

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



“REFORMA DE LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN, 6544/L-655 Y 6544/6040 EN 60KV QUE INTERFIEREN CON LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO VÍAS NUEVAS DE LIMA, AMPLIACIÓN DE LA AV. RAMIRO PRIALÉ, DISTRITO ATE - LIMA, PERÚ.”

TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO ELECTRICISTA

AUTORES:

- Bach. OTINIANO SIALAS, CARLOS ALBERTO
- Bach. MINAYA MANRIQUE, LUIYI JULIO
- Bach. RISCO JAYO, LUIS ANGEL

ASESOR: ING. SANTOS MEJIA, CESAR AUGUSTO

CALLAO – 2018
PERU

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO

DEDICATORIA

A Dios, por permitirnos llegar a este momento tan especial. Por los triunfos y los momentos difíciles, que nos ha enseñado a valorarlo cada día más. A nuestras madres por la compañía durante todo el trayecto estudiantil y de vida. A nuestros padres por los consejos sabios y así guiarnos en la culminación de esta etapa profesional. A la amistad de Luis, Carlos y Luiyi; Por la formación de un gran equipo hasta lograr el propósito de titularnos.

AGRADECIMIENTOS

El agradecimiento a nuestros Maestros Ingenieros por su tiempo, su apoyo, su experiencia, que nos transmitieron en el desarrollo de nuestra formación profesional.

Y en especial el agradecimiento A nuestro Asesor Dr. Ing. Cesar Santos Mejía, por su dedicación y sus consejos que nos guio hasta la culminación de la presente tesis.

ÍNDICE

CARÁTULA	1
HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACIÓN	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTOS	5
ÍNDICE	6
ÍNDICE DE FIGURAS	9
ÍNDICE DE TABLAS	10
RESUMEN	11
ABSTRACT	12
I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	13
1.1 DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA.....	13
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	14
1.2.1 Problema General. -.....	14
1.2.2 Problemas Específicos.....	14
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	19
1.3.1 Objetivo General:	19
1.3.2 Específicos:.....	20
1.4 JUSTIFICACIÓN	20
II. MARCO TEÓRICO	24
2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO.....	24
2.2 BASES EPISTÉMICAS	25
2.3 BASES CIENTÍFICAS	25
2.4 MARCO CONCEPTUAL.....	25

2.4.1	NORMAS APLICABLES.....	25
2.4.2	CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS	26
2.4.3	CONDICIONES GENERALES DE OPERACIÓN.....	26
2.4.4	CAPACIDAD TÉRMICA DEL CONDUCTOR.....	26
2.4.5	DISEÑO DE AISLAMIENTO	28
2.4.6	DISTANCIAS DE SEGURIDAD	29
2.4.7	PUESTAS A TIERRA.....	30
2.5	DEFINICIONES DE TÉRMINOS BÁSICOS	71
III.	VARIABLES E HIPÓTESIS	72
3.1	VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN	72
3.2	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	73
3.3	HIPÓTESIS	73
IV.	METODOLOGÍA	75
4.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN	75
4.2	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	76
4.3	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	76
4.3.1	CARACTERÍSTICAS. -	77
4.3.2	DELIMITACIÓN. -	77
4.3.3	UBICACIÓN Y ESPACIO. -.....	77
4.3.4	TAMAÑO DE LA MUESTRA.....	79
4.4	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS ...	82
4.5.	PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	82
V.	RESULTADOS.....	84
VI.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	85

VII	CONCLUSIONES.....	86
VIII	RECOMENDACIONES	87
IX	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89
	ANEXOS.....	91
	ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA	92
	ANEXO 2.1: ESQUEMA VISTA PLANTA ÑAÑA.....	93
	ANEXO 2.2: ESQUEMA VISTA PLANTA HUAMPANÍ.....	94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1:	Km. 19+900 de la Ampliación de la Av. Ramiro Prialé e interfiere la construcción del intercambio Ñaña	16
Figura 1. 2	Km. 25+200 de la Ampliación de la Av. Ramiro Prialé e interfiere la construcción del intercambio Huanpani.....	17
Figura 2. 1	Distancia mínima del conductor a masa	59
Figura 2. 2:	Configuración de medición de resistividad.....	61
Figura 2. 3:	Familia de Curvas de Tagg (K+)	63
Figura 2. 4:	Gráfico de la Familia de Curvas de Tagg (K-).....	64
Figura 2. 5:	Familia de Curvas ρ vs a	65
Figura 2. 6:	Valore de (h, k)	65
Figura 2. 7:	Sistemas de Puestas a Tierra en Poste Metálico.....	67
Figura 2. 8	Sistema de Puesta a tierra en Poste de Concreto	69
Figura 4. 1:	Distribución Normal Estándar	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2. 1: Parámetros para el conductor.....	27
Tabla 2. 2: Parámetros a utilizar para el conductor	29
Tabla 2. 3: Parámetros a utilizar para el conductor	29
Tabla 2. 4: Planilla detallada de materiales	46
Tabla 2. 5: Resistencia de pernos	47
Tabla 2. 6: Composición del Conductor.....	49
Tabla 2. 7: Parámetros a utilizar para el conductor	53
Tabla 2. 8: Distancia de seguridad al terreno	60
Tabla 2. 9: Distancia entre Conductores que se Cruzan	60
Tabla 2. 10: Puesta a Tierra tipo “A”: Anillo	68
Tabla 2. 11: Puesta a Tierra tipo “B”: Anillo + contrapeso longitudinal ...	70
Tabla 2.12: Aplicabilidad del Diseño de Puesta a Tierra en la Instalación en Estructuras.....	70

RESUMEN

Teniendo en cuenta que la electricidad es uno de los principales vectores energéticos, donde su generación, transporte y distribución es muy importante para los seres humanos.

Las líneas de transmisión corresponden al conjunto de estructuras, conductores, cadenas de aisladores, herrajes y accesorios que transportan la energía eléctrica, desde los centros de generación hasta los centros de reparto, por tanto, son una de las claves de este sistema.

La presente tesis desarrollada tiene como objetivo mostrar una solución a la problemática del proyecto “Vías Nuevas de Lima, Ampliación de la Av. Ramiro Prialé” que se tiene actualmente, respecto a las líneas de transmisión en 60kV L-6544 / L-655 y L-6544 / L-6040.

Se identificaron las condiciones de las instalaciones existentes, donde se observó la necesidad de una reforma a las líneas de transmisión anteriormente mencionadas, con la finalidad de no reducir las áreas verdes, cumplir con la servidumbre de las líneas de transmisión, evitar futuros accidentes vehiculares, asegurar a las estructuras instaladas y cumplir con las distancias de seguridad que se encuentran en el reglamento eléctrico.

Se inició con un general histórico que han experimentado los seres humanos que transitan o viven próximos a las líneas de transmisión en 60kV L-6544, L-655, L-6544 y L-6040, y posteriormente pasando a la etapa experimental y de matematización, se logró resolver las interferencias de las líneas de transmisión con las “Vías Nuevas de Lima, Ampliación de la Av. Ramiro Prialé”.

En conclusión, se busca mantener un criterio técnico de distancias mínimas de seguridad para intercambios viales a futuro.

ABSTRACT

Taking into account that electricity is one of the main energy vectors, where its generation, transport and distribution is very important for human beings

The transmission lines correspond to the set of structures, conductors, chains of insulators, fittings and accessories that transport the electrical energy, from the generation centers to the distribution centers, therefore, they are one of the keys of this system.

The present thesis is intended to show a solution to the problem of the project "Vías Nuevas de Lima, Extension of Av. Ramiro Prialé" that is currently held, with respect to transmission lines in 60kV L-6544 / L-655 and L-6544 / L-6040.

The conditions of the existing facilities were identified, where the need for a reform to the aforementioned transmission lines was observed, with the purpose of not reducing the green areas, complying with the easement of the transmission lines, avoiding future vehicular accidents, insure the installed structures and comply with the safety distances found in the electrical regulations.

It began with a historical general experienced by humans who travel or live next to the transmission lines in 60kV L-6544, L-655, L-6544 and L-6040, and then moving on to the experimental and mathematical stage , it was possible to resolve the interferences of the transmission lines with the "New Ways of Lima, Extension of Av. Ramiro Prialé".

In conclusion, we seek to maintain a technical criterion of minimum safety distances for future road exchanges.

I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

El proyecto “Vías Nuevas de Lima” contempla la ejecución de la ampliación de la Av. Ramiro Prialé, desde la Av. Las Torres (Intercambio Huachipa) km 10+100 hasta el Puente Los Ángeles (Intercambio Los Ángeles) km. 29+000.

A la altura de los cruces de la referida vía, en el km 19+900 y 25+200, existen interferencias de líneas eléctricas de Alta y Baja tensión, así como líneas de comunicación, que deben ser reubicadas.

1.1 Determinación del Problema

La línea de transmisión L-6544/L-655 de 60 kV, fue instalado el año 1967, se encontraba libre de afectaciones, actualmente con el pasar de los años esta línea de transmisión ha sido afectada por viviendas en el tramo comprendido por el PAT 21 y el PAT 23, zona en donde los últimos años han ocurrido varios accidentes, por tal motivo El proyecto “Vías Nuevas de Lima” planteó el proyecto de reubicación de este tramo de la línea de transmisión a una zona libre donde la faja de servidumbre este desafectada.

La línea de Alta Tensión, Baja Tensión y Comunicación, que se ubica dentro de las instalaciones de la Central Hidroeléctrica Huampaní, de propiedad de ENEL GENERACIÓN - PERU, interfiere con El proyecto “Vías Nuevas de Lima”

El presente estudio de tesis ha considerado nuevos métodos de montaje de líneas de transmisión y se regularizará la servidumbre de la línea de transmisión.

1.2 Formulación del Problema

1.2.1 Problema General. -

Las Líneas de Transmisión en 60 kV; L-6544 y L-655 ubicados en Ñaña con L-6544 y L-6040 ubicados al interior de las instalaciones de la Central Hidroeléctrica Huampaní de propiedad de ENEL GENERACIÓN - PERU, interferirán con la ejecución del proyecto VIAS NUEVAS DE LIMA, **Ampliación de la Av. Ramiro Prialé- Lima**

1.2.2 Problemas Específicos.

a. Problema Específico. -

Las Líneas de Transmisión en 60 kV, L-6544 y L-655 ubicados en Ñaña, interferirán con la ejecución del proyecto VIAS NUEVAS DE LIMA, **Ampliación de la Av. Ramiro Prialé- Lima**

b. Problema Específico. -

Las Líneas de Transmisión en 60 kV, L-6544 y L-6040 ubicados al interior de las instalaciones de la Central Hidroeléctrica Huampaní de propiedad de ENEL GENERACIÓN - PERU, interferirán con La ejecución del proyecto VIAS NUEVAS DE LIMA, **Ampliación de la Av. Ramiro Prialé- Lima**

Consideraciones técnicas de intercambio vial.

La ejecución del proyecto VIAS NUEVAS DE LIMA, se encuentra en la trayectoria de la ejecución de la Ampliación de la Av. Ramiro Prialé, interferencias en los intercambios viales a construir, con Líneas de Transmisión en 60 kV, desde la Av. Las Torres (Intercambio Huachipa) km 10+100 hasta el Puente Los Ángeles (Intercambio Los Ángeles) km. 29+000., por lo que fue necesario identificar los problemas de interferencias donde se ha planteado alternativas de ingeniería, los cuales son:

Intercambio Ñaña

La línea de Alta Tensión de propiedad de ENEL GENERACIÓN - PERU, de código L-6544, que se ubica en la calle Alameda - Ñaña, está emplazada en el área de intervención de la obra vial – km. 19+900 de la Ampliación de la Av. Ramiro Prialé – e interfiere la construcción del intercambio Ñaña que se tiene previsto ejecutar.

La problemática, se refiere en la existencia de un poste de concreto centrifugado en el eje de la nueva vía, y debido a la sobreelevación de la rasante de esta vía no se cumple con la distancia mínima de seguridad entre la catenaria y la nueva vía. Los postes adyacentes de los vanos comprometidos son también de concreto armado centrifugado.

Intercambio Huampaní

La línea de Alta Tensión, Baja Tensión y Comunicación, que se ubica dentro de las instalaciones de la Central Hidroeléctrica Huampaní, de propiedad de ENEL GENERACIÓN - PERU, está emplazada en el área de intervención de la obra vial – km 25+200 de la Ampliación de la Av. Ramiro Prialé e interfiere la construcción del intercambio Huampaní que se tiene previsto ejecutar.

La problemática, sobre las líneas de Alta Tensión, se refiere a la sobreelevación de la rasante de esta nueva vía, con lo que no se cumple con la distancia mínima de seguridad entre la catenaria y la nueva vía. Los dos vanos comprometidos se encuentran, cada uno, entre 2 PAT metálico, que tienen la configuración de anclaje.

Sobre la problemática de las líneas de baja tensión y comunicación, por su altura estas interfieren directamente con la plataforma de la nueva vía.

