un informe del Diagnóstico Inicial o Línea Base del Sistema de Gestión. c. Presentación y exposición de las estrategias. d. Un informe mensual (03 en total) del avance del Manual de Seguridad Eléctrica en Línea de Transmisión Eléctrica. e. Presentación y exposición del avance mensual como seguimiento de acuerdos. f. Un informe de la Auditoria Interna por parte del cliente. g. Presentación y exposición de la estrategia para el levantamiento de no conformidades de la auditoria interna y externa. h. Presentación y exposición de las comunicaciones con la casa certificadora hasta la entrega de los certificados. i. Información exclusiva complementaria para el desarrollo del sistema integrado.
<p>6. Inversión</p>	<p>S/. 12 000.00 (doce mil y 00/100 nuevos).</p>
<p>7. Condiciones</p>	<p>El monto no incluye:</p>

Generales	<ul style="list-style-type: none">a. IGV.b. Pasajes ida y vuelta a la Unidad Operativa.c. Alimentación.d. Habitación.e. SCTR.f. Exámenes médicos de visita a la Unidad Operativa.g. Inducción de acceso a la Unidad Operativa
------------------	---

11.3 Anexo 3. Manual de Seguridad

INDICE

INDICE DE FIGURAS	107
1. OBJETIVOS.....	108
2. ALCANCE.....	109
3. GENERALES	109
3.1 Control de Energía Peligrosa / Colocación de Tarjetas de Liberación o Protección.....	109
3.2 Mapa de riesgos.....	110
4. INFRACCIONES, SANCIONES Y PREMIACIONE.	110
4.1 Alcance.....	110
4.2 Infracciones.....	110
4.3 Sanciones.....	113
4.4 Premiaciones.	114
5. OPERACIÓN Y EJECUCION DE LOS TRABAJOS	114
5.1 Instalación y medición del sistema de puesta a tierra en LT. 115	
5.2 Instalación de pórticos de protección, aisladores, poleas y ferretería en LT.	121
5.3 Tendido de cordina, conductores y OPGW en LT.	138
5.4 Flechado y anclaje de conductor y OPGW en LT.	158
5.5 Revisión final, pruebas y puesta en servicio LT.....	171
6. RESPONSABILIDADES.....	179
6.1 Gerente de Proyecto.....	179
6.2 Jefe de Proyecto / Jefe de Obra.	179
6.3 Coordinador SIG – Gestor de Calidad – Gestor de SST – Gestor de MA.....	180
6.4 Supervisor de Campo.....	181
6.5 Capataz / Jefe de Campo.	182
6.6 Trabajadores.....	183

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Retenidas en Excavación de Hoyos (Muertos).....	128
Figura 2. Montaje de torre y accesorios.....	129
Figura 3. Tendido de conductor.....	131
Figura 4. Frenos de anclaje.....	132
Figura 5. Instalación de Winche.....	133
Figura 6. Sistema de anclaje de winche.....	133
Figura 7. Tendido de cable piloto.....	147
Figura 8. Media puntera de conductor.....	148
Figura 9. Tendido de conductor	149
Figura 10. Empalme de conductor	154
Figura 11. Tensionado de conductor.....	163
Figura 12. Flechado del conductor	165
Figura 13. Instalación de amortiguadores.....	168

1. OBJETIVOS

El presente reglamento tiene como objetivos:

- a) Garantizar las condiciones de seguridad y salvaguardar la vida, la integridad física y el bienestar de los trabajadores, mediante la prevención de los accidentes de trabajo y las enfermedades ocupacionales.

- b) Promover una cultura de prevención de riesgos laborales en todos los trabajadores, incluyendo al personal sujeto a los regímenes de intermediación y tercerización, modalidades formativas laborales y los que prestan servicios de manera independiente, siempre que éstos desarrollen sus actividades total o parcialmente en las instalaciones de la empresa, con el fin de garantizar las condiciones de seguridad y salud en el trabajo.

- c) Propiciar el mejoramiento continuo de las condiciones de seguridad, salud y medio ambiente de trabajo, a fin de evitar y prevenir daños a la salud, a las instalaciones o a los procesos en las diferentes actividades ejecutadas, facilitando la identificación de los riesgos existentes, su evaluación, control y corrección.

- d) Proteger las instalaciones y bienes de la empresa, entidad privada, con el objetivo de garantizar la fuente de trabajo y mejorar la productividad.

- e) Estimular y fomentar un mayor desarrollo de la conciencia de prevención entre los trabajadores, incluyendo regímenes de intermediación y tercerización, modalidad formativa e incluso entre los que presten servicios de manera esporádica en las instalaciones del empleador, con el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.

2. ALCANCE

El alcance del presente Reglamento comprende a todas las actividades, servicios y procesos que se desarrollen en trabajos de líneas de transmisión. Por otra parte, establece las funciones y responsabilidades que con relación a la seguridad y salud en el trabajo deben cumplir obligatoriamente todos los trabajadores, incluyendo al personal sujeto a los regímenes de intermediación y tercerización, modalidades formativas laborales y los que prestan servicios de manera independiente.

3. GENERALES

La empresa deberá considerar en su programa como mínimo una (1) capacitación anual.

3.1 Control de Energía Peligrosa / Colocación de Tarjetas de Liberación o Protección.

- Antes de iniciar el trabajo en un circuito, equipo, u otro aparato que se encuentra fuera de servicio, los trabajadores deben asegurarse que los aparatos se encuentren físicamente inoperantes y que una tarjeta de liberación o de protección, marca y/o dispositivos de candado está colocado adecuadamente en el aparato de control.
- Ningún interruptor, regulador, válvula de estrangulación u otro dispositivo usado para poner en servicio un circuito o equipo debe operarse mientras tenga una Tarjeta de Liberación o Protección u otro dispositivo similar.
- Una Tarjeta de Liberación o Protección, u otro mecanismo similar colocada para la protección de los trabajadores debe quitarse solamente con la autorización de la persona cuyo nombre sea puesto, y solo después que el trabajo ha sido terminado y los trabajadores y herramientas están libres.

Cada trabajador que laborando en una instalación o equipo en particular debe tener su tarjeta de seguridad personal, u otro dispositivo similar.

3.2 Mapa de riesgos.

Los trabajadores deben tomar conocimiento que en cada instalación se encuentran publicados los mapas de riesgos con la finalidad de tomar las medidas preventivas frente a los riesgos señalados en los mismos.

4. INFRACCIONES, SANCIONES Y PREMIACIONE.

4.1 Alcance.

Aplica a todas las personas que laboran en la empresa contratista bajo cualquier modalidad de contratación.

No corresponde su aplicación a los trabajadores con quienes no se mantenga un vínculo laboral, en cuyo caso corresponderá a las empresas contratistas o subcontratistas aplicar la premiación o sanción a sus empleados.

4.2 Infracciones.

Las infracciones o faltas en el ámbito laboral se tipificarán de leves, graves y muy graves, en atención a la naturaleza del deber infringido y la entidad del derecho afectado. Entre otras, se pueden mencionar las siguientes:

Infracciones leves

- Obstaculizar o impedir el desarrollo y aplicación del Programa de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- No dar cuenta, en tiempo y forma, al área correspondiente de acuerdo al procedimiento establecido de los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales declaradas cuando tenga la calificación de leves.
- Incumplir los Reglamentos de Seguridad y Salud en el Trabajo, siempre que carezcan de trascendencia grave para la integridad física o la salud de los trabajadores.
- La falta de orden y limpieza del ambiente de trabajo de la que no se derive riesgo para la integridad física o salud de los trabajadores.
- No reportar oportunamente los incidentes.
- No utilizar cuando se requiera, los elementos de protección personal.
- No llevar consigo al lugar de trabajo la orden de trabajo.
- No disponer la supervisión de los trabajos.
- No asistir sin justificación a las capacitaciones y entrenamientos programados sobre Seguridad y Salud en el Trabajo.

Infracciones graves

- La reiteración de 4 faltas leves computables a su responsabilidad directa será calificada como grave.
- Presentarse a laborar en estado de haber consumido drogas o alcohol.
- Los actos imprudentes o negligentes que provoquen interrupción del servicio o daños personales graves.

- No reportar oportunamente los accidentes de trabajo calificados como graves o fatales de actividades bajo su responsabilidad.
- No cumplir con las normas, reglamentos e instrucciones de los programas de seguridad para aplicación en el sector o área y las instrucciones que le impartan sus superiores jerárquicos, que deriven por afectación de la integridad física o la salud de los trabajadores o daño a las instalaciones.
- No llevar a cabo las evaluaciones de riesgos y, los controles periódicos de las condiciones de trabajo, si se los hubieran solicitado expresamente.
- No someterse a los exámenes médicos ocupacionales anuales al que están obligados por norma expresa, salvo que, lo hubiese solicitado y justificado debidamente.
- No cooperar ni participar en el proceso de investigación de los accidentes de trabajo y las enfermedades ocupacionales cuando ello sea requerido.
- No paralizar ni suspender de forma inmediata, a requerimiento de la supervisión los trabajos que se realicen sin observar la normativa sobre prevención de riesgos laborales y que, a juicio de la Inspección, impliquen la existencia de un riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, o reanudar los trabajos sin haber subsanado previamente las causas que motivaron la paralización.

Infracciones muy graves

- Acto de imprudencia o negligencia que cause la muerte o lesión muy grave a un trabajador.

- Proporcionar información inexacta durante el proceso de reportes de accidentes e incidentes.
- No adoptar las recomendaciones o medidas correctivas adoptadas después de la evaluación de un incidente o accidente.

4.3 Sanciones.

Las sanciones que fija el presente Reglamento son aplicables sin perjuicio de la responsabilidad civil o penal, que corresponde determinar a otras jurisdicciones.

Las faltas o infracciones serán tipificadas como leves, graves y muy graves, atendiendo a los factores siguientes:

- A la gravedad de los daños personales y materiales producidos.
- A la peligrosidad de las actividades inseguras realizadas.
- Al incumplimiento de advertencias o la inobservancia reiterada de los procedimientos o estándares de los sistemas de gestión, así como la aplicación de las medidas de control respectivos.
- La repercusión que ésta pueda tener en el desenvolvimiento de las actividades.

Tipos de Sanciones

Serán las estipuladas en el Reglamento Interno de Trabajo, en base a criterios de objetividad y proporcionalidad de la falta cometida.

- Amonestación Verbal
- Amonestación Escrita
- Suspensión de labores sin goce de haber por tres días

- Despido por falta grave

El orden a que se refiere el párrafo anterior, si bien establece una graduación de severidad, de ningún modo significa que se seguirá necesariamente esa misma progresión al momento de hacer uso de la facultad disciplinaria.

4.4 Premiaciones.

La empresa tiene establecido el reconocimiento periódico del desempeño en Seguridad y Salud en el Trabajo, en base a criterios establecidos y revisados mensualmente entre los que se consideran:

- a. Indicadores preventivos de accidentes laborales de su área.
- b. Aportes concretos realizados para mejorar la seguridad de su área de trabajo y la reducción de accidentes.
- c. Cumplimiento y desarrollo del programa de seguridad e higiene ocupacional de su área.
- d. Aporte en el control y seguimiento de las acciones y condiciones subestándares detectadas en las inspecciones de seguridad del personal de su área.

5. OPERACIÓN Y EJECUCION DE LOS TRABAJOS

Por el alcance del presente manual se consideran los procedimientos ejecutivos del proceso de construcción de una línea de transmisión eléctrica:

5.1 Instalación y medición del sistema de puesta a tierra en LT.

5.1.1 Objetivos.

El objetivo de este procedimiento es describir los métodos para asegurar los trabajos de instalación de sistemas de puesta a tierra en Líneas de Transmisión.

5.1.2 Definiciones.

5.1.3 Campo de Aplicación.

Este documento es aplicable al proyecto: Línea de Transmisión 220kV Paragsha – Francoise.

5.1.4 Documento de referencia.

- Norma ISO 9001:2008.
- Norma ISO 14001:2004.
- Norma OHSAS 18001:2007.
- Manual del Sistema Integrado de Gestión.
- Ley 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo
- Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo en Actividades Eléctricas R.M. 161-2007.
- Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería D.S. 055-2010-EM.

5.1.5 Desarrollo.

5.1.5.1 Antecedentes de Diseño.

Debido a la obtención de valores de resistividad elevados, encontrados en la zona del proyecto, como consecuencia de la conformación del terreno. Corresponde efectuar sistemas de puestas a tierra de acuerdo a los cálculos de diseño.

5.1.5.2 Requisitos previos.

Antes del inicio de los trabajos, se comprobará que se cumplen los siguientes requisitos:

- Comprobación de la medida de la resistencia de puesta a tierra en campo versus la planilla tomada en la etapa de la ingeniería.
- Si en caso se detecta medidas diferentes entre el campo y la planilla de la etapa de la ingeniería, se informará a la oficina técnica para el cálculo del nuevo sistema de puesta a tierra a efectuar.
- Contar con los planos de detalles aprobados por el cliente.
- Disponibilidad de personal calificado para la realización de los trabajos.

Seleccionar el equipo apropiado a utilizar en la medición de resistencia del terreno (telurómetro) el cual deberá contar con certificado de calibración vigente.