Ubicación y alcances de la Tesis:

a.- UBICACIÓN

La línea de Alta Tensión en Ñaña, se ubica en la margen izquierda del Rio Rímac, en la progresiva 19+900 de lo que será la prolongación de la Av. Ramiro Prialé, de acuerdo a la siguiente vista:

Figura 1. 1: km. 19+900 de la Ampliación de la Av. Ramiro Prialé e interfiere con la construcción del intercambio Ñaña



Fuente: Fotografía tomada por grupo de Tesista

Respecto a las Líneas de Alta Tensión, Líneas de Baja Tensión y Líneas de Comunicación que se encuentran dentro de las instalaciones de la Central Hidroeléctrica Huampaní, que se ubican en la margen izquierda del Rio Rímac, en la progresiva km 25+200 de lo que será la prolongación de la Av. Ramiro Prialé, de acuerdo a la siguiente vista:

Figura 1. 2: km. 25+200 de la Ampliación de la Av. Ramiro Prialé e interfiere la construcción del intercambio Huampaní



Fuente: Fotografía tomada por grupo de Tesista

b.- ALCANCES

La presente tesis establece los criterios de diseño que han sido aplicados en el desarrollo de la Ingeniería a nivel definitivo para la Reubicación de la Línea de Transmisión en 60 kV, Doble terna, L-6544 de ENEL GENERACIÓN - PERU y L-655 de LUZ DEL SUR, entre las estructuras N° 21 y N° 23, ubicados en la Av. Bernard Balaguer en la localidad de Ñaña.

Intercambio Ñaña

Como alternativa técnica, se ha considerado la siguiente propuesta:

- Retiro del poste existente que se ubica en el eje de la nueva vía, y cambio de conductor de los vanos adyacentes.
- Instalación de poste en cada extremo de la nueva vía, de altura tal que la catenaria de dicho vano, en la condición de máxima flecha, cumple con la distancia mínima de seguridad con respecto a la nueva rasante. Según recomendaciones del Código Nacional de Electricidad (CNE) - Suministro, Reglamento Nacional de Edificaciones, vigentes a la fecha.

Intercambio Huampaní

- Sobre la línea de Alta tensión, se planteó como alternativa técnica la instalación de postes adicionales, cercanos a la nueva vía Ramiro Prialé, para cada línea, con la finalidad de elevar cada tramo, en la cual se consiguió una altura tal que la catenaria de dichos vanos guarde la distancia mínima de seguridad con respecto a la nueva rasante, según recomendaciones del Código Nacional de Electricidad (CNE) - Suministro, Reglamento Nacional de Edificaciones, vigentes a la fecha.

Para tal efecto, y de acuerdo a los cálculos obtenidos, se ejecutarán los trabajos antes indicados, sin Tensión durante maniobras de traslado de conductores en la Línea de Alta Tensión a reubicar, Dichas líneas estarán conformada por la instalación de tres postes, según diseño electromecánico, las cuales están ubicadas, según plano, dentro del área de influencia de la concesión.

Con esta propuesta se debe comprometer el servicio eléctrico en dos eventos, los cuales son:

- 1.- Luego de realizar el tendido de la línea provisional, se deberá proceder con el corte de energía eléctrica de la línea de A.T. por un periodo mínimo de tiempo para efectuar la conexión de la misma, y dejar fuera de servicio

el tramo existente para que pueda ser trabajado y sustituido por la nueva configuración.

2. Luego de culminado el tendido de la nueva línea en el mismo eje de la actual línea existente, se procederá a realizar un corte de energía eléctrica por un periodo mínimo de tiempo, para proceder con la puesta en servicio de la nueva red aérea, la cual cumplirá con todas las exigencias técnicas y normas actuales; posteriormente y luego de la puesta en servicio, se procederá al retiro total de la red provisional.

Cabe indicar que para el tendido de la red provisional se debe solicitar a LUZ DEL SUR, el traslado de la red de M.T. existente para poder realizar el tendido de la red provisional, asimismo se procederá con la respectiva tala de árboles.

Sobre las líneas de baja tensión y comunicación, estas se instalarán de manera subterránea a través de canaleta o tubería de PVC protegido.

A partir de las consideraciones técnicas de las propuestas presentadas, y aprobadas por ENEL GENERACIÓN - PERU, se procederá a la elaboración del proyecto de ingeniería a detalle, que incluye los cálculos, especificaciones técnicas, planos, etc. de acuerdo a la Normatividad vigente por el estado peruano.

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General:

Realizar la reubicación de las Líneas de Transmisión en 60 kV, L-6544 y L-655 ubicados en Ñaña y la línea de transmisión L-6544 y L-6040 ubicados en el interior de las instalaciones de la Central Hidroeléctrica Huampaní de propiedad de ENEL GENERACIÓN - PERU, evitando de esta manera, las interferencias con La ejecución del proyecto VIAS NUEVAS DE LIMA,

Ampliación de la Av. Ramiro Prialé- Lima

1.3.2 Específicos:

a.- Especifico

Realizar la reubicación de las Líneas de Transmisión en 60 kV, L-6544 y L-655 ubicados en Ñaña de propiedad de ENEL GENERACIÓN - PERU, evitando de esta manera, la interferencia con La ejecución del proyecto VIAS NUEVAS DE LIMA, **Ampliación de la Av. Ramiro Prialé- Lima.**

b.- Especifico

Realizar la reubicación de las Líneas de Transmisión en 60 kV, la L-6544 y L-6040 ubicados en el interior de las instalaciones de la Central Hidroeléctrica Huampaní de propiedad de ENEL GENERACIÓN - PERU, evitando de esta manera, las interferencias con La ejecución del proyecto VIAS NUEVAS DE LIMA, **Ampliación de la Av. Ramiro Prialé- Lima**

Sustento técnico de los objetivos. -

El objetivo del presente documento es presentar la alternativa técnica para reubicar las Líneas de Alta Tensión que se ubica en la calle Alameda Ñaña, así como la reubicación de Líneas de Alta Tensión, Líneas de Baja Tensión y Líneas de Comunicación que se encuentran dentro de las instalaciones de la Central Hidroeléctrica Huampaní; ambas en las progresivas antes indicadas. A partir de la aprobación de la propuesta técnica que se incluye en el presente documento, se formulará la presente tesis.

1.4 Justificación

a.- Justificación Legal

Los códigos y Normas aplicadas son, como requerimiento mínimo, según las últimas ediciones y/o enmiendas indicadas en:

- Código Nacional de Electricidad (CNE) - Suministro 2011.
- Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos, aprobada por Decreto Supremo N° 020-97-EM.

- Ley de Concesiones Eléctricas (Ley N° 25844).
- Reglamento de Fiscalización de las Actividades Energéticas por Terceros (D.S. N° 029-97 EM).
- Reglamento de Protección Ambiental en las Actividades Eléctricas (D.S. N° 029-94- EM).
- Reglamento de Seguridad e Higiene Ocupacional del Sub Sector de Electricidad (R.M. N° 161-2007-EM/VME).
- Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Ley General de Residuos Sólidos N° 27314.
- Ordenanza Municipal (Gestión de residuos sólidos).
- Reglamento de la ley de concesiones eléctricas, aprobado por D.S. N° 009-93-CM.
- Normas Técnicas del Seguro Complementario de Trabajo de Riesgo D.S. 003-98 SA.
- Procedimiento Técnico del COES (PR 20).
- Para los casos no contemplados en los documentos anteriores se podrá aplicar recomendaciones según las últimas ediciones y/o enmiendas indicadas en:
 - RUS 1724-E200 Rural Utilities Service.
 - NESC National Electrical Safety Code.
 - DIN Deutsche Industrie Normen.
 - VDE Verbau Deutsche Electrotechniker.
 - ANSI American National Standars Institute.
 - AISI American Iron and Steel Institute.
 - ASTM American Society for Testing and Materials.
 - IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers.
 - NEC National Electrical Code.
 - NEMA National Electrical Manufactures Association.
 - CSA Canadian Standards Association.
 - IEC International Electrotechnical Commission.
 - AEIC Association of Edison Illuminating Companies.

b.- Justificación Teórica

La adecuación y mejoras de líneas de transmisión con voltajes en 60 kV como L-6544 con L-655 y L-6544 con L-6040 está principalmente motivada por las resultantes en interferencias originadas por el desarrollo urbanístico, donde el conocimiento teórico está basado en el uso de Normas Eléctricas, Código Nacional de Electricidad - Suministro, así como normas internacionales.

c.- Justificación Tecnológica

Las empresas del sector eléctrico deben respetar y cumplir los estándares técnicos que incluyen: 1) el Código Nacional de Electricidad (CNE), Suministro y Utilización, que busca establecer los criterios técnicos de seguridad para los operadores de instalaciones eléctricas y usuarios finales; 2) la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos, que instituye los niveles mínimos de calidad de los servicios eléctricos; y 3) el Reglamento de Seguridad e Higiene Ocupacional del Subsector Electricidad, que establece las condiciones de seguridad e higiene ocupacional para todas las actividades eléctricas.

d.- Justificación Económica

En las dos últimas décadas la demanda de energía en el Perú ha aumentado en forma sostenida como consecuencia del incremento de las inversiones, el crecimiento económico y los nuevos hábitos de consumo relacionados con el desarrollo.

No existe una combinación ideal de los tres objetivos mencionados.

La combinación óptima es única para cada sistema y varía conforme a cada condición de operación.

Los objetivos de seguridad y economía son aún contradictorios a causa de razones obvias; una mayor seguridad implica mayores costos de operación.

e.- Justificación Social

La energía eléctrica producida en las estaciones generadoras es transportada a grandes distancias y alto voltaje a través de líneas de transmisión hasta los puntos de utilización, por lo que las Líneas Eléctricas en 60 kV, justifican su utilización, con el requerimiento de uso de Faja de servidumbre de 16m, según Código Nacional de Electricidad – Suministro. Esta distancia en la Servidumbre deberá de contemplar las viviendas que actualmente se encuentran en las cercanías de las Líneas Eléctricas.

f.- Justificación Práctica.

La tecnología reciente permite realizar las mejoras de Líneas de Transmisión, considerando los entrenamientos del personal técnico y personal de ingeniería, requiriendo un menor tiempo, con el uso de maquinaria aislada por nivel de tensión, comunicación en tiempo real, personal para maniobra en alta tensión.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del Estudio

La Municipalidad Provincial de Lima ha proyectado la modificación del recorrido del tramo de la línea 60 kV, Doble Terna L- 6544 con L-655, donde L-6544 de propiedad de ENEL GENERACIÓN - PERU y L-655 de propiedad de LUZ DEL SUR, se adecuaran entre las estructuras PAT-21 y PAT-23, ubicados en la Av. Bernard Balaguer en la localidad de Ñaña, en el margen izquierdo del Río Rimac, en la progresiva km 19+900; ambas en las progresivas indicadas de lo que es la prolongación de la Av. Ramiro Prialé, con la finalidad de desafectar la faja de servidumbre en este tramo y en consecuencia salvaguardar la integridad física de las .personas que circundan la zona.

Diseño de una Línea de Transmisión en 60kV de 0,51 km de longitud total, dividido en dos tramos:

- Tramo A: PAT 21 a PAT 23 de 0,306 km de longitud, L-654 con L-655.
- Tramo B: Al interior de C.H. Huampaní a L-6544 con L-6040 de 0,204 km de longitud.

La línea de transmisión L-6544 y L-655 de 60 kV en su instalación en el año de 1967 se encontraba libre de afectaciones, actualmente con el pasar de los años esta línea de transmisión ha sido afectada por viviendas en el tramo comprendido por la PAT 21 y el PAT 23, zona en donde los últimos años han ocurrido varios accidentes, por tal motivo se ejecuta la presente tesis considerando la reubicación de este tramo de la línea de transmisión a una zona libre donde la faja de servidumbre este desafectada.

Para la realización del proyecto se consideraron nuevos métodos de montaje de líneas de transmisión y se regularizo la servidumbre de la línea de transmisión.

2.2 Bases Epistémicas

La presente tesis indica como debe ser el análisis de obtención de distancias de seguridad para las Líneas en 60 kV, para lo cual se conoce las características técnicas de las instalaciones propuestas de Las Líneas de Transmisión en 60 kV; L-6544 con L-655 ubicados en Ñaña y L-6544 con L-6040 al interior de las instalaciones de la Central Hidroeléctrica Huampaní de propiedad de ENEL GENERACIÓN - PERU, distancias que permiten no interferir con La ejecución del proyecto VIAS NUEVAS DE LIMA, **Ampliación de la Av. Ramiro Prialé- Lima.**

Los resultados obtenidos, permiten ampliar los conocimientos técnicos en electricidad de transmisión de energía eléctrica.