5.1.5.3 Desarrollo de las Actividades.

Se considera las siguientes actividades en el desarrollo de la ejecución del sistema de puesta a tierra, siendo estas las siguientes. Estando el stub y el armado constructivamente dispuestos según planos antes del encofrado, se procederá a iniciar las siguientes actividades:

- Unión del stub (por medio de los cleats) y el conductor de acero con recubrimiento de cobre mediante conectores tipo conductor estructura, de acuerdo a los planos de detalle.
- Efectuada la compresión del terminal se dejará la cantidad de cable previsto para el tipo de sistema de puesta a tierra a ejecutar, saliendo esta del cleats, el mismo que quedará embebido dentro del concreto.
- Vaciado, fraguado y relleno para cimentación de las patas de las torres, según procedimiento.
- Las superficies del cable deberá estar libre de todo elemento que no produzca un buen contacto eléctrico.
- La ejecución del sistema de puesta a tierra se realizará de acuerdo a las especificaciones técnicas y planos de detalles aprobados. La jabalina será instalada en una esquina de la excavación de la fundación y se utilizará tierra artificial. Para los contrapesos se utilizará tierra vegetal, debido a la presencia de terreno caliche casi en toda la línea y que este tiene un alto valor de resistividad, por tal motivo el procedimiento a seguir será la instalación de contrapeso con el relleno para el tipo de terreno rocoso.
- Medición de la puesta a tierra del sistema conformado por las 04 patas y la puesta a tierra.

- De no encontrarse el valor de la medición de la puesta a tierra dentro de lo solicitado, se complementará con adicionar mayor contrapeso, empleando productos químicos, según aprobación del cliente.
- Se elaborarán esquemas de la disposición final de los sistemas de puesta a tierra según formato.

5.1.5.4 Elementos de Unión.

Los elementos que conformarán las uniones de los stub, varillas, conductores, estructuras, etc. son:

- Conector conductor – estructura.
- Conductor de acero con recubrimiento de cobre.
- Conector de bronce de vías paralelas.

5.1.6 Seguridad y Salud en el Trabajo.

5.1.6.1 Medidas Generales de Prevención.

El capataz o jefe de grupo debe permanecer tiempo completo en el área de trabajo y no podrá ausentarse o dejar a los trabajadores sin supervisión directa. Ante alguna eventualidad que existan problemas de fuerza mayor, el supervisor debe sustituir al capataz de no ser así se debe detener los trabajos y asegurar el área.

No se permitirá a ningún trabajador una conducta o comportamiento inapropiado en el trabajo, actuar sin autorización.

Todo trabajador y dependiendo de su función cumplirá estrictamente lo siguiente:

- Todo trabajador que realice trabajos en altura deberá utilizar correctamente arnés y accesorios de protección contra caídas.
- Todo equipo deberá ser utilizado por el personal autorizado para el manejo de equipos.
- Los vehículos utilizados para el transporte deberán estar en buen estado.
- Los operarios deben hacer uso de los materiales, equipos y herramientas en buen estado y para lo que fueron diseñados.
- Todo trabajador debe cuidar y obedecer las señales de seguridad.
- Todo trabajador debe mantenerse fuera del alcance de cargas suspendidas.
- Las personas encargadas de emitir autorizaciones, no autorizará, ordenará o permitirá transgresiones a las reglas por la vida.
- No se permitirá el uso de celular, fumar y comer al momento de conducir, operar equipos y realizar trabajos en altura.
- Todo material, herramientas o elementos cargados en la tolva de las camionetas, deben estar siempre aseguradas o sujetas.
- Diariamente, al final de la jornada de trabajo, se debe realizar un ordenamiento y limpieza del área de trabajo.
- Todas las áreas de trabajo deben estar demarcadas o señalizadas con letreros, conos.
- No se podrá realizar ningún trabajo si no cumple con todo lo estipulado en el presente procedimiento.
- Es obligatorio el cumplimiento de los estándares de SST que la Empresa ha difundido, para la ejecución de sus

actividades, así como las disposiciones y Reglamentos de Seguridad y Salud Ocupacional del sector que aplican.

5.1.6.2 Equipo de Protección Personal.

- Casco de seguridad que cumplan con la norma ANSI Z89.1 2003.
- Lentes de seguridad que cumplan con la norma ANSI Z87.1.
- Guantes de cuero resistente y reforzado conforme a la norma ANSI Z49-1-94.
- Zapatos de cuero con punta de acero Norma Técnica ASTM F-241205 Y ASTM-F-2413-05 Calzado de protección.
- Uniforme completo de trabajo con cinta reflectora.
- Protección auditiva.
- Protección respiratoria

5.1.6.3 Plan de Respuesta ante Emergencias.

Durante la ejecución de las actividades de levantamiento topográfico se tendrá el siguiente equipamiento en el frente de obra:

Botiquín de primeros auxilios.

- Collarín, férulas
- Tabla rígida para evacuación
- Personal con conocimiento de primeros auxilios.
- Camioneta permanente durante la jornada

Nota: El Plan de respuesta ante emergencias deberá ser de conocimiento de todo el personal del proyecto y contendrá la información precisa de la dirección y teléfonos de los centros asistenciales, hospitales, PNP, Bomberos, Indeci, etc.

5.2 Instalación de pórticos de protección, aisladores, poleas y ferretería en LT.

5.2.1 Objetivos.

El objetivo del presente procedimiento ejecutivo es describir los pasos a seguir para realizar los trabajos previos al tendido de conductores (Instalación de pórticos de protección, aisladores, poleas y ferretería) en líneas de transmisión, cumpliendo con las normas técnicas y de seguridad respectivas.

5.2.2 Definiciones.

- Cable conductor activo: Cable de aluminio, aleación de aluminio (AAAC), ACAR o ACSR.
- Cable de guarda tipo A°G° o Fibra óptica (OPGW): Cables de acero galvanizado (A°G°), cable de fibra óptica tipo OPGW.
- Circuito: Es el conjunto de tres fases, donde cada fase puede estar formada por haces de uno o más conductores, usualmente, 2, 3 ó 4 conductores utilizando separadores.
- Protecciones: Son instalaciones provisionales compuestas por pórticos de madera instalados en los cruces con otras líneas de transmisión y distribución, carreteras, cruce de tren o ferrocarril, etc., para permitir el paso seguro de los cables piloto y/o guía durante el tendido de conductores.
- Obra provisional de protección: Es la instalación de retenidas

- temporales en las torres de deflexión y anclaje, para asegurar que pueden ser sometidas a esfuerzos de tensión temporales durante el tendido, tensionado y flechado de los conductores.
- Traccionadora o Winche: Equipo utilizado para jalar los cables con tensión mecánica controlada.
 - Tensionadora o freno: Equipo utilizado para controlar la tensión de tendido aplicada en el sistema, para no permitir que los cables toquen el suelo.
 - Cable piloto (guía) o cordina: Es un cable de capacidad de acuerdo a las tensiones a ser aplicadas, pudiendo ser de uniline, espectra, acero y/o equivalente. Si es de acero, tiene que ser del tipo anti torsión utilizado para jalar los conductores de las fases.
 - Poleas: Son dispositivos compuestos por una rueda de aluminio maquinada, equipada con rodamientos y seguros; debe tener cubierta con neopreno en la garganta exterior de la rueda, para su utilización debe considerarse que el diámetro será como mínimo de 12 veces el diámetro del conductor que será tendido.
 - Cadenas de suspensión: Son conjuntos o ensambles de aisladores (vidrio, porcelana o poliméricos) y herrajes o ferretería, que se utilizan para sujetar los cables conductores a las estructuras de suspensión y en los puentes de conductor o cuellos muertos (jumper) en las estructuras de tensión.
 - Cadenas de tensión (anclaje): Son los conjuntos o ensambles de aisladores (vidrio, porcelana o poliméricos) y herrajes o ferretería, que se utilizan para sujetar los conductores a las estructuras de tensión.
 - Engrapado o amarres: Proceso de fijación de las grapas de suspensión con los cables en el punto vertical de la cadena de aisladores, luego de instaladas las varillas de armar.
 - Puente o cuello muerto: Conexión ejecutada en las torres de tensión o de anclaje, para permitir la continuidad de conducción

eléctrica de la línea, hecha con el cable sin tensión mecánica, interconectando las cadenas de anclaje.

- Plataforma: Es el área de terreno designada para el posicionamiento de los equipos de tendido y las bobinas de conductores, de acuerdo con la secuencia y plan de tendido de conductores aprobado.

5.2.3 Campo de Aplicación.

Este documento es aplicable al proyecto: Línea de Transmisión 220kV Paragsha – Francoise.

5.2.4 Documento de referencia.

- Ley 29783 Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo
- D.S. 055-2010-EM Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería
- R.M. 161-2007-MEM Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo de las Actividades Eléctricas.
- Especificaciones técnicas del proyecto.
- Plan de tendido de conductores del proyecto debidamente aprobado.
- Norma ISO 9001:2008.
- Norma ISO 14001:2004.
- Norma OHSAS 18001:2007.
- Código Nacional de Electricidad – Suministros 2011.

5.2.5 Desarrollo

5.2.5.1 Actividades Preventivas antes del inicio de tareas de ejecución.

- Realizar la charla de 5 min. antes de iniciar las labores y registrarla.
- Realizar la identificación de peligros, evaluación de riesgos y establecer las medidas preventivas para controlar los riesgos identificados, quedando registrada en el formato establecido "AST".
- Asegurar que todo el personal participante cuente con sus equipos de protección personal en buen estado y adecuados a las tareas a realizar.
- Todo trabajador que vaya a realizar trabajos en altura deberá realizar una inspección de pre uso de su equipo de detección de caídas, la que quedará registrada en el formato entregado, esta inspección debe realizarse todos los días previo al inicio de sus actividades.
- Conocer y repasar el procedimiento establecido para la ejecución del trabajo a realizar.
- Inspeccionar el área de trabajo, verificar la operatividad de las herramientas y equipos de trabajo a utilizar antes del inicio de sus actividades.
- Señalizar el área de trabajo con malla de señalización y letreros que indiquen: "Cuidado – caída de objetos – no pasar".
- Todo personal que va a realizar trabajos en altura (a partir de 1.80 m.) debe haber sido sometido previamente al examen pre ocupacional que lo califique como "apto", en el cual se

descarte problemas de salud como son: epilepsia, vértigo, insuficiencia cardíaca, asma bronquial crónica, alcoholismo y enfermedades mentales.

- Conocer el Plan de Respuesta a Emergencias, difundido con anterioridad.
- Antes de iniciar los trabajos de tendido, se deberá verificar que las estructuras tengan sus protocolos de montaje y revisión final conformes, así como su protocolo de medición de puesta a tierra.

5.2.5.2 Consideraciones Obligatorias a tener en cuenta durante la ejecución de tareas.

Cuando las recomendaciones y/o parámetros no estén contenidos en este documento, serán válidas las descritas en las normas nacionales e internacionales y/o especificaciones del cliente.

Se debe tener presente que la asignación de los trabajos especializados que puedan generar potencial riesgo de accidente, estarán a cargo de personal con experiencia y debidamente capacitado, como mínimo oficial u operario o cargo superior).

Cuando suceda una situación fuera de lo normal que ponga en riesgo la continuación segura de los trabajos, se deberá comunicar de inmediato al Superior, al mismo tiempo al Supervisor de Seguridad, quienes luego de inspeccionar, verificar y evaluar todas las condiciones de trabajo (equipos, herramientas, materiales, ambiente, lugar de trabajo, etc.), aprobarán o no la continuación de los trabajos, garantizando con esto las condiciones de trabajo seguro correspondientes.

5.2.5.3 Actividades del Proceso Constructivo.

A continuación se describe la secuencia de actividades previas al tendido de conductores en la construcción de líneas de transmisión. Estas actividades deben ser correctamente planeadas en cuanto a información, tiempo, alcance y secuencia.

Plan de tendido de los Conductores.

Este documento tiene por objeto establecer los planes de los trabajos a realizar contiene la siguiente información:

- Nombre de la línea de transmisión.
- Tramo de tendido.
- Especificación del conductor a tender.
- Datos de placa de los bobinas de conductores, según el plan y secuencia de tendido.
- Número de estructuras que serán intervenidas.
- Tipo de estructura.
- Tipo de cadena de aisladores.
- Vano entre estructuras adyacentes.
- Desnivel entre las estructuras adyacentes.
- Ubicación de obras provisionales de protección (pórticos y retenidas temporales).
- Posicionamiento de los equipos de tendido.
- Ubicación de los empalmes a ejecutar en el tramo de tendido.

Al elaborar el Plan de Tendido debe tenerse cuidado que se cumplan las siguientes condiciones:

- Los carretes deben seleccionarse de tal manera que el desperdicio de cable se reduzca al mínimo posible.
- En ningún caso se instalará un empalme intermedio a menos de 25 m de una estructura, ni en cruces con otras líneas de transmisión, de distribución o de comunicaciones, así como tampoco en cruces con vías de comunicación.
- No se instalarán empalmes en vanos adyacentes a estructuras de anclaje.

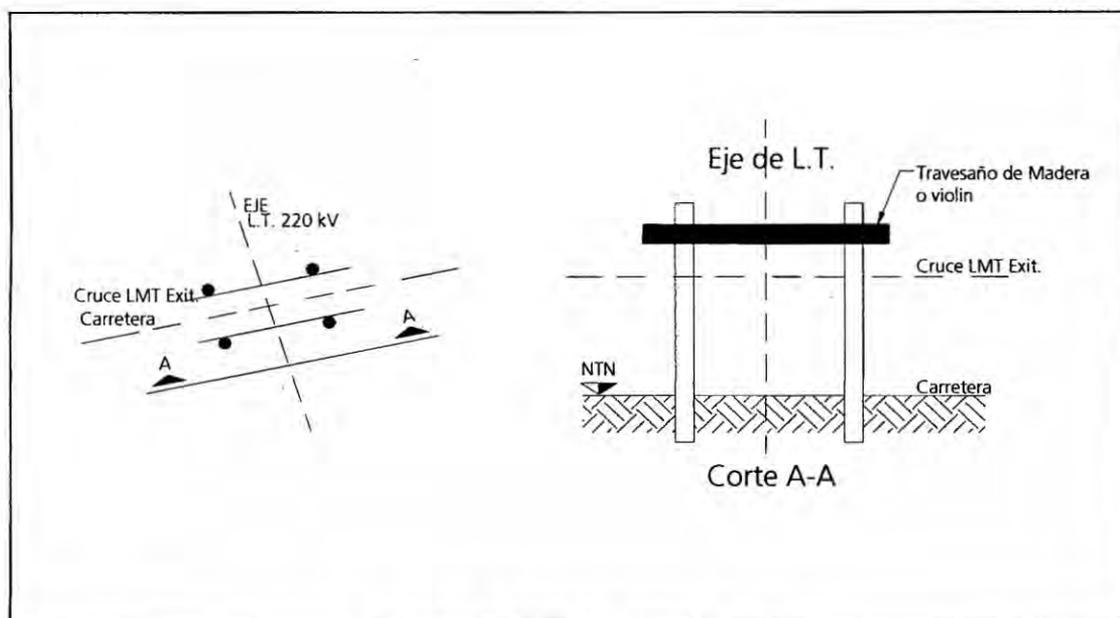
5.2.5.3.1 Instalación de Pórticos y Retenidas Provisionales.

Instalación de pórticos

Se utilizan para permitir el tendido de los conductores, dejando distancias de seguridad en cruzamientos con otras líneas de transmisión, de distribución, de comunicaciones y/o vías de comunicación, etc. Generalmente se construyen utilizando postes de madera seca y deben ser de altura suficiente para garantizar las distancias de seguridad (figura 1).

Entre pórticos, de ser posible, se deberá tejer una malla de soga de nylon resistente al paso de los cables cuando sea solicitado. Asimismo, se deberán colocar las retenidas respectivas.

Figura 1. Retenidas en Excavación de Hoyos (Muertos)



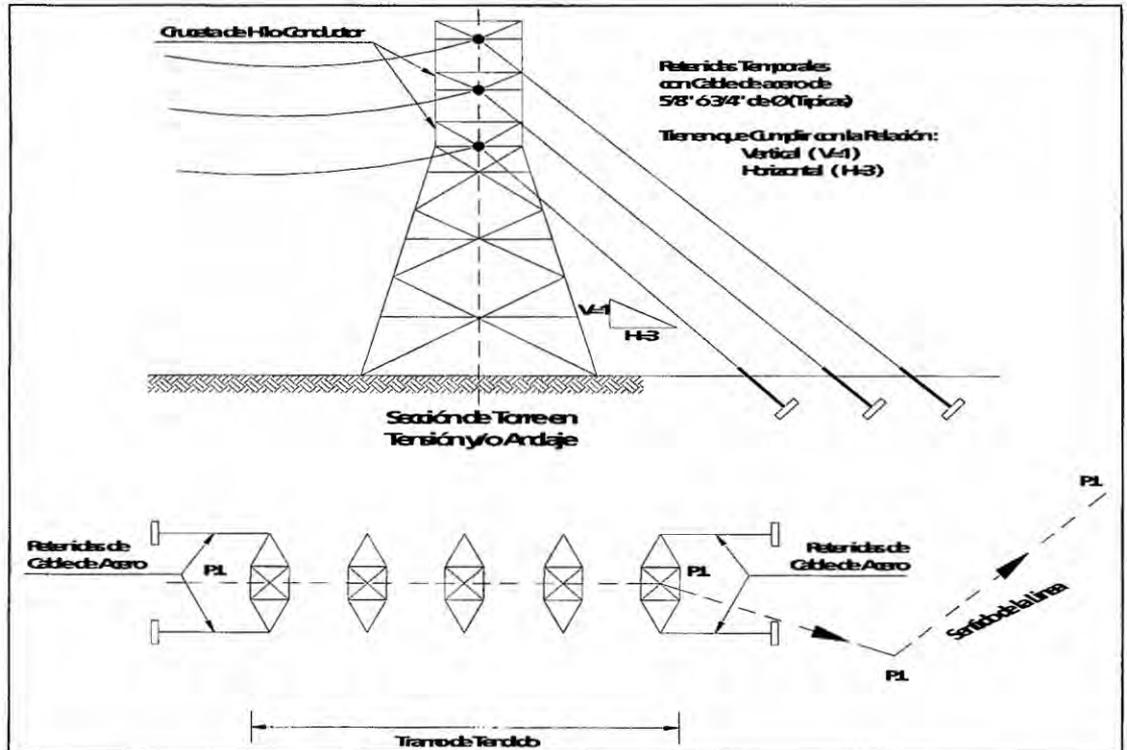
Fuente. Creación propia

Las retenidas son de acero galvanizado de diámetro entre 16 y 19 mm. Se fijan en cada cruceta de conductores y se amarran a troncos de eucaliptos de $\varnothing 8''$ por 1.20 m de longitud, los cuales van enterrados en hoyos de 1.80 m de profundidad como mínimo, el mismo que luego será rellenado y compactado con piedras y material propio, tal como se indica en las figuras 2.

Retenidas con cubos de Concreto

Las retenidas son de acero galvanizado de diámetro entre 16 a 19 mm. Se fijan en cada cruceta de conductores y se amarran a cubos de concreto de 1 m³, de un peso específico de 2.4 t, serán ubicadas en relación de 1/3 Vertical/Horizontal.

Figura 2. Montaje de torre y accesorios



Fuente. Creación propia

5.2.5.3.2 Plataformas de Tendido y Posicionamiento de Equipos.

Plataforma de posicionamiento:

Plataforma de posicionamiento de los equipos. Se denomina así al sitio seleccionado para instalar por un lado los carretes de cable y las máquinas tensionadoras o freno y por el otro a las máquinas traccionadoras o winche; hasta donde sea posible estos sitios deben tener las siguientes características:

- Facilidad de acceso.
- Terreno preferiblemente plano.

- Área suficiente para el desarrollo de los trabajos y maniobras de posicionamiento de equipos.
- Evitar causar daños a los ecosistemas de la zona y a la agricultura.
- Permitir la correcta y segura ubicación de los equipos.

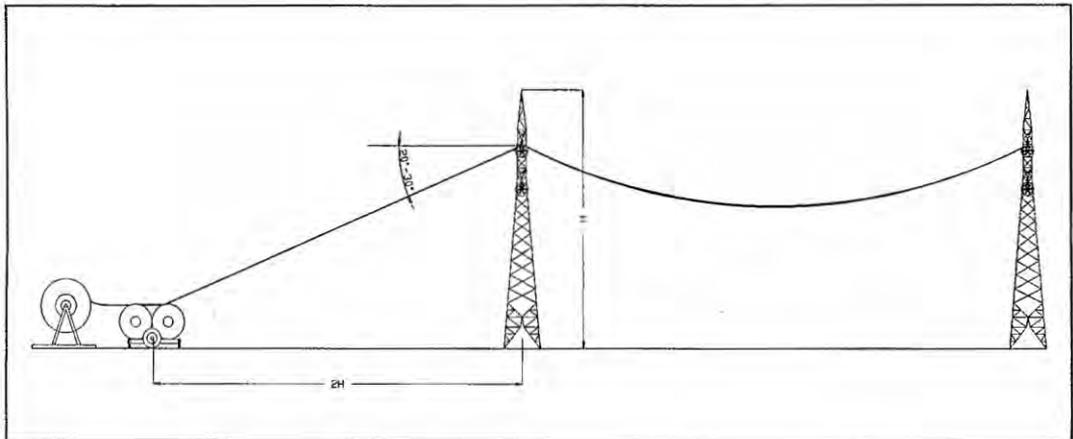
A una distancia tal de la estructura más próxima, que la relación altura de estructura a distancia al equipo, mantenga como mínimo la relación 3/1.

Instalación de Freno

Determinado en el Plan de Tendido la ubicación del freno, el Supervisor de Tendido determinará el lugar y orientación del equipo que quedará trazado o estacado en el terreno. El freno debe quedar ubicado a una distancia de dos veces el alto de la torre y debe tener el suficiente espacio para todos los materiales y accesorios que complementan este equipo.

El freno se colocará preferentemente en el eje de la línea a tender y no más allá de 10° de desalineación, siempre y cuando las condiciones del terreno lo permita, considerando además un ángulo con respecto de la última torre en polea y el plano horizontal no mayor al rango de 20° a 30° ver (figura 3).

Figura 3. Tendido de conductor



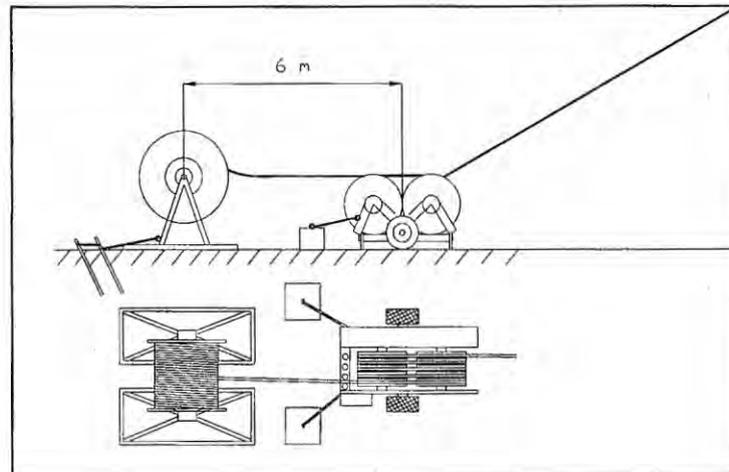
Fuente. Creación propia

Se anclará el freno mediante dos muertos de anclaje (bloques de anclaje) que serán distribuidos detrás del equipo fuera de la zona de maniobras, por medio de estrobo de acero y tensores para el ajuste de tensión ver (figura 4).

Adicional a los muertos de anclaje hay que considerar que el freno cuenta en su pata de apoyo con un sistema de ancla que evita el arrastre de este durante los trabajos de tendido, siempre y cuando se trabaje dentro de las tensiones acordadas.

Terminado todos los trabajos de instalación y preparación del freno, se instalará cierre perimetral rígido (malla de seguridad) con acceso restringido al personal asignado dentro del equipo del freno.

Figura 4. Frenos de anclaje



Fuente. Creación propia

Instalación de Winche

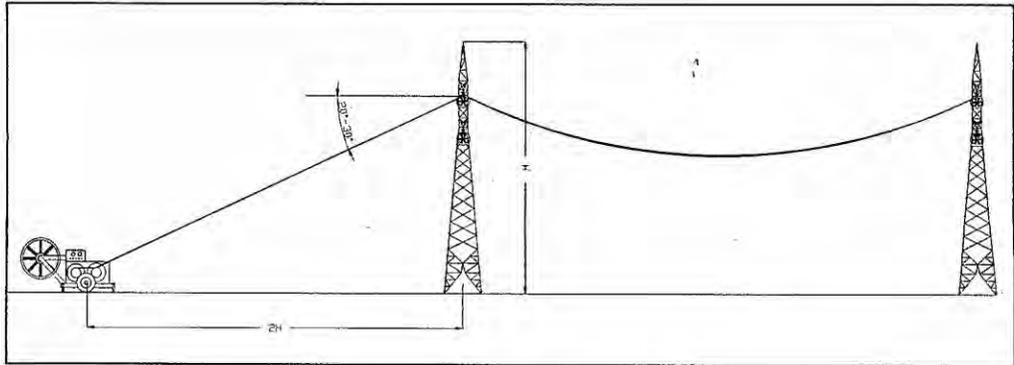
Determinado en el plan de tendido la ubicación del winche, se procederá al transporte e instalación de este.

El Supervisor de Tendido determinará el lugar y orientación del equipo, que quedará trazado o estacado en el terreno.

El winche debe quedar ubicado a una distancia de dos veces el alto de la torre y debe tener el suficiente espacio para todos los materiales y accesorios que complementan este equipo.

El winche se colocará preferentemente en el eje de la línea a tender y no más allá de 10° de desalineación, siempre y cuando las condiciones del terreno lo permita, considerando además un ángulo con respecto de la última torre en polea y el plano horizontal no mayor al rango de 20° a 30° ver (figura 6).

Figura 5. Instalación de Winche

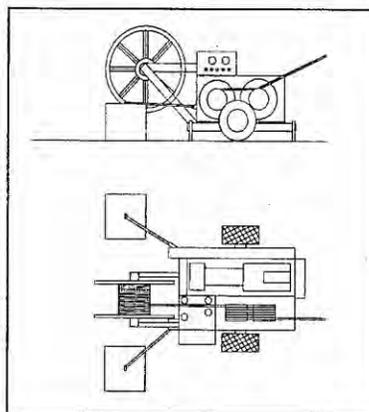


Fuente. Creación propia

Se anclará el winche mediante muertos de anclaje que serán distribuidos detrás del equipo fuera de la zona de maniobras, por medio de estrobos de acero y tensores para el ajuste de tensión ver (figura 7).

Adicional a los muertos de anclaje hay que considerar que el Winche cuenta en su pata de apoyo con un sistema de ancla que evita el arrastre de este durante los trabajos de tendido, siempre y cuando se trabaje dentro de las tensiones acordadas.

Figura 6. Sistema de anclaje de winche



Fuente. Creación propia

Terminado todos los trabajos de instalación y preparación del winche, se instalará cierre perimetral rígido (malla de seguridad) con acceso restringido al personal asignado dentro del equipo del winche.

Antes de iniciar los trabajos de tendido, tanto los equipos como los carretes de cable deben estar sólidamente aterrados o puestos a tierra, por medio de varillas de tierra conectadas a través de cable y conectores adecuados.