2.3 Bases Científicas

La presente Tesis ha contemplado la realización de procesos para cumplir con las actividades científicas los cuales han sido determinados sobre la base científica y comprende los estudios técnicos de Las Líneas de Transmisión en 60 kV; L-6544 con L-655 (Ñaña) y L-6544 con L-6040 al interior de las instalaciones de la Central Hidroeléctrica Huampaní de propiedad de ENEL GENERACIÓN - PERU, distancias que permiten no interferir con La ejecución del proyecto VIAS NUEVAS DE LIMA, **Ampliación de la Av. Ramiro Prialé- Lima.**

2.4 Marco Conceptual

2.4.1 Normas Aplicables

Los criterios empleados en el cálculo de las distancias de seguridad de la línea de transmisión en 60 kV, se rigen por las disposiciones del Código Nacional de Electricidad (CNE) - Suministro, Norma VDE 0210, Norma IEC, Código NESC, y otras normas internacionales, las mismas que establecen los requerimientos mínimos a que se sujeta el desarrollo de la ingeniería del proyecto.

2.4.2 Características climáticas

Temperatura Ambiente

Máxima : 32°C

Media : 20°C

Mínima : 5°C

Velocidad Viento

a) 80 km/h, 15°C, según Código Nacional de Electricidad tabla 250-1. A

b) 94 km/h, 10°C, según Código Nacional de Electricidad tabla 250-1. B

Humedad Relativa : 90% - 100%

Nivel Ceraúnico : 0 días – tormenta/año

Nivel de contaminación : Cercanía de áreas con ambiente altamente polvo en suspensión

2.4.3 Condiciones Generales de Operación

Tensión Nominal : 60 kV

Tensión máxima de operación : 72,5 kV

Nivel Básico de Aislamiento : 325 kV; según IEC 60071-1

Corriente de Falla Monofásica : 6,4 kA (SET Ñaña)

2.4.4 Capacidad Térmica del Conductor

Características del Conductor

Sección Nominal : 304 mm²

Configuración : 37 x 3,23 mm

Diámetro exterior : 22,63 mm

Peso : 0,838 kg/m (8,22 N/m)

Carga de rotura : 9 311kg (91 34kN)

Coefficiente térmico de dilatación : 0,000023 1/°C

Módulo de elasticidad final : 5 700 kg/mm² (55,86 kN/mm²)

Capacidad de Corriente

El procedimiento está basado en el IEEE Standard 738 para el cálculo de la relación corriente – temperatura de conductores desnudos (International Electrical and Electronical Engineers – Standard for Calculating the Current – Temperature Relationship of Bare Conductors). Los parámetros utilizados se resumen en el cuadro siguiente:

Tabla 2. 1: Parámetros para el conductor

DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR
Conductor:	-	AAAC 304 mm ²
Diámetro	mm	22,63
Resistencia eléctrica a:		
- 25 °C	Ohm/km	0,1132
- 75 °C	Ohm/km	0,1321
Coefficiente de absorción solar	-	0,5
Emisividad	-	0,5
Medio ambiente:		
Temperatura ambiente	°C	32
Velocidad del viento	m/s	0,61
Angulo de viento sobre el conductor	grados	90
Latitud	°Sur	12
Hora del día	Hras	10
Dirección del conductor	-	Norte-Sur
Atmósfera	-	Industrial

Fuente: Elaborado por grupo de tesista

Capacidad Térmica

La capacidad térmica de transmisión se determinó a partir de la siguiente expresión:

$$S = \sqrt{3} * V * I * 10^{-3}$$

S : Capacidad de transmisión, MVA

V : Voltaje entre fases, kV

I : Corriente de fase, A

Considerando una temperatura límite de diseño para el conductor AAAC 304mm² de 75°C, su capacidad máxima de corriente llega a 693 A. Por lo tanto, se garantiza una capacidad de transmisión máxima de 72 MVA.

2.4.5 Diseño de Aislamiento

Los criterios utilizados para la selección del aislamiento son los siguientes:

- a. Selección por nivel de aislamiento a frecuencia industrial.
- b. Selección por nivel de aislamiento a impulso.
- c. Selección por distancia de fuga.
- d. Uso de aisladores poliméricos según lo indicado por la concesionaria local.

Las cotas o elevaciones determinadas son inferiores a los 1000 m.s.n.m. y por lo tanto no se requieren correcciones por altura de los valores estimados de sobretensiones ni verificación del comportamiento de la línea ante descargas atmosféricas.

Selección por nivel de aislamiento a frecuencia industrial bajo lluvia

De acuerdo a normas IEC 71-1 el nivel de aislamiento a frecuencia industrial es 140 kV para la tensión máxima de servicio de 72,5 kV.

Selección por nivel de aislamiento a impulso

De acuerdo a normas IEC 60071-1 el nivel de aislamiento a impulso es de 325 kV para la tensión máxima de servicio de 72,5 kV.

Diseño del aislamiento por distancia de fuga

La línea de transmisión se caracteriza por atravesar áreas contaminadas (fábricas industriales, zona urbana) con lluvias escasas. Por lo tanto, se les ubicó en el nivel de contaminación alto (Nivel IV) según norma IEC-815, para el cuál se recomienda una distancia de fuga mínima de 31 mm/kVff para la tensión máxima de servicio.

La distancia mínima de fuga requerida D_f es igual a:

$$D_f = 72,5 \times 31 \text{ mm/kV}$$

$$D_f = 2\ 248 \text{ mm}$$

2.4.6 Distancias de Seguridad

Las cotas o elevaciones son inferiores a los 1000 m.s.n.m. y por lo tanto no se requieren correcciones por altura.

2.4.6.1 Distancias Mínimas de Seguridad al Terreno

Tomando como referencia el Código Nacional de Electricidad (CNE) – Suministro 2011; Tabla 232-1a, se considera como distancias mínimas de seguridad al terreno.

Tabla 2. 2: Parámetros a utilizar para el conductor

DESCRIPCIÓN	LÍNEA DE 60 kV
- Al cruce de carreteras y avenidas	7,6 m
- Al cruce de calles	7,6 m
- Al cruce de vías de ferrocarril	9,4 m
- A lo largo de carreteras y avenidas	7,0 m
- A lo largo de calles	7,0 m
- A áreas no transitado por vehículos	5,5 m
- Sobre el nivel más alto de río no navegable	7,0 m

Fuente: Código Nacional de Electricidad – Suministro 2011

2.4.6.2 Distancia Mínima entre Conductores que se cruzan

Como referencia el Código Nacional de Electricidad (CNE) - Suministro 2011; Tabla 233-1, corregida por tensiones que sobrepasan 23 kV (Art. 233.C.2.a).

Tabla 2. 3: Parámetros a utilizar para el conductor

NIVEL INFERIOR	LÍNEA DE 60 kV
2.Comunicaciones: cables y cables mensajeros	2,3 m

Fuente: Código Nacional de Electricidad – Suministro 2011

2.4.6.3 Distancia Mínima Horizontal entre Conductores

Referencia Art. 235.B.1.b (2) Y Art. 235.B.2, conductores de línea mayores de 35 mm².

$$H = 7.6 * kV + 8 * \sqrt{2.12 * S} + lc * \text{Sen}\Phi$$

Donde:

H: Distancia mínima horizontal entre conductores (mm)

kV: Máxima tensión de servicio (72,5 kV)

S: Flecha (2 400 mm para: T=15°C, PV=303 Pa, Vano=170 m)

Φ: Máximo ángulo a (400 para: T=15°C, PV=303 Pa)

lc : Longitud de cadena de aislador (1 245 mm)

$$H = 1\ 922\ \text{mm}$$

2.4.6.4 Distancia Mínima del Conductor a Masa

El Código Nacional de Electricidad (CNE) - Suministro Art. 235.E, no establece claramente las distancias de seguridad del conductor a masa (estructura). Se adoptará como criterio de diseño el Manual de Líneas de Transmisión de Alta Tensión, así como de empresas con experiencia en instalaciones de líneas de Alta Tensión y las recomendaciones de la Concesionaria

Donde:

a : 0,64m (condición diaria).

b : 0,41m (condición 1 vez/año, para T= 25°C, P= 76Pa, probabilidad que ocurra una sobretensión de maniobra)

c : 0,13m (condición 1 vez/10 años, para T=20°C, P=303Pa, probabilidad que ocurra una sobretensión de frecuencia industrial)

2.4.7 Puestas a Tierra

Los criterios para el diseño de la puesta a tierra en las estructuras, se realizaron con las siguientes consideraciones:

- Reducción de la resistencia a tierra en las estructuras, con la finalidad

de proteger a las personas contra tensiones de toque o de paso peligrosas; también por corrientes de dispersión o durante fallas a tierra de la línea.

- Obtener un valor mínimo de resistencia de puesta a tierra de 25 ohmios tal como lo exige el Código Nacional de Electricidad (CNE) - Suministro en el Artículo: 036.B.
- Sección mínima del conductor exigida por norma.
- Normalización con materiales existentes, en particular se verificaron los materiales disponibles en almacenes del ejecutor.

Las puestas a tierra se definieron finalmente en función de los valores de la resistividad del terreno medidos en la zona y los valores de corriente de cortocircuito de la SET ÑAÑA y C.H. HUAMPANI proporcionados por la Concesionaria local y ENEL GENERACIÓN - PERU.

A. Criterios de Diseño Mecánico

a.1. Hipótesis de carga del conductor

De las características climatológicas establecidas en el ítem 2.4.2, se aplicó las condiciones más exigentes según lo establece el CNE, para nuestro caso la velocidad del viento es de 80 km/h a 15°C.

HIPÓTESIS N° 1 : TENSIÓN DE CADA DÍA (EDS)

- Temperatura media : 20°C
- Presión del viento : 0 kg/m²
- Esfuerzo de Trabajo : 14% de carga de rotura (inicial)

HIPÓTESIS N° 2 : MÁXIMO ESFUERZO (Viento Máximo)

- Temperatura media : 15°C
- Presión del viento : 30,82 kg/m² (80 km/h)
- Esfuerzo de Trabajo : <80% de carga de rotura (Art.261.H.1.a CNE)

HIPÓTESIS N° 3 : ESFUERZO SIN CARGA EXTERNA

- Temperatura media : 25°C
- Presión del viento : 0 kg/m²
- Esfuerzo de Trabajo : <20% de carga de rotura (Art.261.H.1.b CNE)

HIPÓTESIS N° 4 : TEMPERATURA MAXIMA

- Temperatura máxima : 75°C (Art.232.A.2 CNE)
- Presión del viento : 0 kg/m²

HIPÓTESIS N° 5 : FLECHA MINIMA (TEMPERATURA MIN/MA)

- Temperatura mínima : 5°C
- Presión del viento : 0 kg/m²
- Esfuerzo de Trabajo : <80% de carga de rotura (Art.261.H.1.a CNE)

HIPÓTESIS N° 6 : OSCILACION DE LA CADENA

- Temperatura media : 25°C (Art. 235.B.2)
- Presión del viento : 29,5 kg/m² (78.3 km/h, P=290 Pa)

a.2. Cálculo Mecánico de las Estructuras

Se definen las hipótesis de carga y el diagrama de carga actuantes sobre la estructura.

a.2.1. Definiciones Básicas de Diseño para el Cálculo Mecánico de Estructuras.

Cada tipo de estructura se diseñará en función de sus vanos característicos siguientes:

- Vano lateral: El vano más largo admisible de los adyacentes a la

estructura, que determina las dimensiones geométricas.

- Vano viento: La longitud igual a la semisuma proyectada de los vanos adyacentes.
- Vano peso: La distancia horizontal entre los puntos más bajos (reales o ficticios) del perfil del conductor en los dos vanos adyacentes a la estructura y que determinan la reacción vertical sobre la estructura en el punto de amarre del conductor.

En el diseño de las estructuras, se tubo en consideración el ángulo de desvío máximo admitido para los conductores.

Hipótesis de Carga para el Cálculo de las Estructuras

Las hipótesis de diseño en cuanto a la máxima carga, son las siguientes:

Estructura en Suspensión

- Hipótesis 1: Tendido de Conductor
Tendido de conductor con EDS inicial determinado mediante el PLSCADD, que permitirá verificar las cargas verticales sobre la estructura.
Temperatura media: 20°C
Presión de viento nulo: 0 kg/m²
- Hipótesis 2: Viento máximo transversal
Presión de viento máximo transversal al eje de la línea, sobre conductores y aisladores 12,25 kg/m².
Presión de viento máximo transversal sobre el poste metálico 12,25 kg/m².
Temperatura 10°C
Conductores y cable de guarda sanos.

- Hipótesis 3, 4, 5: Rotura de conductor de fases superior, intermedia e inferior alternadamente (uno por vez) del circuito.

Se considera una reducción de tiro vertical y transversal remanente en el conductor por efecto del desplazamiento de la cadena de aisladores del 50%.

Demás conductores sanos

Temperatura media: 20°C

Presión de viento nulo: 0 kg/m²

La carga vertical será igual a la componente vertical del tiro de montaje a un ángulo de 60°, más el vano peso reducido al 75%, más el peso de aisladores y herrajes, más 250 kg por peso de operarios más herramientas.

La carga transversal debido a la tensión del conductor se incrementará en un 15% debido al jalado del winche por un lado al pasar el conductor por la roldana.

La carga longitudinal se reducirá al 15% del tiro remanente debido a la diferencia de tiros.

Estructura de Anclaje

- Hipótesis 1: Tendido de Conductor

Tendido de conductor con EDS inicial determinado mediante el PLSCADD, que permitirá verificar las cargas verticales sobre la estructura.

Temperatura media: 20°C

Presión de viento nulo: 0 kg/m²

- Hipótesis 2: Viento máximo transversal

Presión de viento máximo transversal al eje de la línea, sobre conductores y aisladores 12,25 kg/m².

Presión de viento máximo transversal sobre el poste metálico 12,25 kg/m².

Temperatura 10°C

Conductores y cable de guarda sanos.

- Hipótesis 3, 4, 5: Rotura de conductor de fases superior, intermedia e inferior alternadamente (uno por vez) del circuito.

Se considera una reducción de tiro vertical y transversal remanente en el conductor por efecto del desplazamiento de la cadena de aisladores del 50%.

Demás conductores sanos

Temperatura media: 20°C

Presión de viento nulo: 0 kg/m²

La carga vertical será igual a la componente vertical del tiro de montaje a un ángulo de 60°, más el vano peso reducido al 75%, más el peso de aisladores y herrajes, más 250 kg por peso de operarios más herramientas.

La carga transversal debido a la tensión del conductor se incrementará en un 15% debido al jalado del winche por un lado al pasar el conductor por la roldana.

La carga longitudinal se reducirá al 15% del tiro remanente debido a la diferencia de tiros.

a.3. Factores de Sobrecarga para Estructuras

Se tomó como referencia el Nuevo Código Nacional de Electricidad para el caso de grado de construcción tipo C, (Art. 253 - Tabla 253-1), esto es:

Estructuras de Madera:

- Cargas Verticales : 1,50
- Cargas Transversales debido al viento : 1,75
- Cargas Transversales debido a la tensión : 1,30

Estructuras Metálicas:

- Cargas Verticales : 1,50
- Cargas Transversales debido al viento : 2,20
- Cargas Transversales debido a la tensión : 1,10
- Cargas Longitudinales en anclajes : 1,10

a. 4 Factores de Resistencia para Estructuras

El Código Nacional de Electricidad (Tabla 261-A) establece que los valores de sobrecarga dados en el ítem anterior son utilizados con los siguientes factores de resistencia:

- Estructuras de Madera : 0,85
- Estructuras Metálicas : 1,00

B DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

b.1 Línea de Transmisión Aérea 60kV

b.1.1 Características Principales de la Línea de Transmisión

- Tensión : 60 kV
- N° de circuitos : 2
- Longitud : 0,67 km
- Conductor activo : AAAC 304 mm²
- Estructuras : Postes metálicos para estructuras de suspensión en doble terna.

Estas estructuras son de acero galvanizado para ángulo y retención en doble terna

- Aisladores : Tipo Suspensión y tipo line Post de composite de goma de silicona

b.1.2 Ruta de la Línea

De acuerdo a la información proporcionada por parte de la Dirección Municipal de Desarrollo Urbano - DORU de la Municipalidad Metropolitana de Lima, se tomó en consideración la ejecución del proyecto "Actualización del Sistema Vial Metropolitano", el cual comprende LA CONSTRUCCIÓN DEL INTERCAMBIO VIAL ÑAÑA, ubicado en el Km **19+900** así como la reubicación de Líneas de Alta Tensión, Líneas de Baja Tensión y Líneas de Comunicación que se encuentran dentro de las instalaciones de la Central Hidroeléctrica Huampaní en la progresiva **25+200** DE LA AMPLIACIÓN DE LA AV. RAMIRO PRIALÉ.

Considerando lo anterior el eje de la línea se mantuvo necesariamente por una de las dos bermas proyectadas en el presente estudio.

Para efectos de construcción, el recorrido de la línea de transmisión 60kV es entre las PATs PAT -21 y PAT-23.

Tramo A: PAT PAT 21 a PAT-23 ÑAÑA

El trazo de ruta del Tramo A, Líneas de Transmisión 6544/L-655 se inicia en la PAT N° 21 a N° 23 de la carretera Ramiro Priale a ÑAÑA. El eje de la línea se desplaza de norte a sur inicialmente por la futura berma del lado izquierdo hasta llegar a la SET Ñaña ubicado en el km 19+900 como 6544/L-655.

Tramo B: PATS AL INTERIOR DE C.H. HUAMPANI (6544/6040)

Reubicación de Líneas de Alta Tensión, Líneas de Baja Tensión y Líneas de Comunicación que se encuentran dentro de las instalaciones de la Central Hidroeléctrica Huampaní en la progresiva **25+200**.

El trazo de ruta de este tramo presenta las siguientes características:

- Longitud total : 0.56 km
- Numero de vértices : 7 (V-1 al V-7)
- Altitud estructura de salida : 650,00 m.s.n.m

- Altitud SET Ñaña : 680,00 m.s.n.m
- Cruce vías principales : Carretera Central

El trazo de ruta descrito se muestra en las figuras N° 1.1 y 1.2 a escala 1:1000.

b.1.3 Materiales de la Línea de Transmisión

b.1.3.1 Conductor

Tipo y Material

Se utilizó el conductor de aleación de aluminio de 304 mm², engrasado internamente.

Características

- Sección Nominal : 304 mm²
- Configuración : 37 x 3,23 mm
- Diámetro exterior : 22,63 mm
- Peso : 0,838 kg/m (8,22 N/m)
- Carga de rotura : 9311 kg (91,34 kN)
- Coeficiente térmico de dilatación : 0,000023 1/°C
- Módulo de elasticidad final : 5700 kg/mm² (55,86 N/mm²)

b.1.3.2 Aislamiento

Se utilizó aisladores poliméricos tipo Suspensión y tipo Line Post.

a) Características del aislador de goma de silicona tipo Suspensión

Tipo : Suspensión
 Norma : IEC-1109

Material

Núcleo : Fibra de vidrio

Recubrimiento	: Goma de silicón
Campanas	: Goma de silicón
Conexiones	: Bola – rotula
Longitud total máximo	: 1000 mm
Línea de fuga	: >= 2248 mm
Carga mecánica garantizada	: 120 kN

Tensión de sostenimiento

A frecuencia industrial bajo lluvia

En seco	: >370 kV
Bajo Lluvia	: >250 kV

A Impulso

Positivo	: >570 kV
Negativo	: >520 kV
Peso neto aprox.	: 4,5 kg

b) Características del aislador de goma de silicona tipo

Line Post.:

Tipo	: Rígido posición horizontal
Norma	: IEC-61952

Material

Núcleo	: Fibra de vidrio reforzado
Recubrimiento	: Goma de silicón
Campanas	: Goma de silicón

Herrajes

- Material de Herrajes	: Acero forjado
- Herraje extremo del poste	: Base - soporte
- Herraje extremo con tensión	: Terminal con doble ojo
- Línea de fuga	: >= 2 248 mm

Resistencia al cantilever máximo

De diseño : 6,6 kN

Tensión de sostenimiento frecuencia industrial bajo lluvia

En seco : >370 kV

Bajo Lluvia : >250 kV

A Impulso

Positivo : >570 kV

Negativo : >520 kV

Peso neto aprox. : 18 kg

Ensamble de Cadenas de Aisladores

Los ensambles de las cadenas de aisladores soportan un esfuerzo electromecánico mínimo de 12000 kg. Tienen las siguientes características:

a) Ensamble de Suspensión Normal (SN)

Constituido por:

- Adaptador Horquilla - bola
- Adaptador Casquillo - ojo corto
- Grapa de suspensión

b) Ensamble de Suspensión para Cuello Muerto (SJ)

Constituido por:

- Grillete tipo lira
- Adaptador Eslabón - bola
- Adaptador Casquillo - ojo corto
- Grapa de suspensión

c) Ensamble de Suspensión con Aislador Line Post (SH)

Constituido por:

- Adaptador Horquilla - ojo revirada
- Grapa de suspensión

d) Ensamble Anclaje Normal (AN)

Constituido por:

- Grillete tipo lira
- Adaptador Eslabón - bola
- Adaptador Casquillo - ojo largo
- Grapa de anclaje tipo pasante

Para el ensamble de los aisladores rígidos tipo "Line Post", en el caso de las estructuras de suspensión para postes metálicos, se utilizarán además extensores o suples metálicos los cuales actuarán como dispositivos de sujeción de estos.

b.1.3.3 Estructuras

El estudio de la presente Tesis estudia la alternativa de instalación de Postes Metálicos, en función a las mediciones de espacio en sitio.

El galvanizado recomendado para estas estructuras es por inmersión en caliente con un recubrimiento mínimo de 600 gr/cm² (Norma ASTM A123, A153, A394).

b.1.3.4 Puesta a Tierra

Los materiales para la puesta a tierra son los siguientes:

- Cable de puesta a tierra

El conductor seleccionado es de cobre de 35mm² de sección transversal.

- Varillas de puesta a tierra

Se seleccionó varillas de copperweld de 16 mm ϕ x 2,4 m de longitud.

- Conector conductor varilla

- Conector doble vía tipo termosoldable

Los tipos de puestas a tierra son:

Configuración C1: Dos varillas verticales unidos por contrapesos en Forma de anillo

Configuración C2: Dos varillas verticales unidos por contrapesos en forma de anillo más contrapesos en la dirección longitudinal, a ambos lados, y en longitudes variables dependiendo del valor de la resistividad.

b.1.4 Ancho de la Franja de Servidumbre

Según el Código Nacional de Electricidad (CNE), regla 219.B.4. (Tabla 219), el ancho mínimo de la Franja de Servidumbre a lo largo de toda la línea es de 16 m (líneas de transmisión en 60 kV).

En los planos de Línea de Transmisión, se muestran el ancho de la franja considerada según la norma, ubicación, área de cada afectado y nombre de los propietarios y/o posesionarios.

b.2 Paralelismo con Líneas de Comunicaciones

En el tramo comprendido entre la PAT 21 y 23 en ÑAÑA, el eje de la línea de transmisión 60Kv, se ha considerado que la L.T. se desplaza por encima y en forma paralela a líneas de comunicaciones existentes de propiedad de Telefónica del Perú. La Reubicación de Líneas de Alta Tensión, Líneas de Baja Tensión y Líneas de Comunicación que se encuentran dentro de las instalaciones de la Central Hidroeléctrica Huampaní, toma como inicio la progresiva 25+200.

Debido a que las líneas de transmisión en 60kV ejercen efectos de inducción que sobrepasan los límites permisibles sobre la línea de comunicación, se recomienda tomar cualquiera de las siguientes medidas:

- a) Emplear los medios de protección adecuados para soportar la tensión esperada que es aplicada al aislamiento, evitando someter al usuario del aparato telefónico o acometida telefónica a tensiones de toque o de paso

peligroso. Estos medios de protección en los cables de comunicación deberán ser empleados incluso cuando se instalen de forma subterránea debajo de la línea de transmisión y en forma paralela.

- b) Reubicar la línea de comunicación a más de 10m del eje de recorrido de la línea de transmisión en 60kV.

b.3 Cruce de Árboles

Al comienzo del primer tramo (Tramo A), el eje de la línea pasa bastante cerca de una fila de árboles antiguos de hasta 16m de altura. Debido a esto se prevé el empleo de estructuras lo suficientemente altas para evitar el acercamiento de los conductores a dichos árboles. A pesar de ello se podarán los árboles en la etapa de montaje y de operación de la línea de transmisión a más de 3m de distancia hasta los conductores.

C. ESPECIFICACIONES DE SUMINISTRO

c.1 Estructuras Metálicas

c.1.1 Alcances

Esta Especificación Técnica cubre los requerimientos para el diseño, fabricación y prueba en fábrica de estructuras metálicas auto soportadas del proyecto Modificación del Recorrido del Tramo de la Línea 60 kV. L-6544/L-655 y Doble Terna comprendido entre las PAT's 21 y 23, de igual forma la Línea de Transmisión 2T al interior de C.H. Huampaní, 6544/6040.

c.1.2 Normas de Referencia

El conjunto del suministro está previsto de modo que cumpla con las características y normas de la presente especificación o sus equivalentes que aseguren igual o superior calidad, pero serán previamente aprobadas por el propietario, estas normas son las siguientes:

ASTM A 36 General Requirements for Rolled Steel Plates, Shapes, Sheet Piling, and Bars for Structural Use.

ASTM A 572 High strength low alloy structural steel.

ASTM A 394 Galvanized Steel Transmission Tower Bolts and Nuts.

ASTM A 153 Zinc Coating (hot dip) on Iron and Steel Hardware.

ASTM A 123 Zinc Coating (hot dip) on Iron and Steel Products.

ASTM B 201 Testing Chromate Coatings on Zinc and Cadmium Surfaces.

ASCE N°10-97 Guide for Design Transmission Towers.

c.1.3 Diseño

El diseño de las estructuras se muestra en los Diagramas Estructurales correspondientes, sin embargo, estos pueden ser modificados por el Ejecutor de acuerdo a sus cálculos y/o disponibilidad de materiales en el mercado, o por razones constructivas o de montaje; siempre que dichas modificaciones sean aprobadas por la Concesionaria local - ENEL GENERACIÓN - PERU. El Contratista desarrollará todos los planos de taller necesarios, tomando como base los Diagramas Estructurales respectivos.