5.2.5.3.3 Instalación de Cadenas de Aisladores y Herrajes.

Esta actividad consiste en instalar las cadenas de aisladores en las crucetas, brazos o ménsulas de las estructuras, así como las poleas necesarias para los trabajos de tendido de cables. Al desarrollar esta actividad deben tomarse las siguientes precauciones:

- El conjunto de aislador polimérico o discos aisladores y herrajes debe ser ensamblado en el suelo, sobre protecciones de madera y respetando las instrucciones del fabricante.
- Los elementos que componen los conjuntos mencionados, aislador polimérico o discos aisladores y herrajes, deben estar limpios y no tener desperfectos
- Los aisladores son izados al sitio de instalación como un conjunto.
- Durante el izado deben tomarse las precauciones necesarias para evitar que algún componente se golpee con la estructura y pueda resultar dañado.

Para facilitar los trabajos de instalación y mantenimiento, al instalar los aisladores deben tenerse en cuenta las recomendaciones dadas por el fabricante.

5.2.6 Seguridad y Salud en el Trabajo.

Es obligatorio el cumplimiento de los estándares de SST que la Empresa ha difundido para la ejecución de sus actividades, así como las disposiciones y Reglamentos de Seguridad y Salud Ocupacional del sector que aplican.

5.2.6.1 Medidas Generales de Prevención.

El capataz o jefe de grupo debe permanecer tiempo completo en el área de trabajo y no podrá ausentarse o dejar a los trabajadores sin supervisión directa. Ante alguna eventualidad que existan problemas de fuerza mayor, el supervisor debe sustituir al capataz de no ser así se debe detener los trabajos y asegurar el área.

No se permitirá a ningún trabajador una conducta o comportamiento inapropiado en el trabajo, actuar sin autorización.

Todo trabajador y dependiendo de su función cumplirá estrictamente lo siguiente:

- Todo trabajador que realice trabajos en altura deberá utilizar correctamente arnés y accesorios de protección contra caídas.
- Todo equipo deberá ser utilizado por el personal autorizado para el manejo de equipos.

- Los vehículos utilizados para el transporte deberán estar en buen estado.
- Los operarios deben hacer uso de los materiales, equipos y herramientas en buen estado y para lo que fueron diseñados.
- Todo trabajador debe cuidar y obedecer las señales de seguridad.
- Todo trabajador debe mantenerse fuera del alcance de cargas suspendidas.
- Las personas encargadas de emitir autorizaciones, no autorizará, ordenará o permitirá transgresiones a las reglas por la vida.
- No se permitirá el uso de celular, fumar y comer al momento de conducir, operar equipos y realizar trabajos en altura.
- Todo material, herramientas o elementos cargados en la tolva de las camionetas, deben estar siempre aseguradas o sujetas.
- Diariamente, al final de la jornada de trabajo, se debe realizar un ordenamiento y limpieza del área de trabajo.
- Todas las áreas de trabajo deben estar demarcadas o señalizadas con letreros, conos.
- No se podrá realizar ningún trabajo si no cumple con todo lo estipulado en el presente procedimiento.

Es obligatorio el cumplimiento de los estándares de SST que la Empresa ha difundido, para la ejecución de sus actividades, así como las disposiciones y Reglamentos de Seguridad y Salud Ocupacional del sector que aplican.

5.2.6.2 Equipo de Protección Personal.

Es obligatorio el uso de Equipo de protección individual, los cuales estarán compuestos por:

- Casco protector con barbiquejo.
- Guantes de cuero, badana, de hilo con puntos de PVC, dependiendo de la actividad.
- Lentes de protección
- Botines de cuero con punta de baquelita y planta dieléctrica antideslizante.
- Uniforme completo de trabajo
- Arnés de Seguridad con 04 anillos tipo D
- Línea de anclaje de doble vía (Y) con amortiguador de impacto y gancho de abertura de 110mm.
- Líneas de posicionamiento con gancho de doble seguro.

5.2.6.3 Plan de Respuesta Ante Emergencias.

Durante la ejecución de las actividades de tendido se tendrá el siguiente equipamiento en el frente de obra:

- Botiquín de primeros auxilios
- Collarín, férulas
- Tabla rígida para evacuación
- Personal con conocimiento de primeros auxilios.
- Camioneta permanente durante la jornada

Nota: El Plan de respuesta a emergencia deberá ser de conocimiento de todo el personal del proyecto y contendrá la información precisa de la dirección y teléfonos de los centros asistenciales, hospitales, PNP, Bomberos, Indeci, etc.

5.3 Tendido de cordina, conductores y OPGW en LT.

5.3.1 Objetivos.

El objetivo del presente procedimiento ejecutivo es describir los pasos a seguir para realizar el tendido de conductores en líneas de transmisión, cumpliendo con las normas técnicas y de seguridad respectivas.

5.3.2 Definiciones.

- Cable conductor activo: Cable de aluminio, aleación de aluminio (AAAC), ACAR o ACSR.
- Cable de guarda tipo A^oG^o o Fibra óptica (OPGW): Cables de acero galvanizado (A^oG^o), cable de fibra óptica tipo OPGW.
- Circuito: Es el conjunto de tres fases, donde cada fase puede estar formada por haces de uno o más conductores, usualmente, 2, 3 ó 4 conductores utilizando separadores.
- Protecciones: Son instalaciones provisionales compuestas por pórticos de madera instalados en los cruces con otras líneas de transmisión y distribución, carreteras, cruce de tren o ferrocarril, etc., para permitir el paso seguro de los cables piloto y/o guía durante el tendido de conductores.
- Obra provisional de protección: Es la instalación de retenidas temporales en las torres de deflexión y anclaje, para asegurar que pueden ser sometidas a esfuerzos de tensión temporales durante el tendido, tensionado y flechado de los conductores.
- Traccionadora o Winche: Equipo utilizado para jalar los cables con tensión mecánica controlada.

- Tensionadora o freno: Equipo utilizado para controlar la tensión de tendido aplicada en el sistema, para no permitir que los cables toquen el suelo.
- Cable piloto (guía) o cordina: Es un cable de capacidad de acuerdo a las tensiones a ser aplicadas, pudiendo ser de uniline, espectra, acero y/o equivalente. Si es de acero, tiene que ser del tipo anti torsión utilizado para jalar los conductores de las fases.
- Calcetín (malla) o media: Es un dispositivo utilizado para conectar dos cables, durante las maniobras de tendido. Existen dos tipos de calcetín o media:
 - Calcetín de punta o media puntera: Es el que conecta el cable conductor con el cable piloto o cordina, a través de una conexión con yunto o manguito giratorio, (destorcedor.)
 - Calcetín intermedio o media intermedia: Es el que conecta de forma provisional dos puntas del cable conductor o del cable de guarda, según sea el caso, para permitir el tendido de tramos de línea que contengan varios carretes o bobinas de cable, de acuerdo al orden detallado en el Plan de tendido de conductores aprobado.
- Poleas: Son dispositivos compuestos por una rueda de aluminio maquinada, equipada con rodamientos y seguros; debe tener cubierta con neopreno en la garganta exterior de la rueda, para su utilización debe considerarse que el diámetro será como mínimo de 12 veces el diámetro del conductor que será tendido.
- Portacarrete o portabobina: Son caballetes de acero equipados con freno manual o hidráulico para permitir el control de las vueltas que el carrete del cable tiene que dar sincronizadamente con el equipo tensionador o freno.
- Empalmadora: Es un conjunto de motobomba hidráulica con cabezal y matrices de acero tratado térmicamente, para llevar a cabo la ejecución de los empalmes intermedios de los conductores y los terminales a compresión de las grapas de anclaje y cuellos muertos.

- Cadenas de suspensión: Son conjuntos o ensambles de aisladores (vidrio, porcelana o poliméricos) y herrajes o ferretería, que se utilizan para sujetar los cables conductores a las estructuras de suspensión y en los puentes de conductor o cuellos muertos (jumper) en las estructuras de tensión.
- Cadenas de tensión (anclaje): Son los conjuntos o ensambles de aisladores (vidrio, porcelana o poliméricos) y herrajes o ferretería, que se utilizan para sujetar los conductores a las estructuras de tensión.
- Empalme intermedio: Son dispositivos (manguitos) utilizados para unir dos tramos de cable, capaces de soportar cuando menos el 95% de la resistencia mecánica y el 100% de la conductividad eléctrica. A menos que se indique lo contrario, son de aluminio para los conductores AAA, AAAC, ACAR y de A°G° para los cables de guarda A°G°, se instalan a compresión por medio de una motoprensa empalmadora hidráulica y los datos o matriz que indique el fabricante de los empalmes.
- Engrapado o amarres: Proceso de fijación de las grapas de suspensión con los cables en el punto vertical de la cadena de aisladores, luego de instaladas las varillas de armar.
- Flechas y tensiones: Son los valores definidos en las tablas de flechado para la tensión mecánica de los cables y su flecha asociada, para cada tramo entre torres de anclaje de la línea.
- Puente o cuello muerto: Conexión ejecutada en las torres de tensión o de anclaje, para permitir la continuidad de conducción eléctrica de la línea, hecha con el cable sin tensión mecánica, interconectando las cadenas de anclaje.
- Plataforma: Es el área de terreno designada para el posicionamiento de los equipos de tendido y las bobinas de conductores, de acuerdo con la secuencia y plan de tendido de conductores aprobado.

5.3.3 Campo de Aplicación.

Este documento es aplicable al proyecto: Línea de Transmisión 220kV Paragsha – Francoise.

5.3.4 Documento de referencia.

- Plan de tendido de conductores del proyecto debidamente aprobado.
- Norma ISO 9001:2008.
- Norma ISO 14001:2004.
- Norma OHSAS 18001:2007.
- Ley 29783 Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo
- R.M. 161-2007-MEM Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo de las Actividades Eléctricas.
- Código Nacional de Electricidad – Suministros 2011.

5.3.5 Desarrollo.

5.3.5.1 Actividades Preventivas antes del inicio de tareas de ejecución.

- Realizar la charla de 5 min. antes de iniciar las labores y registrarla.
- Realizar la identificación de peligros, evaluación de riesgos y establecer las medidas preventivas para controlar los riesgos identificados, quedando registrada en el formato establecido "AST".
- Asegurar que todo el personal participante cuente con sus equipos de protección personal en buen estado y adecuados a las tareas a realizar.

- Todo trabajador que vaya a realizar trabajos en altura deberá realizar una inspección de preuso de su equipo de detección de caídas, la que quedará registrada en el formato entregado, esta inspección debe realizarse todos los días previo al inicio de sus actividades.
- Conocer y repasar el procedimiento establecido para la ejecución del trabajo a realizar.
- Inspeccionar el área de trabajo, verificar la operatividad de las herramientas y equipos de trabajo a utilizar antes del inicio de sus actividades.
- Señalizar el área de trabajo con malla de señalización y letreros que indiquen: “Cuidado – caída de objetos – no pasar”.
- Todo personal que va a realizar trabajos en altura (a partir de 1.80 m.) debe haber sido sometido previamente al examen pre ocupacional que lo califique como “apto”, en el cual se descarte problemas de salud como son: epilepsia, vértigo, insuficiencia cardiaca, asma bronquial crónica, alcoholismo y enfermedades mentales.
- Conocer el Plan de Respuesta a Emergencias, difundido con anterioridad.
- Antes de iniciar los trabajos de tendido, se deberá verificar que las estructuras tengan sus protocolos de montaje y revisión final conformes, así como su protocolo de medición de puesta a tierra.

5.3.5.2 Consideraciones Obligatorias a tener en cuenta durante la ejecución de tareas.

Cuando las recomendaciones y/o parámetros no estén contenidos en este documento, serán válidas las descritas en las normas nacionales e internacionales y/o especificaciones del cliente.

Se debe tener presente que la asignación de los trabajos especializados que puedan generar potencial riesgo de accidente, estarán a cargo de personal con experiencia y debidamente capacitado, como mínimo oficial u operario o cargo superior).

A continuación se listan estas actividades:

- Instalación de medias (intermedia, puntera, etc.).
- Instalación de yuntos (giratoria y/o fija).
- Operación de motoprensa hidráulica.
- Toda actividad en altura.
- Operación de winche y freno.

Cuando suceda una situación fuera de lo normal que ponga en riesgo la continuación segura de los trabajos, se deberá comunicar de inmediato al Supervisor General del frente de tendido y al mismo tiempo al Supervisor de Seguridad, quienes luego de inspeccionar, verificar y evaluar todas las condiciones de trabajo (equipos, herramientas, materiales, ambiente, lugar de trabajo, etc.), aprobarán o no la continuación de los trabajos, garantizando con esto las condiciones de trabajo seguro correspondientes.

A continuación se listan las situaciones en las cuales se deberá de cumplir con lo antes indicado:

- Rotura o daños de las poleas.
- Atascamiento del cable guía o cordina.
- Rotura del cable guía o conductor.
- Rotura de medias o yuntos.
- Descarrilamientos de cable cordina o conductor.
- Doblado de perfiles de la estructura.
- Maniobras extraordinarias de alto riesgo.

Todos los eventos señalados anteriormente deberán tratarse de acuerdo con el instructivo de trabajo correspondiente, con excepción de las maniobras extraordinarias las cuales, por su naturaleza, tienen carácter de imprevisibles.

5.3.5.3 Actividades del Proceso Constructivo.

A continuación se describe la secuencia de actividades del tendido de conductores en la construcción de líneas de transmisión. Estas actividades deben ser correctamente planeadas en cuanto a información, tiempo, alcance y secuencia.

Plan de tendido de los Conductores.

Este documento tiene por objeto establecer los planes de los trabajos a realizar, contiene la siguiente información:

- Nombre de la línea de transmisión.
- Tramo de tendido.
- Especificación del conductor a tender.
- Datos de placa de los bobinas de conductores, según el plan y secuencia de tendido.
- Número de estructuras que serán intervenidas.
- Tipo de estructura.
- Tipo de cadena de aisladores.
- Vano entre estructuras adyacentes.
- Desnivel entre las estructuras adyacentes.
- Ubicación de obras provisionales de protección (pórticos y retenidas temporales).
- Posicionamiento de los equipos de tendido.
- Ubicación de los empalmes a ejecutar en el tramo de tendido.