Para los cálculos se han considerado dos tipos de carga, es decir:

Cargas Normales.

Cargas Excepcionales.

Cargas de Montaje.

Dichas cargas se adjuntan a la presente y los factores de seguridad a emplear en cada caso son de acuerdo al Nuevo código nacional De Electricidad.

La relación de esbeltez de los elementos en compresión no excede los límites siguientes:

Para montantes y crucetas : 150

Para riostras, diagonal es y otros : 200

Para elementos redundantes : 250

c.2 Accesorios Metálicos para Postes

c.2.1 Definición

El conjunto integrado por piezas de ferretería para postes metálicos incluye tuercas, pernos, arandelas, coronas anti-deslizantes, estribos y cualquier otro material especificado en este documento.

c.2.2 Alcance

Estas especificaciones técnicas cubren el suministro, fabricación y transporte de los materiales.

c.2.3 Normas Aplicables

La lista de publicaciones mencionadas a continuación forma parte de estas especificaciones:

- ASTM A 7 FORGED STEEL.
- ANSI A 153 ZINC COATING (HOT DIP) ON IRON AND STEEL HARDWARE.
- ANSI C 135.1 AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR GALVANIZED STEEL BOLTS AND NUTS FOR OVERHEAD LINE CONSTRUCTION.
- ANSI C 135.4 AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR GALVANIZED FERROUS EYEBOLTS AND NUTS FOR OVERHEAD LINE CONSTRUCTION.
- ANSI C 135.5 AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR GALVANIZED FERROUS EYENUTS AND EYELETS FOR OVERHEAD LINE CONSTRUCTION.
- ANSI C 135.3 AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR ZINC-COATED FERROUS LAG SCREWS FOR POLE AND TRANSMISSION LINE CONSTRUCTION.
- ANSI C 135.20 AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR LINE CONSTRUCTION - ZINC COATED FERROUS INSULATOR CLEAVES.
- ANSI C 135.31 AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR ZINC-COATED FERROUS SINGLE AND DOUBLE UPSET SPOOL INSULATOR BOLTS FOR OVERHEAD LINE CONSTRUCTION.

c.2.4 Fabricación

Los productos de acero forjado o hierro maleable galvanizado serán fabricados exclusivamente por Proveedores con amplia experiencia en el suministro de dichos materiales o similares. La fabricación de los materiales mencionados en el presente documento se efectuará de acuerdo a los requerimientos de las Normas establecidas en esta Especificación.

El control de la calidad deberá regirse por las Normas de Calidad ISO correspondientes o su equivalente.

c.2.5 Descripción de los Materiales

a. Elementos de Acero Forjado Galvanizado

La siguiente numeración de artículos está de acuerdo a la planilla detallada de materiales como aparecen en los Diseños.

Tabla 2. 4: Planilla detallada de materiales

ITEM	DESCRIPCIÓN
1	Riostra de F°G° de 2 ½" x 2 ½" x 1/4" longitud 2208mm
2	Perno en "U" de 16 mm (5/8") diam, longitud 10", con tuerca
3	Placa soporte de aislador (doblado)
4	Placa antimovimiento
5	Perno cabeza hexagonal 19 mm (3/4") diam, longitud 22", con tuerca
6	Perno cabeza hexagonal 16 mm (5/8") diam, longitud 16" con tuerca
7	Perno cabeza hexagonal 16 mm (5/8") diam, longitud 7" con tuerca
8	Perno cabeza hexagonal 16 mm (5/8") diam, longitud 8", con tuerca
9	Arandela redonda 6.5mm (1/4") espesor, con agujero 17.5 mm (11/16")
10	Contratuerca hexagonal para perno de 16 mm (5/8") diam.
11	Varilla rascada doble armado con 4 tuercas

Fuente: Elaborado por grupo de tesista

b. Acero Forjado Galvanizado

Todos los tipos de accesorios serán de acero forjado o hierro maleable galvanizado en caliente. Será adecuada para perno de 16 mm de diámetro. Su carga mínima de rotura será de 55 kN.

c. Piezas Fundidas de Acero

El proceso de fundición que conduce a la obtención del material tendrá que ser aquel que recupere la cera perdida.

Si las piezas son fabricadas con moldes de arena o mediante un proceso de moldeo permanente, deberán ser sometidas por separado a un examen de Rayos-X para determinar la calidad de las mismas. Dicha calidad será confirmada por un documento legalizado, producido para cada pieza examinada.

d. Resistencia de los pernos

Todos los pernos deberán tener un mínimo de resistencia a la tracción; valor que no podrá ser menor al ya indicado anteriormente y que deberá ser confirmado mediante pruebas.

Tabla 2. 5: Resistencia de pernos

Diámetro del Perno	Resistencia
16 mm (5/8")	55 kN (12,400 lbs)
19 mm (3/4")	81 kN (18,350 lbs)

Fuente: Elaborado por grupo de tesista

e. Tuercas

Todos los pernos maquinados serán entregados con una tuerca rectangular.

Todos los pernos dobles deberán ser entregados con 4 tuercas rectangulares.

f. Dimensiones

Se utilizan ambos sistemas de medida: métrico decimal e imperial. Si bien cualquiera de los dos sistemas puede ser usado, es necesario que todos los componentes sean compatibles en uno u otro sistema.

g. Agujeros

Los agujeros serán perforados o taladrados, de superficie lisa y no se admitirán imperfecciones.

c.1.5 Conductor AAAC

c.1.5.1 Alcances

Estas especificaciones establecen las condiciones técnicas mínimas que deben ser seguidas para la fabricación, inspección, pruebas y el suministro del conductor de aleación de aluminio (AAAC), el cual será utilizado como conductor de fase en el presente proyecto.

c.1.5.2 Normas aplicables

El suministro del conductor de aleación de aluminio (AAAC) deberá realizarse en estricta conformidad con las últimas revisiones de las normas ASTM (American Society for Testing and Materials) e IEC que se indican, en el orden y precedencia indicado. Se exceptúa lo que esté contrariamente establecido en esta especificación, en cuyo caso regirá esta última.

c.1.5.3 Normas para fabricación

ASTM B 398 Aluminum-Alloy 6201-T81 wire for electrical purposes.

ASTM B 399 Concentric lay stranded Aluminum-Alloy 6201-T81 conductors.

c.1.5.4 Conductor AAAC 6201-T81

a) Características del Conductor

Peso por metro (sin grasa)	: 0.838 kg/m (mínimo)
Peso por metro (con grasa)	: De acuerdo a normas
Diámetro nominal	: 22.63 mm
Carga nominal de ruptura	: 9311 kg (mínimo)
Area de la sección recta	: 304 mm ²

b) Composición Química

El conductor de aleación de aluminio será fabricado con alambres de aleación de aluminio tratados térmicamente y que tengan aproximadamente siguiente composición química, según lo establecido por la norma ASTM 8398, para lo cual el fabricante deberá presentar al PROPIETARIO los certificados correspondientes.

Tabla 2. 6: Composición del Conductor

ELEMENTO	COMPOSICION (%)
Cobre (máximo)	0.10
Acero (máximo-Y	0.50
Silicio	0.50 - 0.90
Manganeso (máximo)	0.03
Maqneslo	0.60 - 0.90
Zinc (-máximo)	0.10
Cromo <máximo)	0.03
8oro (máximo)	0.06
Otros elementos (máximo)	0.13
Aluminio	Resto

Fuente: Elaborado por grupo de tesista

Todos los alambres integrantes del conductor deberán estar libres de polvo, grietas, escamas, marcas de troquel, raspaduras y toda clase de imperfecciones no compatibles con la mejor práctica comercial y que pudieran aumentar apreciablemente la radiointerferencia y las pérdidas.

c) Dirección de enrollado de la capa externa

La dirección de trenzado de la capa exterior del conductor de aleación de aluminio 6201-T81 de 304 mm² deberá ser dextrógira ("right hand"). Las capas sucesivas deberán en todos los casos, tener trenzado opuesto.

d) Engrasado del conductor de aleación de aluminio

Para proteger el conductor de aleación de aluminio contra el peligro de corrosión, las capas interiores del conductor serán protegidas con una grasa especial, de la mejor calidad, y de alto punto de goteo (mayor a 95°C), que deberá llenar todo el espacio entre los alambres dentro de un cilindro circunscrito por la capa exterior.

La grasa tendrá el más bajo coeficiente de fricción posible, para facilitar el desenrollado bajo tensión mecánica y deberá resistir a las condiciones ambientales prevalecientes en el sitio y a una temperatura permanente de 80°C sin alteración de sus propiedades. El certificado de calidad de la grasa empleada deberá ser entregado al PROPIETARIO una semana antes del proceso de cableado.

El tipo de grasa y el método de aplicación deberá ser especificado de manera tal que se pueda prevenir el peligro de que la grasa alcance la superficie externa del conductor.

La grasa deberá ser adecuada para su uso en ambientes húmedos y de alta contaminación.

D. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS PRELIMINARES

d.1. Diseño Electromecánico de Líneas de Transmisión

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN

Generalidades

Se proyectó la modificación del recorrido del tramo de las Líneas en 60 kV. L-6544/L-655 Doble Terna comprendido entre las PATs 21 y 23, de igual

forma la Línea de Transmisión doble terna al interior de C.H. Huampani, 6544/6040. El nuevo recorrido de estos tramos se realizó motivado por la interferencia con la construcción de la AMPLIACIÓN DE LA AV. RAMIRO PRIALÉ, Por lo tanto el diseño comprende los siguientes aspectos:

- Reubicación de Líneas de Transmisión en 60kV dividido en dos tramos:
Tramo A y B

a. Características Principales de la Línea de transmisión

- Tensión : 60 kV
- N° de circuitos : 2
- Longitud : 3,67 km
- Conductor activo : AAAC 304 mm²
- Estructuras : Postes Metálicos para estructuras de suspensión en doble terna

PATs metálicas de acero galvanizado para estructuras de ángulo y retención en doble terna

- Aisladores : Tipo suspensión y tipo Line Post de composite de goma de silicona

Características Climáticas

- Temperatura Ambiente

Máxima : 32 °C

Media : 20 °C

Mínima : 5 °C

- Velocidad Viento

a) 80 km/h, 15°C (Tabla 250-1.A CNE)

b) 50 km/h, 10°C (Tabla 250-1.A CNE)

Humedad Relativa : 90% - 100%

Nivel cerámico : 0 días – tormenta / año

b. Cálculos Eléctricos Preliminares

- Normas Aplicables

Los criterios empleados en el diseño de la línea de transmisión en 60 kV, se rigen por las disposiciones del Nuevo Código Nacional de Electricidad del Perú (CNE), Norma VDE 0210, Norma IEC, Código NESC, y otras normas internacionales, las mismas que establecen los requerimientos mínimos a que se sujeta el desarrollo de la ingeniería del proyecto.

- Condiciones Generales de Operación

Tensión nominal : 60 kV
Tensión máxima de operación : 72,5 kV
Nivel Básico de Aislamiento : 325 kV

- Capacidad Térmica del Conductor

Tipo y Material

Se utilizará el conductor de aleación de aluminio de 304 mm², engrasado internamente, cuya adquisición está en proceso a cargo de Luz del Sur.

Características

Sección Nominal : 304 mm²
Configuración : 37 x 3,23 mm
Diámetro exterior : 22,63 mm
Peso : 0,838 kg/m
Carga de rotura : 9311 kg (109.89 kN)
Coeficiente térmico de dilatación : 0,000023 1/°C
Módulo de elasticidad final : 5 700 kg/mm²

Capacidad de Corriente

El procedimiento está basado en el IEEE Standard 738 para el cálculo de la relación corriente - temperatura de conductores desnudos (International

Electrical and Electronical Engineers - Standard for Calculating the Current - Temperature Relationship of Bare Conductors).

Los parámetros utilizados se resumen en el cuadro siguiente:

Tabla 2. 7: Parámetros a utilizar para el conductor

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
Conductor:	-	AAAC 304 mm ²
Diámetro	Mm	22,63
Resistencia eléctrica a:		
- 25 °C	Ohm/km	0,1132
- 75 °C	Ohm/km	0,1321
	-	0,5
Coeficiente de absorción solar	-	0,5
Emisividad		
	°C	32
Medio ambiente:	m/s	0,61
Temperatura ambiente	grados	90
Velocidad del viento	°Sur	12
Angulo de viento sobre el conductor	Hras	10
Latitud	-	Norte-Sur
Hora del día	-	Industrial
Dirección del conductor		
Atmósfera		

Fuente: Empresa Conductores de Aluminio del Caroni, C.A. (CABELUM,C.A.)

Capacidad Térmica

La capacidad térmica de transmisión se determinó a partir de la siguiente:

$$S = \sqrt{3} * V * I * 10^{-3}$$

S : Capacidad de transmisión, MVA

V : Voltaje entre fases, kV

I : Corriente de fase, A

Considerando una temperatura límite de diseño para el conductor AAAC 304mm² de 80°C, su capacidad máxima de corriente llega a 693 A (ver gráfico Anexo N° 5).

Por lo tanto, se garantiza una capacidad de transmisión máxima de 72 MVA.

Efecto Creep

Lo que se utilizó para calcular el efecto de asentamiento de los conductores (Efecto Creep) se basó en los algoritmos originales (McDonald, 1990; SAG-TENSION) que usan las relaciones polinomio esfuerzo - deformación similar a los usados por la industria de aluminio en EUA y Canadá.

La condición de un cable dentro de unas pocas horas de ser instalada en una línea de transmisión se llama su condición “inicial”.

Además, debido a que los conductores se hallan bajo tensión constante, éstos se alargan (fluencia) con el tiempo. Si uno asume que el cable permanece bajo tensión constante a la temperatura media durante un período de diez años, la condición del cable después de este período se llama “final después de fluencia” (Creep). Se desarrollan cálculos de flecha y tensión para conductores en sus condiciones “inicial” y “final después de creep”. Por lo tanto, las hipótesis de cálculo son asumidas en los criterios de diseño antes de desarrollar cualquier cálculo de flecha –tensión.

Las tensiones y flechas para el conductor en la condición “inicial” suponen

una relación esfuerzo-elongación para el conductor descrita por un polinomio de cuarto grado, con la elongación δ expresada en por ciento de la longitud del cable sin tensión.

$$\sigma = k_0 + k_1\varepsilon + k_2\varepsilon^2 + k_3\varepsilon^3 + k_4\varepsilon^4$$

Fuente: Pág. 69 de Céspedes, A. (2010). DISEÑO DE MEJORA DE CALIDAD PARA LA PUESTA EN SERVICIO DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN VILLA RICA - PUERTO BERMUDEZ EN 60kV.

Donde los cinco coeficientes $k(0)$ hasta $k(4)$ son determinados por la curva que se ajusta a datos experimentales.

De la misma forma, la condición “final después de creep”, representa la relación entre un esfuerzo aplicado asumido constante, a una temperatura determinada y durante un periodo de 10 años, y la elongación total resultante del conductor. Esta curva se representa por un polinomio de cuarto grado similar al utilizado para la “condición inicial”.

Diseño de Aislamiento

Los criterios para la selección del aislamiento son los siguientes:

- a. Selección por nivel de aislamiento a frecuencia industrial.
- b. Selección por nivel de aislamiento a impulso.
- c. Selección por distancia de fuga.
- d. Uso de aisladores poliméricos

Las cotas o elevaciones son inferiores a los 1000 m.s.n.m. y por lo tanto no se requieren correcciones por altura de los valores estimados de sobretensiones ni verificación del comportamiento de la línea ante descargas atmosféricas.

Selección por nivel de aislamiento a frecuencia industrial bajo lluvia

De acuerdo a normas IEC 71-1 el nivel de aislamiento a frecuencia industrial es 140 kV para la tensión máxima de servicio de 72,5 kV.

Selección por nivel de aislamiento a impulso

De acuerdo a normas IEC 71-1 el nivel de aislamiento a impulso es de 325 kV para la tensión máxima de servicio de 72,5 kV.

Diseño del aislamiento por distancia de fuga

La línea de transmisión se caracteriza por atravesar áreas contaminadas (fábricas industriales, zona urbana) con lluvias escasas. Por lo tanto, se les ubicó en el nivel de contaminación alto (Nivel IV) de la norma IEC-815, para el cuál se recomienda una distancia de fuga mínima de 31 mm/kVff para la tensión máxima de servicio.

La distancia mínima de fuga requerida D_r es igual a:

$$D_r = 72,5 \times 31 \text{ mm/kV}$$

$$D_r = 2248 \text{ mm}$$

Este valor deberá ser comparado con las características de comportamiento de aisladores existentes utilizados por Luz del Sur, la empresa responsable del sector, considerando que en la práctica este parámetro es el da mayor incidencia en la selección de estos materiales.

Características Técnicas a ser requeridas del aislador

Se utilizarán aisladores poliméricos tipo Suspensión y tipo line post adquisición está en proceso y a cargo de **Luz del Sur**. Los requerimientos mínimos del aislador se establecerán para las características siguientes, cuáles ya se han definido parcialmente.

a) Características del aislador de goma de silicona tipo Suspensión:

Tipo	: Suspensión
Norma	: IEC-1109
Material	
Núcleo	: Fibra de vidrio
Recubrimiento	: Goma de silicona

Campanas	: Goma de silicona
Conexiones	: Bola – rotula
Longitud total máximo	: 1000 mm
Línea de fuga	: >= 2248 mm
Carga mecánica garantizada	: 120 kN

Tensión de sostenimiento

A frecuencia industrial bajo lluvia

En seco	: > 370 kV
Bajo Lluvia	: > 250 kV
A Impulso	:
Positivo	: > 570 kV
Negativo	: > 520 kV
Peso neto aprox.	: 4,5 kg

b) Características del aislador de goma de silicona tipo Line Post:

Tipo	: Rígido posición horizontal
Norma	: IEC-1109

Material

Núcleo	: Fibra de vidrio reforzado
Recubrimiento	: Goma de silicona
Campanas	: Goma de silicona

Herraje

- Material de Herrajes : Acero forjado
- Herraje extremo del poste : Base – Soporte
- Herraje extremo con tensión : Terminal con doble ojo

Línea de fuga	: >= 2248 mm
---------------	--------------

Resistencia al cantiléver máximo de diseño: 6,6 Kn

Tensión de sostenimiento

A frecuencia industrial bajo lluvia

En seco : > 370 kV

Bajo lluvia : > 250 kV

A impulso

Positivo : > 570 kV

Negativo : > 520 kV

Peso neto aprox. : 18 kg

Dimensionamiento de las Estructuras

Distancia Mínima Horizontal entre Conductores

.1.b (2) y Art. 235.B.2, conductores de línea mayores de 35 mm².

Donde:

H : Distancia mínima horizontal entre conductores (mm)

kV : Máxima tensión de servicio (72,5 kV)

S : Flecha (2400mm para: T = 15°C, PV= 303 Pa Vano = 170m)

α : Máximo ángulo a (40° para: T= 15°C, PV = 303 Pa)

lc : Longitud de cadena de aislador (1245mm)

H = 1922 mm

Distancia Mínima del Conductor a Masa

El Nuevo Código Nacional de Electricidad, Art. 235.E, no establece claramente las distancias de seguridad del conductor a masa (estructura).

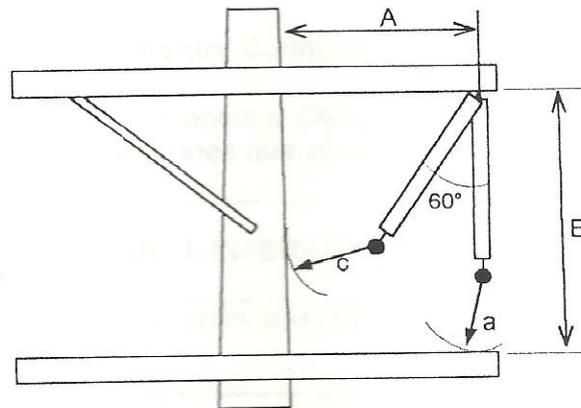
Donde:

a : 0,64 m (condición diaria)

b : 0,1 m (condición 1 vez/año, para T = 25°C, P=76 Pa, probabilidad que ocurra una sobretensión de maniobra) Referencia Art. 235.B

c : 0,13 m (condición 1 vez/10 años, para T = 20°C, P = 303 Pa, probabilidad que ocurra una sobretensión de frecuencia industrial)

Figura 2. 1 Distancia mínima del conductor a masa



Fuente: Elaborado por grupo de tesista

$$A = Lc \cdot \text{Sen}60^\circ + c \quad A = 1,21 \text{ m}$$

$$B = Lc + a \quad B = 1,90 \text{ m}$$

Considerando un diámetro de 0,30 m para el poste de madera, se obtiene:

- Distancia Horizontal Mínima entre puntos de sujeción del aislador = 2,7m. Se adoptará 3,0m como Distancia Horizontal entre los puntos de sujeción de los conductores.

Considerando una altura de 5 ½" \leftrightarrow 0,14m, para la cruzeta de madera, se tiene:

- Distancia Vertical Mínima entre puntos de sujeción de crucetas = 2,04m
Se adoptará 2,3 m como Distancia Vertical entre puntos de sujeción de crucetas.

Distancia de Seguridad

Las cotas o elevaciones son inferiores a los 1000 m.s.n.m. y por lo tanto no se requieren correcciones por altura.

Distancias Mínimas de Seguridad al Terreno

Tomando como referencia el Código Nacional de Electricidad (CNE) Tabla 232-1a, se considera las siguientes distancias mínimas de seguridad al terreno:

Tabla 2. 8: Distancia de seguridad al terreno

DESCRIPCIÓN	LÍNEA DE 60 kV
Al cruce de carreteras y avenidas	7,6m
Al cruce de calles	7,6m
Al cruce de vías de ferrocarril	9,4m
A lo largo de carreteras y avenidas	7m
A lo largo de calles	7m
A áreas no transitado por vehículos	5,5m
Sobre el nivel más alto de río no navegable	7m

Fuente: Elaborado por grupo de tesista

Distancia Mínima entre Conductores que se Cruzan

Se toma como referencia el Código Nacional de Electricidad (CNE), Tabla 232-1a, corregida por tensiones que sobrepasan 23 kV (Art. 233.C.2.a):

Tabla 2. 9: Distancia entre Conductores que se Cruzan

NIVEL INFERIOR	LÍNEA DE 60 kV
2. Retenidas de comunicación, conductores, cables mensajeros	2,3 m

Fuente: Elaborado por CNE – SUMINISTRO 2011

Resistividad del Terreno

El proceso utilizado para determinar las características eléctricas del suelo en el nuevo recorrido del tramo de las líneas de transmisión. L-6544/L-655 y las instalaciones de la Línea en doble terna L-6544/L-6040, de modo que sus parámetros puedan ser considerados en los diseños de los sistemas de tierra.

Fuentes de Información

Se tomará en cuenta lo establecido en la norma IEEE Standards 80 y 81.

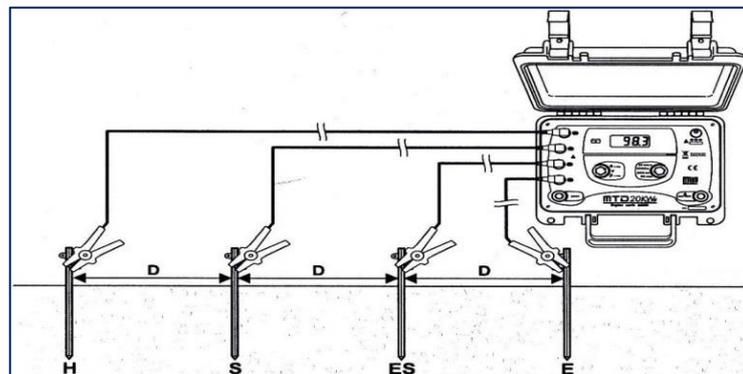
Desarrollo de los Trabajos

Método de Medición de la Resistividad del Terreno

Existen diversos métodos para la determinación de la resistividad del terreno, entre los cuales se pueden citar, el basado en la toma de muestras y el de los cuatro electrodos. También, en alguna ocasión, se utiliza el sistema consistente en medir la resistencia de un electrodo vertical que responde a una fórmula conocida para determinar, a partir de ahí, la resistividad del terreno que lo rodea, método que tiene la ventaja de proporcionar una medida global pero cuya aplicación no resulta adecuada.