Al elaborar el Plan de Tendido debe tenerse cuidado que se cumplan las siguientes condiciones:

- Los carretes deben seleccionarse de tal manera que el desperdicio de cable se reduzca al mínimo posible.
- En ningún caso se instalará un empalme intermedio a menos de 25 m de una estructura, ni en cruces con otras líneas de transmisión, de distribución o de comunicaciones, así como tampoco en cruces con vías de comunicación.
- No se instalarán empalmes en vanos adyacentes a estructuras de anclaje.

Tablas de flechas y tensiones para el tendido.

Antes de iniciar los trabajos de tendido de conductores, se dispondrá de las tablas de flechado y tensiones, estos cálculos se harán para todos los tramos de la línea de transmisión incluidos en el programa de tendido. Estos cálculos normalmente se presentan en forma tabular y contienen los valores de tensión del cable y su flecha para cada vano de cada tramo de tendido y están determinados para temperaturas que varían entre 5 °C y 40 °C con variaciones de cada 5 °C en cada caso. Estas tablas se utilizarán para dar la tensión y flecha finales a los cables antes de proceder al engrapado.

Tablas de flechas y tensiones para el tendido.

Antes de iniciar los trabajos de tendido de conductores, se dispondrá de las tablas de flechado y tensiones, estos cálculos se harán para todos los tramos de la línea de transmisión incluidos en el programa de tendido. Estos cálculos normalmente se presentan en forma tabular y contienen los valores de tensión del cable y su

flecha para cada vano de cada tramo de tendido y están determinados para temperaturas que varían entre 5 °C y 40 °C con variaciones de cada 5 °C en cada caso. Estas tablas se utilizarán para dar la tensión y flecha finales a los cables antes de proceder al engrapado.

5.3.5.3.1 Extendido y Tendido de Cable Piloto o Cordina.

La cordina es el cable guía que se instalará entre los puntos extremos del tramo a tender para permitir las labores de tendido de los cables conductores de la línea de transmisión. Este cable es de acero con la característica especial que es anti torsión y de malla tejida que lo hace sumamente flexible. Los trabajos de esta actividad se desarrollan en tres etapas:

Primero: Se pasa un cable ligero (soga de nylon) a través de todas las poleas instaladas en el tramo, utilizando cuadrillas de linieros y de peones, con el apoyo de equipo de comunicación.

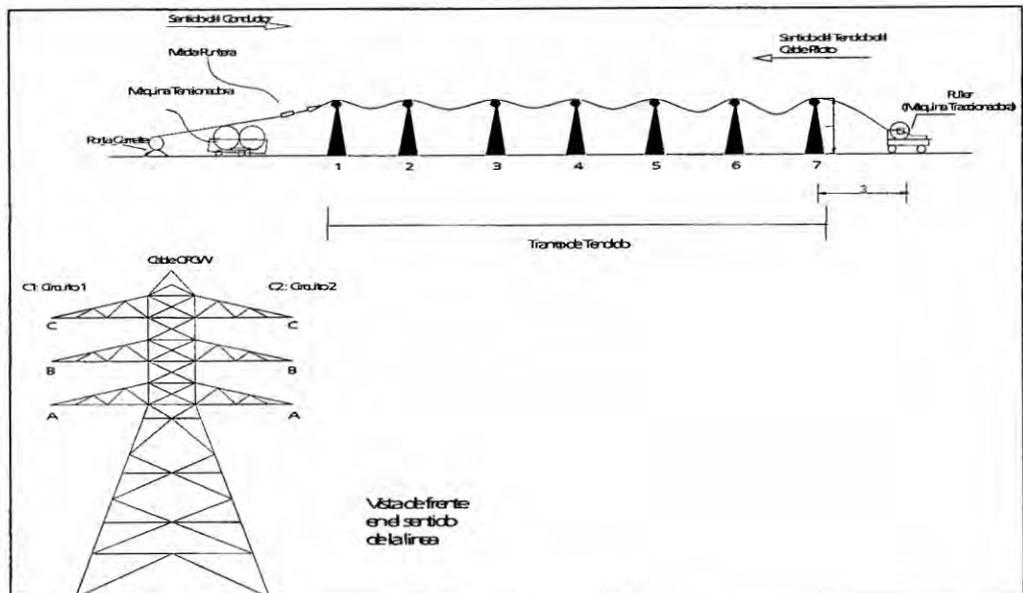
Segundo: Se realizará mecánicamente o en forma manual el extendimiento de la cordina o cable piloto sobre la superficie del total del sector del tendido de conductores. Esta cordina se pasa por todas las poleas utilizando la soga de nylon previamente instalada.

- Se emplearán para unir las puntas de cable cordina, yuntos giratorios que permitan unir los tramos y liberar los esfuerzos de torsión que se generan entre estos durante el lanzamiento del cable.
- El personal intermedio, deberá verificar obligatoriamente la

instalación de los yuntos giratorios en todas las fases de cordina en su tramo de trabajo.

Tercero: Se pasa un extremo del cable piloto por el winche y el otro se conecta al conductor que está instalado en el freno para su lanzamiento. Luego desde el winche se recoge la cordina hasta llegar a un valor de tensión mecánica controlada quedando en todos los puntos a 1 m de altura del piso como mínimo. De esta forma queda lista la maniobra para el inicio del tendido de los conductores ver (figura 7).

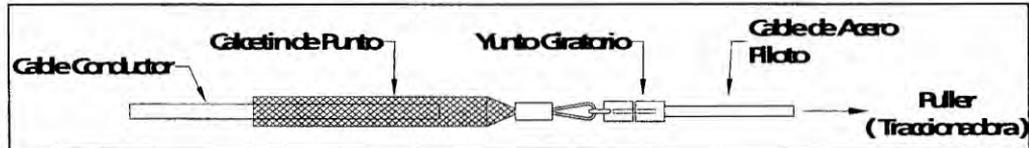
Figura 7. Tendido de cable piloto



Fuente. Creación propia

Debido a que el haz de conductores está formado por un solo cable conductor se utiliza un calcetín de punta o media puntera y un eslabón o yunto giratorio (destorcedor) ver (figura 8).

Figura 8. Media puntera de conductor



Fuente. Creación propia

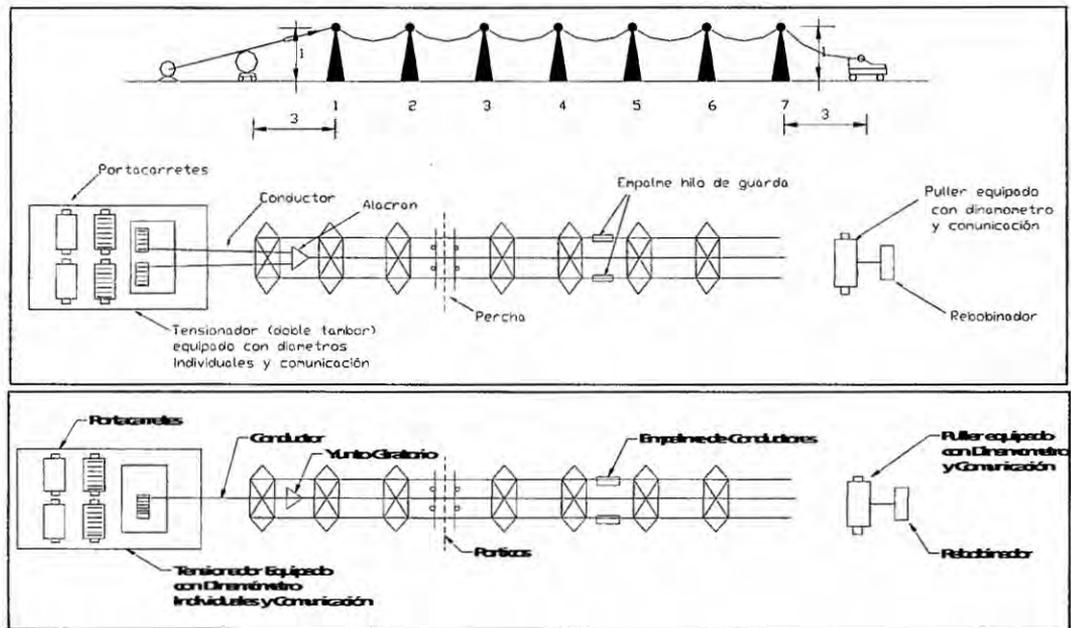
Nota: En el desarrollo de esta actividad es necesario contar con equipo de comunicación (radio portátil tipo handy) operativo y en cantidad suficiente y con el alcance necesario para que el personal distribuido a lo largo de todo el tramo de tendido pueda avisar con oportunidad del desarrollo normal de la actividad o dar la orden de paro en caso de presentarse alguna contingencia.

Por otro lado, antes de iniciar las maniobras de tendido es necesario verificar que todos los marcos o pórticos provisionales se encuentren en buen estado y que todas las torres de anclaje o de tensión (cambio de dirección y de fin de línea) tengan instaladas las retenidas provisionales necesarias. Se elaborará una planilla de verificación o check list.

5.3.5.3.2 Tendido de Conductores.

El tendido de los cables se ejecuta con el apoyo de los equipos de tendido, vigilando que en ningún caso los cables toquen el piso, tal como se muestra en la figura 9.

Figura 9. Tendido de conductor



Fuente. Creación propia

La secuencia de actividades necesarias para realizar el tendido de cables se indica a continuación:

Ubicación de los equipos. Los equipos que componen el set de tendido deben ubicarse de tal manera que la inclinación de los cables a la estructura más próxima no sobrepase la relación uno en vertical y tres en horizontal. En caso de que las características del terreno impidan cumplir esta restricción se deberá realizar el análisis matemático que demuestre que los esfuerzos inducidos a la estructura no rebasan sus

condiciones de diseño, se recomienda, de ser posible que el freno este más elevado que el winche.

Instalación de los carretes de cable. Estos deben ser instalados sobre caballetes de resistencia adecuada, equipados con el sistema de frenaje adecuado para impedir que durante el tendido se desenrolle el cable a mayor velocidad de la que es solicitado por la traccionadora o winche.

Tendido del cable. El calcetín de punta, o también llamada media puntera, se instala para conectar el cable piloto o cordina al cable conductor del carrete a tender y, después de verificar que todo el personal de vigilancia se encuentra en su posición previamente asignada y con su equipo de comunicación funcionando, se da la instrucción de iniciar el tendido del cable conductor.

Cuando se termina de desenrollar el primer carrete de cable conductor, se suspende la maniobra de tendido y se instala el calcetín o media intermedia en el extremo del cable conductor que termina y en el del cable conductor del siguiente carrete a extender, nuevamente se verifica que todo el personal de vigilancia esté en posición con los equipos de comunicación funcionando y se da la instrucción de reiniciar el proceso de tendido. Esta secuencia se desarrolla las veces necesarias hasta lograr que todos los cables estén tendidos en el tramo de trabajo.

Para vanos de más de 750 metros se debe llevar un control fotográfico de las cadenas de anclaje para comprobar que no se están presentando situaciones anómalas en los enganches, el cual deberá ser revisado y aprobado.

Para el OPGW:

- Previo al tendido del cable OPGW se efectuará inspección a todas y cada una de las bobinas de cable en almacén, seguidamente se llevarán a cabo mediciones y pruebas reflectométricas de cada bobina antes del tendido.
- Seguidamente al tendido del cable OPGW, y habiendo descansado este sobre poleas el tiempo recomendado por el fabricante, se procederá con la instalación de la caja de empalme OPGW, la preparación de la terminación de cable OPGW y en los extremos el cable dieléctrico tipo ADSS.
- Se instalarán a continuación los manguitos contráctiles para fusión y se procederá a la instalación de los empalmes por fusión de 24 fibras ópticas monomodo. Por último, se realizarán las pruebas OTDR del cable OPGW instalado en las torres antes del empalme, y por último se realizarán las pruebas reflectométricas del enlace final OTDR de la fibra óptica OPGW.

Nota: Para el tendido del cable de guarda tipo OPGW, se empleará equipo de tendido (Winche – Freno) que tenga un tambor mínimo de 1,20 m, así como la utilización de dispositivo anti torsión (reenvío para OPGW), para evitar daño en la fibra óptica.

Para el conductor ACAR:

- Luego del tendido del conductor activo tipo ACAR y antes de la ejecución de los empalmes, se procederá a ejecutar por lo menos un empalme de muestra que confirme su buena ejecución. Este empalme de muestra será cortado

por la mitad para la comprobación de la calidad.

- Luego de efectuadas los empalmes, flechado y engrapado del conductor, se procederá a instalar los amortiguadores del conductor activo ACAR, de acuerdo con lo recomendado en el Estudio de Amortiguación elaborado por el suministrador.

Recomendaciones. Al efectuar las maniobras de tendido de cables se deben tener en cuenta los siguientes cuidados para evitar problemas durante el desarrollo de los trabajos:

- El cable debe entrar al tambor de la devanadora del freno por el lado izquierdo y salir por el lado derecho, cuando el sentido del enrollado de los hilos de la capa externa del cable conductor es coincidente con el sentido de las manecillas del reloj.
- El cable debe entrar al tambor de la devanadora por el lado derecho y salir por el lado izquierdo, cuando el sentido del enrollado de los hilos de la capa externa del cable es contrario al sentido de las manecillas del reloj.
- El cable debe dar cuatro y media vueltas como mínimo, en los tambores de la máquina tensionadora o freno, para asegurar un perfecto frenaje.
- Al terminarse el tendido de un carrete, debe asegurarse que el calcetín o media (empalme provisional) sea correctamente instalado y se proteja con cinta aislante.
- Comprobar la comunicación entre equipos (winche y freno) y puntos de vigilancia, antes de iniciar el proceso de tendido.
- El tendido de los cables de guarda (OPGW) debe ejecutarse antes del tendido de los cables conductores.