El método más utilizado es el método de "Wenner" para determinar la resistividad del terreno; el cual es una simplificación del método de los cuatros puntos. Para este fin se empleó el método del Dr. Frank Wenner, "El método de cuatro Terminales", el cual describiremos a continuación:

Figura 2. 2: Configuración de medición de resistividad



Fuente: Elaboración propia

El telurómetro, en sus diferentes escalas (20 Ω, 200 Ω, 2000 Ω, 20 kΩ) inyectan a través de los electrodos externos, una corriente “I” y los electrodos internos miden la tensión “V”, permitiendo así desprestigiar el efecto resistivo de los cables y las varillas de la medición. La profundidad de enterramiento de los electrodos es del orden de 30 cm; el equipo proporciona un valor de resistencia en Ohmios. Para caracterizar la variación de la resistividad del suelo dentro de un área específica, se deben realizar varios grupos de medidas en diferentes direcciones de tal forma que se logre el cubrimiento total del área, siguiendo diferentes rutas de medición y modificando la distancia entre los electrodos; el mínimo número de ejes de medición es de 6 a 8, dependiendo del tamaño del terreno que se quiere caracterizar y punto de medición estará conformada con medidas con una separación de electrodos a 1, 2, 4, 6, 8, 10 y 12 m. El espaciamiento “D” del electrodo es interpretado como la profundidad a la cual se lee la resistividad del suelo. Para obtener el valor de la resistividad media del terreno, se debe aplicar la ecuación de Wenner, que en su forma simplificada es:

$$\rho = 2\pi RD$$

Donde:

- ρ = Valor de la resistividad media del terreno
- π = 3.14159
- R = Valor indicado en el display del equipo
- D = Distancia entre las jabalinas, expresada en metros

Metodología de Determinación de Resistividad del Terreno

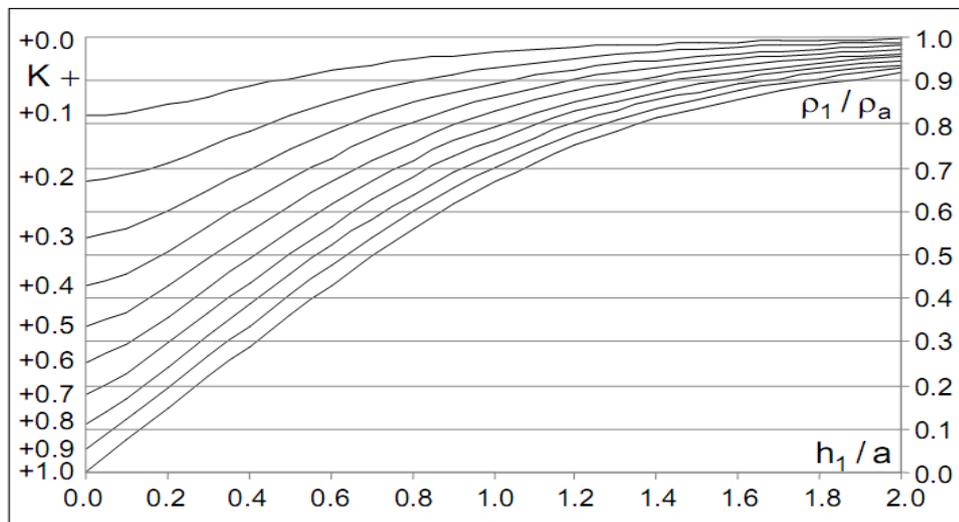
Los datos de resistividad mostrados en el cuadro No 03 para cada PAT, se procesarán en gabinete utilizando la metodología de estratos de varias capas con el método de Pirson, para determinar la resistividad promedio y la profundidad de terreno que presentará esta característica de resistividad.

Método de Pirson

El método de Pirson es una extensión del método de análisis de dos capas, al dividir la curva $\rho(a) \times a$ en trechos ascendentes y descendente, lo cual evidencia que un estrato de varias capas puede ser analizado como una secuencia de curvas de equivalente a dos capas.

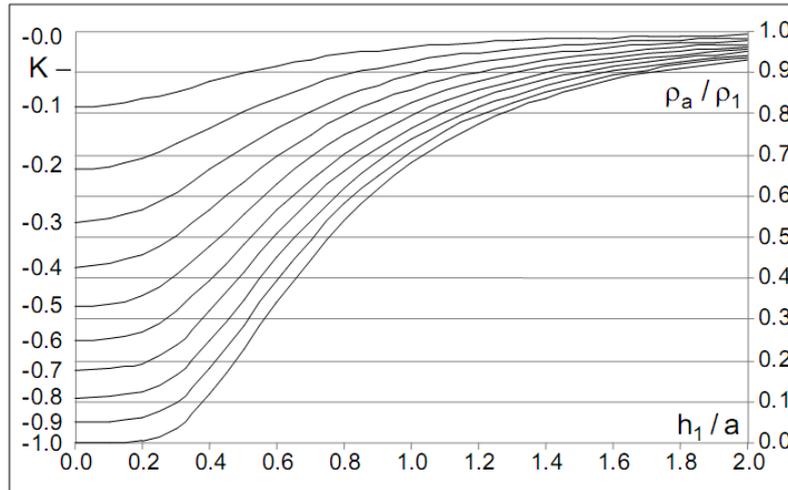
El análisis de dos capas consiste en la aplicación directa del Modelo de Tagg, con el cual se logra la caracterización utilizando (2) sub Familias de Curvas generadas con la Fórmula de Tagg, con valores de coeficientes de reflexión positivos (K+) o negativos (K-), y tomando solamente (2) valores de Resistividad Aparente (ρ_a); tal como se muestra en las gráficas No 02 y 03.

Figura 2. 3:
Familia de Curvas de Tagg (K+)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2. 4:
Gráfico de la Familia de Curvas de Tagg (K-)



Fuente: Elaboración Propia

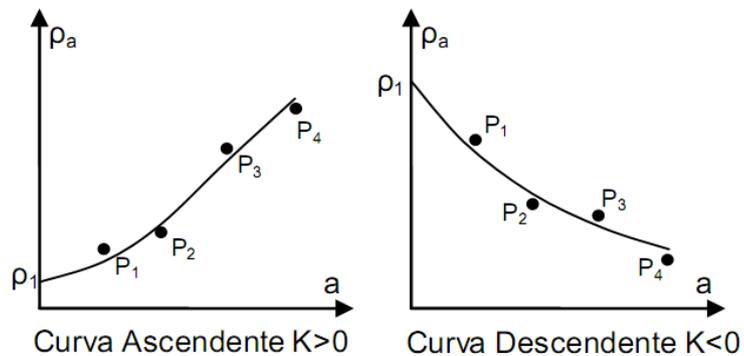
Este método es casi totalmente matemático, los resultados que se obtienen se refieren únicamente a (2) valores de Resistividad Aparente utilizados, descartando arbitrariamente los demás valores tomados en el campo; de otro lado, para la relación (h_1/a) se consideran valores entre (0 y 2), porque desde dicho límite los valores de (ρ_1/ρ_a) y (ρ_a/ρ_1) de las Familias de Curvas (K+) y (K-) respectivamente tienen valores cada vez más cercanos a 1.

METODOLOGÍA DE DETERMINACIÓN DE RESISTIVIDAD DEL TERRENO

Se procede de la siguiente manera:

- Se inicia graficando en escala lineal los datos obtenidos en el cuadro No 03, resistividades aparentes (ρ_a) versus distancias Wenner entre electrodos de medida (a). como se muestra en la gráfica No 04, se obtiene la resistividad del primer estrato (ρ_1) prolongando el trazo hasta el eje de ordenadas (ρ_a). Además, según la tendencia ascendente o descendente de la gráfica se determina si el factor de reflexión es Positivo ($K > 0$) o Negativo ($K < 0$) y por consiguiente se determina la familia de curvas.

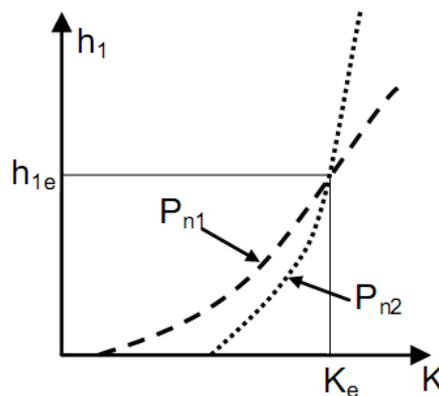
Figura 2. 5: Familia de Curvas ρ vs a



Fuente: Elaboración propia.

- Enseguida, estando (ρ_1) ya definido, se elige uno de los puntos medidos P_{n1} (ρ_{n1} , a_{n1}); del valor de (ρ_{n1}) y con (ρ_1) se establece (ρ_1/ρ_{n1}) para ($K+$) o bien (ρ_{n1}/ρ_1) para ($K-$), con dichos valores se trazan líneas paralelas a las abscisas en las respectivas familias de curvas ($K+$) o ($K-$), donde las corta en distintos puntos (K , h/a), como se muestra en la gráfica No 05.

Figura 2. 6: Valores de (h , k)



Fuente: Elaboración propia

- De la intersección de ambas curvas (h_1 vs. K), se obtiene finalmente los valores de las cotas respectivas (h_1) y (K) que asimismo pertenecen a ambos puntos medidos (P_{n1}) y (P_{n2}) elegidos, y de ese modo tenemos los parámetros buscados.

Además, considerando una temperatura ambiental y que la temperatura del conductor al final del cortocircuito no sobrepase los 150 °C, se obtiene:

$$S = \frac{I\sqrt{t}}{136}$$

Luego, considerando una corriente de cortocircuito monofásico a tierra de 6,4kA y que los dispositivos de protección operen en 0,5s, se obtiene:

$$S = \frac{6400 * \sqrt{0,5}}{136} = 33,3m^2$$

Por lo tanto, la sección transversal del conductor de puesta a tierra a emplearse será de 35mm².

Material para Puesta a Tierra

El sistema de puesta a tierra será del tipo contrapeso y estará conformado por el siguiente material: conductor copperweld 7 N° 10 AWG y conectores doble vía.

Las características del conductor copperweld 7 x N° 10 AWG son los siguientes:

Sección total	:	35 mm ²
Diámetro exterior	:	7,76 mm
Peso unitarios	:	0,165 Kg/m
Carga de rotura mínima	:	4 549 Kg
Conductividad	:	40% IACS

Tipos de Configuración de Puesta a Tierra

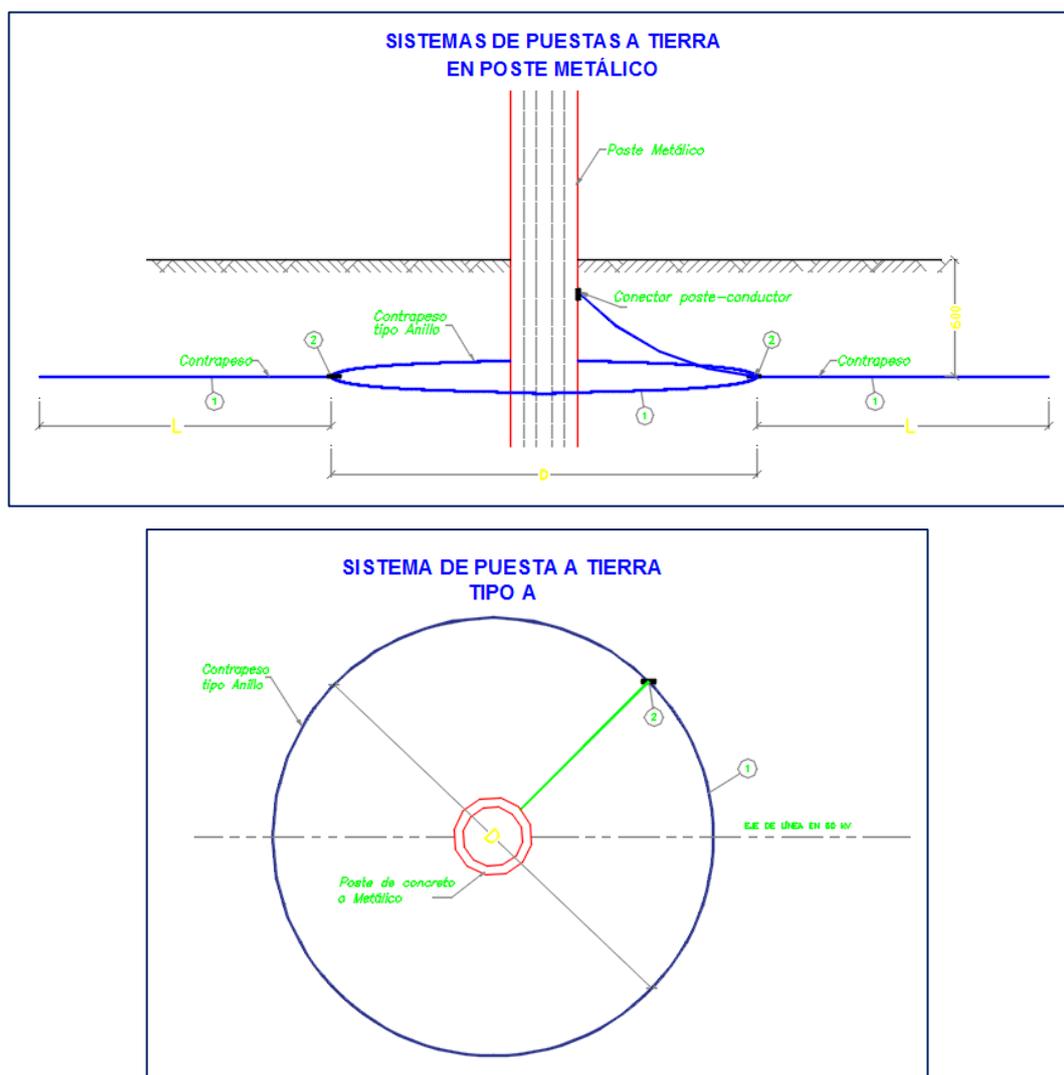
Los sistemas de puesta a tierra a utilizar, serán del tipo contrapeso horizontal y contrapeso con cemento conductor, que se instalara a una profundidad de 0,60 m. Según el CNE Suministro 2011, se puede admitir una resistencia de puesta a tierra de máxima de 25 ohmios en estructuras

ubicadas en zonas no transitadas; mientras que en zonas transitadas se recomienda obtener una resistencia de puesta a tierra máxima de 10 ohmios.

Configuración “Tipo C1”.

Esta configuración estará compuesta por un contrapeso en anillo de una longitud mínima de 6,3 m, el conductor de copperweld estará enterrado con tierra negra a una profundidad de 0,60 m.