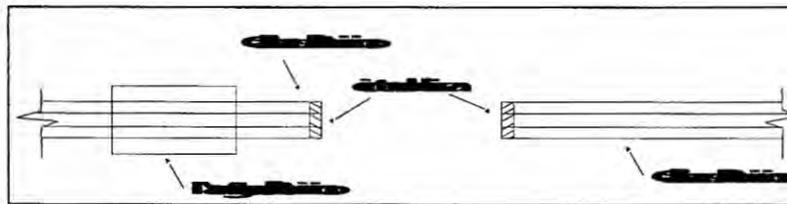
- Los equipos de tendido deben ponerse a tierra sólidamente antes de iniciar el tendido de los cables piloto o cordina. Para ejecutar esta actividad se utilizan varillas copperweld de 5/8" de diámetro y alambre copperweld calibre No. 2 AWG.
- El vigilante de cada estructura debe avisar a los operadores de máquina cuando las medias o calcetines, o los yuntos se está acercando a la polea, para que estos bajen la velocidad de tendido hasta que dicho elemento pase exitosamente por la polea.

Instalación de empalmes. Los empalmes son dispositivos que se utilizan para lograr la unión permanente de dos tramos de cable; a menos que se indique específicamente lo contrario, en las líneas de transmisión todos los empalmes son de los denominados "a compresión", por su método de instalación. A continuación se indica la secuencia a seguir:

- a) Ubicar en el lugar adecuado, las herramientas y equipos necesarios para la ejecución de los empalmes.
- b) Sujetar con cuerdas (generalmente de nylon de 19 mm de diámetro) de resistencia adecuada, los dos tramos de cable a ser empalmado.
- c) Por medio de estas cuerdas se posicionan los tramos de cable en el sitio en el que se realizará el empalme y con el apoyo de un tirfor se elimina la tensión sobre el calcetín o sobre la media intermedia para poder retirarla.

- d) Se corta la parte dañada del cable
- e) En el caso de empalmes en el cable conductor, a continuación se desarrollan los siguientes pasos:
- Se corta ambas partes de cable aluminio que será empalmado, previamente se señala la zona de corte con cinta adhesiva. (figura 10).

Figura 10. Empalme de conductor



Fuente. Creación propia

- Se retira la cinta adhesiva, se pone el empalme de aluminio en su posición y se comprime, en la secuencia, a la presión y con el dado recomendados por el fabricante.

Cuidados. Deben tenerse los siguientes cuidados al ejecutar los empalmes de cables:

- Los dados deben ser de las características indicadas por el suministrador de los manguitos de empalme.
- Al alcanzar la presión de compresión, el operador debe comprobar que los dados estén perfectamente cerrados, remonten parte de la compresión anterior y que el hexágono se mantenga. Las rebabas resultantes de la compresión deben ser eliminadas con lima y con lija

muerta, hasta dejar la superficie perfectamente pulida.

- Las pequeñas deformaciones resultantes de la compresión, pueden ser eliminadas con el auxilio de martillos de madera.

5.3.6 Seguridad y Salud en el Trabajo.

Es obligatorio el cumplimiento de los estándares de SST que la Empresa ha difundido para la ejecución de sus actividades, así como las disposiciones y Reglamentos de Seguridad y Salud Ocupacional del sector que aplican.

5.3.6.1 Medidas Generales de Prevención.

El capataz o jefe de grupo debe permanecer tiempo completo en el área de trabajo y no podrá ausentarse o dejar a los trabajadores sin supervisión directa. Ante alguna eventualidad que existan problemas de fuerza mayor, el supervisor debe sustituir al capataz de no ser así se debe detener los trabajos y asegurar el área.

No se permitirá a ningún trabajador una conducta o comportamiento inapropiado en el trabajo, actuar sin autorización.

Todo trabajador y dependiendo de su función cumplirá estrictamente lo siguiente:

- Todo trabajador que realice trabajos en altura deberá utilizar correctamente arnés y accesorios de protección contra caídas.
- Todo equipo deberá ser utilizado por el personal autorizado para el manejo de equipos.

- Los vehículos utilizados para el transporte deberán estar en buen estado.
- Los operarios deben hacer uso de los materiales, equipos y herramientas en buen estado y para lo que fueron diseñados.
- Todo trabajador debe cuidar y obedecer las señales de seguridad.
- Todo trabajador debe mantenerse fuera del alcance de cargas suspendidas.
- Las personas encargadas de emitir autorizaciones, no autorizará, ordenará o permitirá transgresiones a las reglas por la vida.
- No se permitirá el uso de celular, fumar y comer al momento de conducir, operar equipos y realizar trabajos en altura.
- Todo material, herramientas o elementos cargados en la tolva de las camionetas, deben estar siempre aseguradas o sujetas.
- Diariamente, al final de la jornada de trabajo, se debe realizar un ordenamiento y limpieza del área de trabajo.
- Todas las áreas de trabajo deben estar demarcadas o señalizadas con letreros, conos.
- No se podrá realizar ningún trabajo si no cumple con todo lo estipulado en el presente procedimiento.
- Es obligatorio el cumplimiento de los estándares de SST que la Empresa ha difundido, para la ejecución de sus actividades, así como las disposiciones y Reglamentos de Seguridad y Salud Ocupacional del sector que aplican.

5.3.6.2 Equipo de Protección Personal.

Es obligatorio el uso de Equipo de protección individual, los cuales estarán compuestos por:

- Lentes de Seguridad
- Zapatos de Seguridad (dieléctrico con puntera de baquelita y planta dieléctrica antideslizante)
- Ropa de Trabajo
- Guantes de seguridad de cuero
- Casco de seguridad con barbiquejo (dieléctrico)
- chaleco reflectivo
- Arnés de Seguridad con doble línea de vida con 04 anillos tipo D
- Cinturón de posicionamiento
- Línea de anclaje de doble vía (Y) con amortiguador de impacto y gancho de abertura de 110mm.
- Líneas de posicionamiento con gancho de doble seguro.
- Uniforme completo de trabajo

5.3.6.3 Plan de Respuesta Ante Emergencias.

Durante la ejecución de las actividades de tendido se tendrá el siguiente equipamiento en el frente de obra:

- Botiquín de primeros auxilios
- Collarín, férulas
- Tabla rígida para evacuación
- Personal con conocimiento de primeros auxilios.
- Camioneta permanente durante la jornada

Nota: El Plan de Respuesta ante Emergencias deberá ser de conocimiento de todo el personal del proyecto y contendrá la información precisa de la dirección y teléfonos de los centros asistenciales, hospitales, PNP, Bomberos, Indeci, etc.

5.4 Flechado y anclaje de conductor y OPGW en LT.

5.4.1 Objetivos.

El objetivo de este procedimiento es establecer la metodología a seguir para determinar las alturas de los conductores sobre el suelo u obstáculos.

5.4.2 Campo de Aplicación.

Este documento es aplicable al proyecto: Línea de Transmisión 220kV Paragsha – Francoise.

5.4.3 Documento de referencia.

- Norma ISO 9001:2008.
- Norma ISO 14001:2004.
- Norma OHSAS 18001:2007.
- Ley 29783 Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Reglamento de Seguridad e Higiene Ocupacional del Sub Sector Electricidad.
- R.M. 161-2007-MEM Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo de las Actividades Eléctricas.
- Código Nacional de Electricidad – Suministro 2011
- Especificaciones técnicas del proyecto.

5.4.4 Desarrollo.

5.4.4.1 Actividades Preventivas previas al inicio de tareas de ejecución.

- Realizar la charla de 5 min. antes de iniciar las labores y registrarla.
- Realizar la identificación de peligros, evaluación de riesgos y establecer las medidas preventivas para controlar los riesgos identificados, quedando registrada en el formato establecido "AST".
- Asegurar que todo el personal participante cuente con sus equipos de protección personal en buen estado y adecuados a las tareas a realizar.
- Todo trabajador que vaya a realizar trabajos en altura deberá realizar una inspección de preuso de su equipo de detección de caídas, la que quedará registrada en el formato entregado, esta inspección debe realizarse todos los días previo al inicio de sus actividades.
- Conocer y repasar el procedimiento establecido para la ejecución del trabajo a realizar.
- Inspeccionar el área de trabajo, verificar la operatividad de las herramientas y equipos de trabajo a utilizar antes del inicio de sus actividades.
- Señalizar el área de trabajo con malla de señalización y letreros que indiquen: "Cuidado – caída de objetos – no pasar".
- Todo personal que va a realizar trabajos en altura (a partir de 1.80 m.) debe haber sido sometido previamente al examen pre ocupacional que lo califique como "apto", en el cual se descarte problemas de salud como son: epilepsia, vértigo, insuficiencia cardiaca, asma bronquial crónica, alcoholismo y enfermedades

mentales.

- Conocer el Plan de Respuesta a Emergencias, difundido con anterioridad.

5.4.4.2 Tensionado de Cables.

Después de haber terminado las actividades de tendido y el empalme de los cables, se procede a aplicarles el tense de diseño para lo cual a partir de las tablas de flechas y tensiones, el responsable de la actividad debe desarrollar el plan de trabajo, el cual entre otras actividades debe incluir lo siguiente:

- a) Seleccionar los vanos de control, eligiendo uno por cada cuatro vanos del tramo. Estos vanos de control deben cumplir con los siguientes requisitos:
 - Tener un valor lo más cercano posible al vano promedio del tramo
 - Estar en terreno nivelado
 - No estar cercano a estructuras con tense aplicado.

- b) Recopilar el siguiente equipo, verificando que esté debidamente calibrado y que cuente con certificado vigente:
 - Equipo de topografía
 - Termómetro
 - Equipo de comunicación

A continuación se señala la secuencia de actividades para el correcto tensionado de los cables:

- a) Con el apoyo de los equipos de topografía se marcan las referencias de flecha en los vanos de control y para la temperatura leída en los termómetros.
- b) Se dan instrucciones al operador del equipo de tensado para que ejecute las maniobras necesarias hasta lograr el valor de flecha especificado
- c) Los valores de flecha, y temperatura son registrados en el reporte correspondiente.
- d) Al terminar de dar flecha en todo el tramo y antes de proceder al engrapado se hace una verificación de altura libre en los puntos críticos, tales como perfiles laterales, cruzamientos, etc.

5.4.4.3 Metodología para Calcular el Flechado.

- Para el cálculo del flechado hay cuatro métodos más usados en la línea de transmisión y estos son:
 - Método parábola
 - Método catenaria
 - Método directo
 - Método indirecto
- El método que se expone es el método de la catenaria llamado “de vista tangencial”, que requiere el empleo de un teodolito y tiene por lo general muy pocas restricciones.
- Después de haber terminado las actividades de tendido y el empalme de los conductores, se procede a aplicarles el tense de diseño de acuerdo a las tablas de flechas y tensiones, teniéndose en consideración las siguientes pautas:
 - a) Seleccionar los vanos de control, La cantidad de vanos de control en cada sector de regulación, será la siguiente:

- Para tramos de tensado de hasta cinco vanos, hacer la medida de control en un vano.
- Para tramos de tensado de seis a diez vanos, hacer medidas simultaneas de control de flechas en por lo menos dos vanos diferentes.
- Para tramos de tensado de más de diez vanos, realizar las medidas simultaneas en por lo menos tres vanos.

Estos vanos de control deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Tener un valor lo más cercano posible al vano promedio del tramo.
- Estar en terreno nivelado
- No estar cercano a estructuras con tense aplicado.

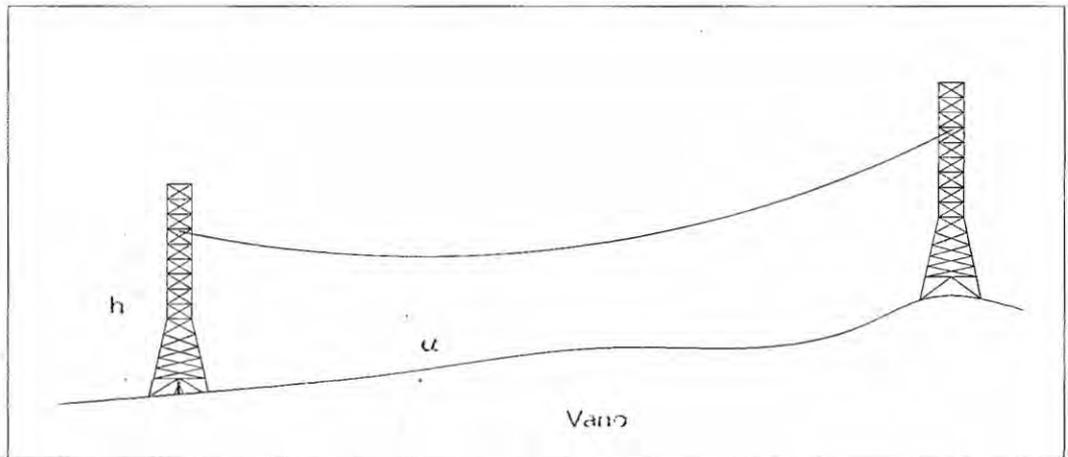
b) Recopilar el equipo a utilizar, verificando que esté debidamente calibrado y certificado.

A continuación se señala la secuencia de actividades para el correcto tensionado de los cables:

- Se estaciona el equipo de topografía (teodolito) en el centro de la torre.
- Se marcan las referencias de flecha en los vanos de control y para la temperatura leída en los termómetros.
- Se dan instrucciones al operador del equipo de tensado para que ejecute las maniobras necesarias hasta lograr el valor de flecha especificado
- Los valores de flecha, y temperatura son registrados en el reporte correspondiente (anexo 01).

- Se traza una visual al punto de referencia del conductor, sea el caso de una torre tipo suspensión en la cual se tomara en la mordaza de suspensión donde se encuentra el conductor, en tanto que en la torre tipo anclaje se medirá en la chapa de anclaje.
- Luego se tomara el valor del ángulo α que corresponde a la medición realizada como se indica en el paso anterior (Ver figura 11).

Figura 11. Tensionado de conductor



Fuente. Creación propia

- Utilizando los datos obtenidos se confecciona las tablas de flechas y tensiones para los vanos a distintas temperaturas, reemplazándose en las siguientes formulas:

$$b = \frac{a}{\text{Tang } \alpha} - h$$

$$C = \frac{T}{w}$$

$$\text{Tang } \theta = \left[\frac{1}{C} \left(\sqrt{2hC} - \frac{a}{2} \right) + \frac{b}{a} \right]$$

$$\theta = \arctan g \left[\frac{1}{C} \left(\sqrt{2hC} - \frac{a}{2} \right) + \frac{b}{a} \right]$$

Donde:

a : Vano real a flechar (m)

h: Distancia vertical del punto del conductor al equipo (m)

θ : Angulo vertical (grados)

b : Diferencia de cotas de puntos de amarre del conductor (m)

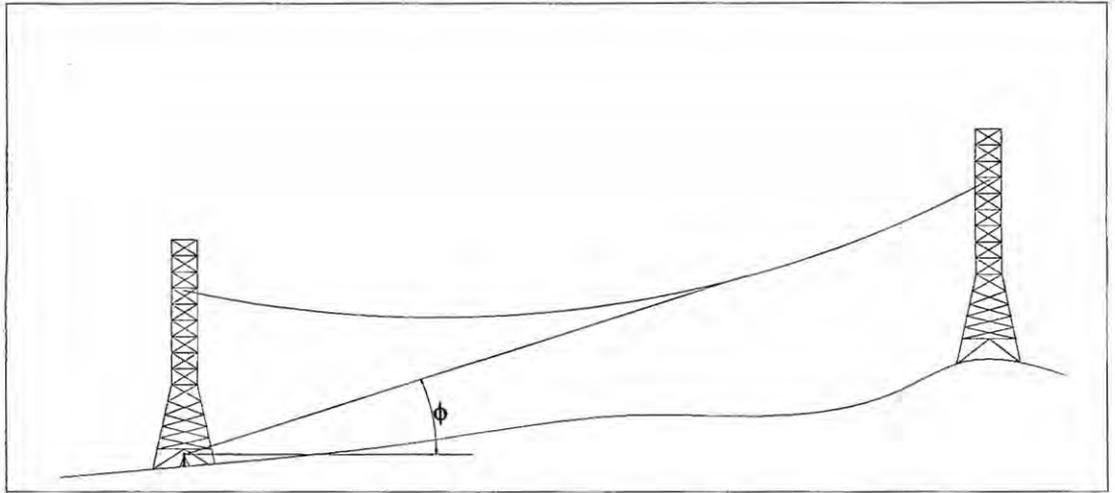
C : parámetro de la catenária (m)

T : Tiro horizontal del conductor (kg)

w : Peso del conductor (kg/m)

- Terminado de obtener los datos, se procede a flechar el conductor.
- Se calculara el ángulo de inclinación sobre la horizontal, de la línea visual que pasa por el ojo del teodolito y sea tangente al conductor cuando la flecha sea correcta (Ver figura 12).

Figura 12. Flechado del conductor



Fuente. Creación propia

- Al terminar de dar flecha en todo el tramo y antes de proceder al engrapado según se indica en el instructivo correspondiente, se hace una verificación de altura libre en los puntos críticos, tales como perfiles laterales, cruzamientos, etc.

5.4.4.4 Engrapado.

Después de haber realizado las actividades de tense y flechado de los cables y su verificación, se procede a ejecutar los trabajos de fijación definitiva de los cables a las estructuras; a esta actividad se le conoce como “engrapado”.

5.4.4.4.1 Engrapado de los cables conductores.

Para ejecutar esta actividad es necesario primero verificar los cables en los vanos adyacentes a las estructuras y proceder a la puesta a tierra firme de estos cables.

5.4.4.4.2 Estructura de Suspensión.

A continuación se describe la secuencia de actividades del engrapado del conductor en las estructuras de suspensión:

- Instalar las sogas de maniobras de capacidad adecuada, para bajar las poleas.
- Instalar las cadenas de aisladores equipadas con descargadores y yugos, teniendo la precaución de dejar libre el espacio suficiente para eliminar la carga actuante sobre las poleas y para luego retirarlas.
- Instalar el juego de varillas preformadas, cuando así lo indique el proyecto.
- Marcar el sitio de instalación de la grapa de suspensión y el juego de varillas preformadas, en su caso.
- Mediante maniobra instalación de las grapas de suspensión.
- Fijar las grapas con las tuercas y chavetas mirando hacia la estructura; en el caso de existir fase central, las tuercas y chavetas deben quedar hacia la derecha en el sentido de la línea. Se torquearán las tuercas de acuerdo con la recomendación del suministrador de las grapas.
- Verificar que los aisladores estén en posición correcta.
- Retirar todo el equipo de la maniobra.

5.4.4.4.3 Estructura de Anclaje.

A continuación se describe la secuencia de actividades de engrapado o amarre de las estructuras de anclaje:

- Instalar las cadenas de anclaje en su posición en la estructura.
- Instalar las plataformas auxiliares para maniobra, con el equipamiento necesario.
- Marcar el cable en los puntos de engrapado.
- Cortar el cable y prepararlo para instalar el terminal de acero.
- Introducir el cable en el tubo de aluminio.
- Comprimir el terminal de aluminio, siguiendo las instrucciones del fabricante.
- Fijar los terminales a las cadenas de aisladores, con la ayuda de un tirfor.
- Posicionar pernos, tuercas y chavetas.
- Torquear las tuercas según las recomendaciones de los suministradores de las grapas de anclaje.
- Retirar todo el equipo de maniobra.

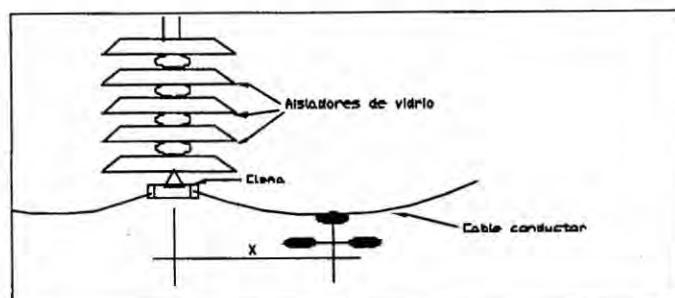
Es posible ejecutar los trabajos de compresión de los manguitos de aluminio del terminal en el piso cuando esto se pueda hacer con seguridad y con la precisión necesaria para garantizar que no se afectarán las flechas y las tensiones de los cables.

5.4.4.5 Instalación de Amortiguadores.

Los amortiguadores de vibraciones se instalan tal como se indica en la figura 3. La cantidad de amortiguadores a instalar, así como

la distancia (x) es la que está indicada en el diseño de amortiguamiento de la línea y corresponderá a las recomendaciones del Estudio de Amortiguación elaborado.

Figura 13. Instalación de amortiguadores



Fuente. Creación propia

5.4.5 Seguridad y Salud en el Trabajo.

5.4.5.1 Medidas Generales de Prevención.

El capataz o jefe de grupo debe permanecer tiempo completo en el área de trabajo y no podrá ausentarse o dejar a los trabajadores sin supervisión directa. Ante alguna eventualidad que existan problemas de fuerza mayor, el supervisor debe sustituir al capataz de no ser así se debe detener los trabajos y asegurar el área.

No se permitirá a ningún trabajador una conducta/ comportamiento inapropiado en el trabajo, actuar sin autorización.

Todo trabajador y dependiendo de su función cumplirá estrictamente lo siguiente:

- Toda persona que opere equipos deberá contar con la autorización debida.
- Los vehículos utilizados por el personal de obra debe n estar en buen estado.

- Las herramientas, materiales y equipos utilizados en obra deben estar en buen estado de conservación y serán utilizadas según la actividad para la cual fueron diseñadas.
- Todos los trabajadores deben respetar y conservar las señales de seguridad.
- No se permitirá el uso de celular, fumar y comer al momento de conducir, operar equipos y realizar trabajos en altura.
- Todo material, herramientas o elementos cargados en la tolva de las camionetas, deben estar siempre amarrados.
- Diariamente, al final de la jornada de trabajo, se debe realizar un ordenamiento y limpieza del área de trabajo.
- Todas las áreas de trabajo deben estar demarcadas o señalizadas con letreros, conos, etc.
- No se podrá realizar ningún trabajo si no cumple con todo lo estipulado en el presente procedimiento.

En caso de presentarse alguna maniobra que no esté contemplada en este procedimiento se procederá a llamar al supervisor de montaje y supervisor de seguridad para que den la aprobación correspondiente. Únicamente con la aprobación de estas dos personas se podrá realizar dicha actividad.

5.4.5.2 Equipo de Protección Personal.

- Casco protector con barbiquejo.
- Guantes de cuero, badana, de hilo con puntos de PVC, dependiendo de la actividad.

- Lentes de protección
- Botines de cuero con punta de baquelita y planta dieléctrica antideslizante.
- Uniforme completo de trabajo
- Arnés de Seguridad con 04 anillos tipo D
- Línea de anclaje de doble vía (Y) con amortiguador de impacto y gancho de abertura de 110mm.
- Líneas de posicionamiento con gancho de doble seguro.

5.4.5.3 Plan de Respuesta Ante Emergencias.

Durante la ejecución de las actividades de tendido se tendrá el siguiente equipamiento en el frente de obra:

- Botiquín de primeros auxilios
- Collarín, férulas
- Tabla rígida para evacuación
- Personal con conocimiento de primeros auxilios.
- Camioneta permanente durante la jornada

Nota: El Plan de respuesta a emergencia deberá ser de conocimiento de todo el personal del proyecto y contendrá la información precisa de la dirección y teléfonos de los centros asistenciales, hospitales, PNP, Bomberos, Indeci, etc.

5.5 Revisión final, pruebas y puesta en servicio LT.

5.5.1 Objetivos.

Este procedimiento define el proceso estándar de trabajo para el desarrollo de las pruebas eléctricas finales de construcción de equipos y sistemas eléctricos.

5.5.2 Campo de Aplicación.

Este documento es aplicable al proyecto: Línea de Transmisión 220kV Paragsha – Francoise.

5.5.3 Documento de referencia.

- Norma ISO 9001:2008.
- Norma ISO 14001:2004.
- Norma OHSAS 18001:2007.
- Ley 29783 Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo
- D.S. 055-2010-EM Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería
- Reglamento de Seguridad e Higiene Ocupacional del Sub Sector Electricidad.
- Código Nacional de Electricidad.

5.5.4 Desarrollo y Pruebas a Ejecutar.

Previamente a la ejecución de las pruebas se tomarán todas las medidas de seguridad a fin de evitar el efecto de sobretensiones que puedan afectar la integridad física de las personas, materiales y

equipos, para tal efecto, se utilizará un pararrayos conectado a los cables de llegada en forma permanente a fin de mitigar cualquier riesgo producto de eventuales descargas atmosféricas.

- a) Identificación de Fases.
- b) Resistencia de Aislamiento Fase-Tierra y entre fases.
- c) Resistencia Eléctrica de Conductores.
- d) Resistencia de Secuencia Positiva o Directa.
- e) Impedancia Homopolar o de Secuencia Cero.
- f) Impedancia Propia y Mutua.

A .Identificación de Fases

Esta actividad será ejecutada bajo la siguiente secuencia:

- a) Se medirá la resistencia dieléctrica de las tres fases en forma independiente cada una contra tierra.
- b) En el extremo opuesto de la línea a probar se conectará a tierra una de las tres fases.
- c) En el extremo de prueba se conectará un megohmetro y se realizará la respectiva medición con respecto a tierra. Debiéndose obtener un valor de aislamiento igual a cero megaohmios.
- d) Repetir la secuencia anterior en las otras dos fases.

B. Medición de Resistencia Dieléctrica (Aislamiento) Fase-Tierra y entre Fases.

B.1 Medición de Resistencia Dieléctrica (Aislamiento) Fase-Tierra.

Se medirá la resistencia dieléctrica de las tres fases en forma independiente cada una contra tierra, debiéndose confrontar que las

magnitudes de los tres (03) valores medidos estén dentro del mismo rango.

B.2 Medición de Resistencia Dieléctrica (Aislamiento) entre Fases.

Se medirá la resistencia dieléctrica entre fases (R-S, S-T, T-R), cuyos valores deben ser superiores a los medidos en el ítem anterior.

C. Medición de la Resistencia Eléctrica de los Conductores.

Esta actividad consiste en la medida de la resistencia eléctrica de los conductores por fase del tramo de la línea en prueba, para dicho efecto se utilizará el método Voltímetro-Amperímetro con corriente continua.

Estas pruebas tienen como finalidad realizar una comparación entre los valores medidos de la resistencia eléctrica de los conductores después del tendido y los valores teóricos, cuya diferencia no deberá ser mayor al 5%.

Esta tolerancia además deberá ser aplicada para evaluar las diferencias existentes entre los valores medidos en las tres (03) fases.

El procedimiento a llevarse a cabo para esta medición consiste en conectar en un extremo de la línea las tres (03) fases (cortocircuitadas entre sí) a tierra, mientras tanto, el otro extremo de la línea deberá ser conectado a una fuente de corriente continua en dos de las tres fases. Debiendo repetirse la misma secuencia para cada una de las tres combinaciones de fases (R-S, S-T, T-R).

D. Medición de la Impedancia Directa.

Esta actividad será ejecutada bajo la siguiente secuencia:

- a) Se alimentará el tramo de la línea mediante una fuente monofásica de 220VCA que puede consistir en un grupo

electrógeno, pudiéndose utilizar en forma alternativa los servicios auxiliares de la sub estación, mientras tanto, en el otro extremo de la línea se deberá conectar las tres (03) fases (cortocircuitadas entre sí) a tierra.

- b) Posteriormente se efectuará las mediciones de los parámetros de corriente tensión y ángulo de desfasaje entre fases (R-S, S-T, T-R).
- c) La medida del desfasaje tiene por finalidad determinar los dos (02) componentes de la impedancia: Resistencia y Reactancia (Inductiva).

E. Medición de la Impedancia Homopolar

Esta actividad será ejecutada bajo la siguiente secuencia:

- a) Se cortocircuita las tres (03) fases en los dos extremos de la línea.
- b) Se conecta uno de los extremos de la línea (con las tres fases cortocircuitadas) a una fase de los servicios auxiliares de la sub estación, debiendo conectarse a tierra la otra fase de los servicios auxiliares. Por otro lado, en el otro extremo de la línea se deberán conectar las tres (03) fases (cortocircuitadas entre sí) a tierra. En este caso, el retorno de la corriente es por tierra.
- c) El valor medido de la corriente es sensiblemente el mismo que el valor medido en el caso de la impedancia directa, por lo que, es posible utilizar el mismo equipo de medida en ambos casos.
- d) Los parámetros a ser medidos son: La corriente alterna, la tensión y el ángulo de desfasaje.
- e) Para determinar la impedancia homopolar se debe multiplicar la impedancia medida por el voltímetro y amperímetro por un factor de tres (3).

F. Medición de la Impedancia Mutua y Propia.

Esta actividad será ejecutada bajo la siguiente secuencia:

- a) En uno de los extremos de la línea se deberá cortocircuitar las tres (03) fases, mientras tanto, en el otro extremo de la línea se conecta una de las fases a una de las fases de la fuente monofásica de 220 VCA. En este caso, el retorno de la corriente es por tierra.
- b) Para esta medición se emplean la misma fuente y equipos de medida utilizados en la medición de la impedancia directa.
- c) Los parámetros a ser medidos son: La corriente alterna, la tensión y el ángulo de desfasaje.

5.5.4.1 Requerimientos y Recursos.

- Multímetro.
- Megómetro.
- Voltímetros.
- Amperímetros.
- Multímetro.
- Fuente de alimentación de corriente continua (cc).
- Juegos de puestas a tierra temporarias.
- Pinza amperimétrica.
- Micro ohmímetro.
- Telurómetro.
- Tacómetro.

- Secuencímetro.
- Detector de tensión.
- Maletín de herramientas para electricista.
- Cinta aislante.
- Trapo industrial.

5.5.5 Seguridad y Salud en el Trabajo.

5.5.5.1 Medidas Generales de Prevención.

El capataz o jefe de grupo debe permanecer tiempo completo en el área de trabajo y no podrá ausentarse o dejar a los trabajadores sin supervisión directa. Ante alguna eventualidad que existan problemas de fuerza mayor, el supervisor debe sustituir al capataz de no ser así se debe detener los trabajos y asegurar el área.

No se permitirá a ningún trabajador una conducta o comportamiento inapropiado en el trabajo, actuar sin autorización.

Todo trabajador y dependiendo de su función cumplirá estrictamente lo siguiente:

- Todo trabajador que realice trabajos en altura deberá utilizar correctamente arnés y accesorios de protección contra caídas.
- Todo equipo deberá ser utilizado por el personal autorizado para el manejo de equipos.
- Los vehículos utilizados para el transporte deberán estar en buen estado.

- Los operarios deben hacer uso de los materiales, equipos y herramientas en buen estado y para lo que fueron diseñados.
- Todo trabajador debe cuidar y obedecer las señales de seguridad.
- Todo trabajador debe mantenerse fuera del alcance de cargas suspendidas.
- Las personas encargadas de emitir autorizaciones, no autorizará, ordenará o permitirá transgresiones a las reglas por la vida.
- No se permitirá el uso de celular, fumar y comer al momento de conducir, operar equipos y realizar trabajos en altura.
- Todo material, herramientas o elementos cargados en la tolva de las camionetas, deben estar siempre aseguradas o sujetas.
- Diariamente, al final de la jornada de trabajo, se debe realizar un ordenamiento y limpieza del área de trabajo.
- Todas las áreas de trabajo deben estar demarcadas o señalizadas con letreros, conos.
- No se podrá realizar ningún trabajo si no cumple con todo lo estipulado en el presente procedimiento.
- Es obligatorio el cumplimiento de los estándares de SST que la Empresa ha difundido, para la ejecución de sus actividades, así como las disposiciones y Reglamentos de Seguridad y Salud Ocupacional del sector que aplican.

5.5.5.2 Equipo de Protección Personal.

a) Colectivas

- Bandas de señalización de la zona de trabajo.
- Vallas de protección.
- Señales de tráfico.
- Señales de seguridad.
- De ser el caso, señales ópticas de balizamiento nocturno.

b) Individuales

- Cascos de protección.
- Guantes de trabajo.
- Guantes aislantes.
- Zapatos de seguridad.
- Gafas de protección contra impactos.
- Cinturón de sujeción.

5.5.5.3 Plan de Respuesta Ante Emergencias.

Durante la ejecución de las actividades de tendido se tendrá el siguiente equipamiento en el frente de obra:

- Botiquín de primeros auxilios
- Collarín, férulas
- Tabla rígida para evacuación
- Personal con conocimiento de primeros auxilios.
- Camioneta permanente durante la jornada

Nota: El Plan de respuesta a emergencias deberá ser de conocimiento de todo el personal del proyecto y contendrá la información precisa de la dirección y teléfonos de los centros asistenciales, hospitales, PNP, Bomberos, Indeci, etc.

6. RESPONSABILIDADES.

6.1 Gerente de Proyecto.

- Aplicar e impulsar las Políticas de Calidad, Seguridad y Salud en el Trabajo y Ambiental.
- Velar por el cumplimiento del Plan de Calidad, Programa de Seguridad y Salud en el Trabajo y el Plan de Medio Ambiente del proyecto.
- Proporcionar toda la logística y facilidades requeridas para el cumplimiento del presente procedimiento durante toda la ejecución de los trabajos.

6.2 Jefe de Proyecto / Jefe de Obra.

- Aplicar e impulsar las Políticas de Calidad, Seguridad y Salud en el Trabajo y Ambiental.
- Velar por el cumplimiento del Plan de Calidad, Programa de Seguridad y Salud en el Trabajo y el Plan de Medio Ambiente del proyecto.
- Velar porque los trabajos se ejecuten de acuerdo con todos los documentos técnicos del proyecto aprobados, tales como: Procedimientos Ejecutivos, Planos, Especificaciones Técnicas, Formatos y Normas, etc.
- Proporcionar toda la logística y facilidades requeridas para el cumplimiento del presente procedimiento durante toda la ejecución de los trabajos.
- Asegurar que los recursos humanos proporcionados sean competentes y con la experiencia idónea al cargo que ejercen.

Para el caso de los recursos materiales deberá asegurarse que cuenten con la certificación acreditada que garantice su calidad.

- Difundir y hacer de conocimiento entre toda la línea de mando operativa del proyecto el presente procedimiento y exigir su estricto cumplimiento.
- Verificar o repasar previamente las tareas críticas, con el personal asignado al desarrollo de la actividad, para asegurar el cumplimiento de seguridad y calidad requeridas.
- Programar las distintas actividades en los frentes de trabajo, comunicándole a los supervisores las prioridades de ejecución de la obra.
- Asegurar el cumplimiento en todos los niveles del mecanismo de reporte escrito de los incidentes o actos y condiciones sub estándares y desviaciones, que se pudieran presentar en el desarrollo de las tareas.

6.3 Coordinador SIG – Gestor de Calidad – Gestor de SST – Gestor de MA.

- Asegurar la difusión del presente procedimiento ejecutivo entre los trabajadores asignados al desarrollo de la actividad, para que se garantice el estricto cumplimiento.
- Coordinar la revisión y actualización del presente procedimiento, cuando se amerite.
- Asesorar y controlar el cumplimiento del presente procedimiento en todos los niveles de jerarquía del proyecto.
- Velar por el estricto cumplimiento del procedimiento, adoptando oportunamente las medidas correctivas entre el personal que incurra en infracciones al procedimiento aprobado.
- Evaluar y controlar a través de inspecciones de seguridad y

observaciones en las tareas que realiza el personal durante la actividad programada.

- Realizar inspecciones periódicas a los equipos, herramientas y EPP, previamente a su utilización, en almacén y en obra.
- Asesorar a los trabajadores en la identificación y control de Peligros y/o Riesgos.
- Capacitar a los trabajadores en temas relacionados con el control y prevención de los riesgos presentes en las actividades.
- Realizar la correcta gestión de los incidentes, actos y condiciones sub estándares y desviaciones de los procesos constructivos reportados por los trabajadores.

6.4 Supervisor de Campo.

Es responsable de difundir el presente procedimiento ejecutivo a todos los trabajadores asignados para el desarrollo de las actividades programadas, y de asegurar su estricto cumplimiento.

- Verificar que se cumplan los estándares de seguridad, calidad, medio ambiente y los procedimientos establecidos y aprobados para el proyecto.
- No permitir que personas sin autorización ingresen al área de trabajo, ni mucho menos cuando las actividades estén paralizadas.
- Revisión diaria del procedimiento ejecutivo, con las cuadrillas que participan en el desarrollo de los trabajos programados, previo al inicio de las actividades.
- Planificar y asegurar que se dispongan de todos los recursos humanos y materiales necesarios para una correcta ejecución de los trabajos programados.

- Reportar a su jefe inmediato y al Dpto. del SIG, la ocurrencia de incidentes, actos y condiciones sub estándares y/o desviaciones en el desarrollo de los trabajos.
- Supervisar la ejecución de todas y cada una de las actividades programadas, de acuerdo con los AST elaborados, a fin de verificar el cumplimiento seguro; caso contrario ordenará paralizar su ejecución hasta que se adopten las medidas correctivas que garanticen un trabajo seguro.
- Asumir la dirección y responsabilidad de los trabajos o decidir la paralización de estos, si por motivos de fuerza mayor se ausentara el capataz.
- Verificar el correcto estado de operación de todos los equipos y herramientas que se utilizaran en la actividad a desarrollar.
- Asegurar que todo el personal haga uso adecuado de los EPP asignados.

6.5 Capataz / Jefe de Campo.

Es el técnico responsable de la cuadrilla y deberá asegurarse del estricto cumplimiento del presente procedimiento, por parte de los trabajadores.

- Debe dar a conocer e instruir a todo el personal acerca del alcance del presente procedimiento ejecutivo para la actividad.
- Es la persona responsable de dirigir el desarrollo de la actividad programada, en coordinación con los responsables de cada cuadrilla de trabajo involucrada.
- Deberá verificar que el personal asignado a las trabajos a desarrollar, esté apto para las tareas programadas, caso contrario deberá ordenar su retiro de la zona de trabajo e informar al supervisor y Dpto. del SIG.

- Capacitar al personal antes de la ejecución de las tareas, respecto al desarrollo del presente procedimiento y prácticas de trabajo seguro, dejando el registro como constancia de la capacitación impartida.
- Permanencia obligatoria en su puesto de trabajo durante la ejecución de las actividades, en caso de su ausencia ocasional se detendrá la actividad hasta su retorno.
- Debe verificar permanentemente el cumplimiento por parte de todos los trabajadores, de los estándares de seguridad, calidad, medio ambiente y los procedimientos ejecutivos aprobados y de aplicación obligatoria en el proyecto.
- En caso de comprobar que una tarea no pueda ser ejecutada de una manera segura, de acuerdo con el AST aprobado, ordenará la paralización de la actividad hasta que se adopten las medidas que conduzcan a la ejecución de un trabajo seguro.
- Informar a su Jefe inmediato y al Dpto. SIG sobre la ocurrencia de incidentes, actos y condiciones sub estándares y/o desviaciones en el proceso constructivo previsto.
- Verificar el correcto estado de operatividad de todos los equipos y herramientas que se utilizaran durante el desarrollo de la actividad.
- Velar por disponibilidad y la correcta utilización de los EPP, por parte de todos los trabajadores a su cargo.
- Delimitar el área de trabajo con cintas de señalización, previo al inicio de las actividades, determinando la prohibición de ingreso al área, a todo personal no autorizado.

6.6 Trabajadores.

- Cumplir estrictamente el contenido del presente procedimiento ejecutivo para la actividad correspondiente.
- No realizar ninguna actividad, ni operar ningún equipo si no está debidamente capacitado y autorizado.

- Ejecutar todas las actividades encomendadas de acuerdo con lo señalado en el presente procedimiento ejecutivo.
- Todos los trabajadores que realicen trabajos en altura (a partir de 1.80 m), previamente deberán ser sometidos al examen médico correspondiente y ser calificados como aptos para la realización de los trabajos en altura.
- Asistir a sus labores en forma adecuada y con puntualidad, sin haber ingerido bebidas alcohólicas y/o drogas.
- Informar a su jefe inmediato de cualquier dolencia o afección personal que pudiera poner en riesgo la labor prevista a realizar en el día.
- Informar inmediatamente a su jefe inmediato y al Dpto. SIG, sobre la ocurrencia de incidentes, actos y condiciones sub estándares y/o desviaciones en el proceso constructivo.
- Verificar el correcto estado de operatividad de los equipos que le asignen para la el desarrollo de los trabajos programados.
- Utilizar correctamente y en forma permanente sus EPP.
- Delimitar el área de trabajo con cintas de señalización, previo al inicio de las actividades.