Figura 2. 7: Sistemas de Puestas a Tierra en Poste Metálico



Fuente: Elaboración propia

La resistencia de puesta a tierra enterrado a una profundidad “p” será igual

a:

$$R_A = \frac{\rho}{\pi \cdot L} \left[\operatorname{Ln} \left(\frac{2L}{\sqrt{2 \cdot r \cdot p}} \right) - 1 \right]$$

Donde:

L = 6,3 m, longitud total del contrapeso (2 m x π = 6,3 m).

r = 0,00378 m, radio del conductor

p = 0,60 m, profundidad de enterramiento del conductor.

Reemplazando los valores mencionadas líneas arriba, se obtiene el siguiente valor que se muestra en la tabla N° 4.

Tabla 2. 10: Puesta a Tierra tipo “A”: Anillo

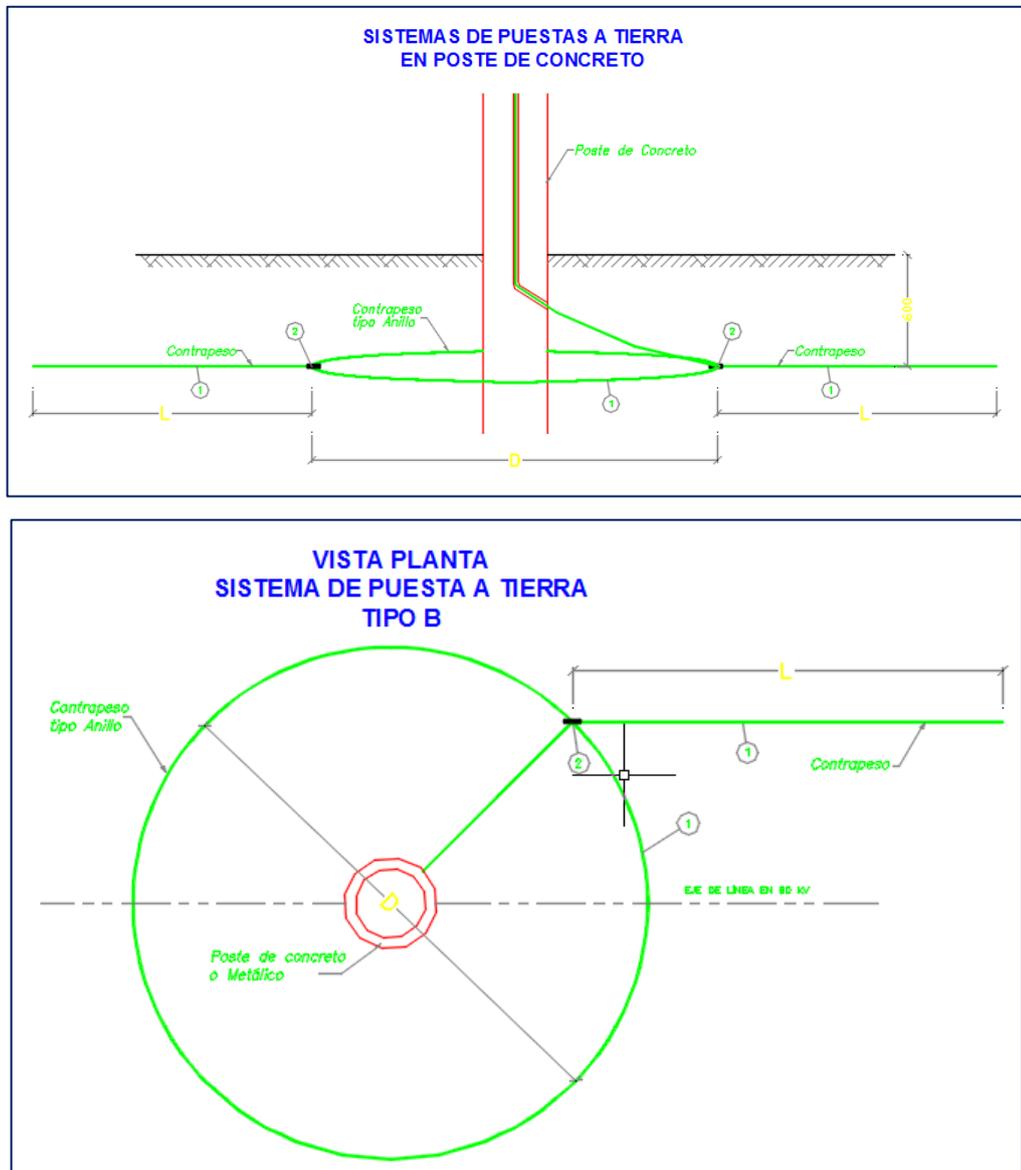
Resistividad del Terreno (Ohm-m)	Longitud mínima de Contrapesos (m)			Tipo de Tratamiento del Suelo	Resistencia de Puesta a Tierra
	Anillo (D x π)	Contrapeso	Total (L)		
< 0 , 50]	6.3	-	6.3	Tierra negra	≤ 10 Ω

Fuente: Elaboración propia

Configuración “Tipo C2”.

Esta configuración estará compuesta por un contrapeso en anillo de una longitud mínima de 6,3 m y un contrapeso longitudinal, el conductor de copperweld estará enterrado con tierra negra a una profundidad de 0,60 m. Para resistividades del terreno mayores a 200 ohm-m se adicionará cemento conductivo.

Figura 2. 8 Sistema de Puesta a tierra en Poste de Concreto



Fuente: Elaboración propia.

La resistencia de puesta a tierra enterrado a una profundidad “p” será igual a:

$$R_A = \frac{\rho}{\pi \cdot L} \left[\text{Ln} \left(\frac{2L}{\sqrt{2 \cdot r \cdot p}} \right) - 1 \right] \qquad R_A = \frac{\rho}{\pi \cdot L} \left[\text{Log} \left(\frac{2L}{A} \right) \right]$$

Donde:

L = variable en metros, longitud total del contrapeso.

$A = 0,3$ m, ancho de aplicación de cemento conductivo.

ρ = variable ohm-m, resistividad del terreno.

Reemplazando los valores mencionadas líneas arriba, se obtiene el siguiente valor que se muestra en la tabla N° 5.

Tabla 2. 11: Puesta a Tierra tipo “B”: Anillo + contrapeso longitudinal

Resistividad del Terreno (Ohm-m)	Longitud mínima de Contrapesos (m)			Tipo de Tratamiento del Suelo	Resistencia de Puesta a Tierra
	Anillo (D x π)	Contrapeso	Total (L)		
< 50 , 100]	6.3	3.5	9.8	Tierra negra	$\leq 10 \Omega$
< 100 , 200]	6.3	17	23.3	Tierra negra	
	6.3	1	7.3	Cemento conductivo	
< 200 , 300]	6.3	6	12.3	Cemento conductivo	
< 300 , 400]	6.3	11	17.3	Cemento conductivo	

Fuente: Elaboración propia

Aplicabilidad del Diseño de Puesta a Tierra en la Instalación en Estructuras (Postes)

De acuerdo al diseño de puesta a tierra calculado con contrapeso y contrapeso con cemento conductivo se procederá a la aplicabilidad de diseño de puesta a tierra en cada una de los postes.

Tabla 2.12: Aplicabilidad del Diseño de Puesta a Tierra en la Instalación en Estructuras

Sistema de Puesta a Tierra		Resistividad del Terreno (Ohm-m)	Aplicabilidad por Numero de Estructuras	Longitud mínima de Contrapesos (m)			Tipo de Tratamiento del Suelo	Resistencia de Puesta a Tierra
Tipo	Denominación			Anillo (D x π)	Contrapeso	Total (L)		
C1	Anillo	24	6544	6.3	-	6.3	TIERRA NEGRA	$\leq 10 \Omega$
C1	Anillo	55	L-655	6.3	-	6.3	TIERRA NEGRA	
C2	Anillo + 1 Contrapeso	75	6544	6.3	3.5	9.8	TIERRA NEGRA	$\leq 10 \Omega$
C2	Anillo + 1 Contrapeso	90	6040	6.3	17	23.3	TIERRA NEGRA	

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

Se concluye que el diseño de puesta a tierra, con las configuraciones tipo C1,C2 cumple con lo recomendado por el Código Nacional de Electricidad-Suministro 2011, el cual indica una resistencia de puesta a tierra máxima de 10 ohm para zonas transitadas, obteniéndose resistencias menores a lo requerido.

Las condiciones ambientales pueden deteriorar las puestas a tierra con el tiempo, por lo que se debe tener un plan de monitoreo para verificar su estado y cerciorarse de que se mantiene el valor de resistencia de puesta a tierra deseado.

2.5 Definiciones de Términos Básicos

VDE	: Verband Deutscher Elektrotechniker.
IEC	: International Electrotechnical Comisión
NESC	: National Electrical Safety Code
Catenaria	: Comportamiento de trayectoria entre dos estructuras.
α	: Coeficiente de penetración.
B	: Coeficiente de divergencia.
PAT	: Poste de Alta tensión.
SET	: Subestación Eléctrica de Transmisión.
CNE	: Código Nacional de Electricidad.
AAAC	: Conductor de Aleación de Aluminio.
CH	: Central Hidroeléctrica.
LT	: Línea de Transmisión.
FS	: Factor de Seguridad.
DMS	: Distancia mínima de Seguridad.

III. VARIABLES E HIPÓTESIS

La reubicación de estructuras en Alta Tensión, permitirá realizar el estudio de tesis, conformándose la elaboración de variables e hipótesis que definen el modelo de la presente investigación se han conformado los siguientes términos.

3.1 Variables de la investigación

- a. Variable X= Realizar la reubicación de estructuras próximo a nuevas vías carrozables de alto tránsito.
- b. Variable Y= Problemas por distancia de seguridad.
- c. Variable Z= incumplimiento de franja de servidumbre.

Variable independiente

X= Consideraciones de reubicación de Líneas de Transmisión cumpliendo con las Distancias de Seguridad para la REFORMA DE LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN, 6544/L-655 Y 6544/6040 EN 60KV QUE INTERFIEREN CON LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO VIAS NUEVAS DE LIMA, AMPLIACIÓN DE LA AV. RAMIRO PRIALÉ, LIMA, PERU.

Variable dependiente

Y= Problemas de interferencias, originados por la nueva ubicación de las Líneas de Transmisión , al encontrarse cerca de viviendas, calzadas y veredas.

Variable interviniente

Z= Los concesionarios de energía eléctrica, así como las autoridades locales y nacionales, tienen la obligación de hacer cumplir las recomendaciones eléctricas indicadas en reglamentos y códigos eléctricos.

3.2 Operacionlización de variables

Indicadores

Variable independiente

X1= Interferencias con intercambios viales.

X2= Falta de estructuras de mayor altura.

X3= Distancias de seguridad sin cumplir con reglamento eléctrico.

X4= Reubicación de estructuras de B.T.

X5= Falta de seguridad de estructuras.

Variable dependiente

Y1= Problemas por efecto visual.

Y2= Problema reducción de veredas.

Y3= Problemas de Salud en la población cercana.

Y4= Reducción de áreas verdes.

Y5= Reducción de áreas de estacionamiento vehicular.

Z1= Traslado de estructuras a otro sector.

Z2= Falta de cumplimiento de Servidumbre.

Z3= Mantenimiento a estructuras de enlace.

Z4= Aumento de accidentes vehiculares.

Z5= Falta de un sistema de buen alumbrado para vías de alto tránsito.

Para demostrar y comprobar la Hipótesis, se operará las variables e indicadores, como:

3.3 Hipótesis

Mientras se cumpla con la reubicación de las Líneas de Transmisión en 60 kV, se podrá plantear las hipótesis:

Hipótesis General:

Ejecutado la reubicación de las Líneas de Transmisión en 60 kV, L-6544, L-655 (Ñaña) y la L-6544, L-6040 al interior de las instalaciones de la

Central Hidroeléctrica Huampaní de propiedad de ENEL GENERACIÓN - PERU, se conseguirá la **REFORMA DE LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN, 6544/L-655 Y 6544/6040 EN 60KV QUE INTERFIEREN CON LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO VIAS NUEVAS DE LIMA, AMPLIACIÓN DE LA AV. RAMIRO PRIALÉ, LIMA, PERU.**

Hipótesis Específicas:

Especifica 1:

Ejecutado la reubicación de las Líneas de Transmisión en 60 kV, L-6544, L-655 (Ñaña) de propiedad de ENEL GENERACIÓN - PERU, se conseguirá la **REFORMA DE LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN, 6544/L-655 Y 6544/6040 EN 60KV QUE INTERFIEREN CON LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO VIAS NUEVAS DE LIMA, AMPLIACIÓN DE LA AV. RAMIRO PRIALÉ, LIMA, PERU.**

Especifica 2:

Ejecutado la reubicación de las Líneas de Transmisión en 60 kV, L-6544, L-6040 al interior de las instalaciones de la Central Hidroeléctrica Huampaní de propiedad de ENEL GENERACIÓN - PERU, se conseguirá la **REFORMA DE LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN, 6544/L-655 Y 6544/6040 EN 60KV QUE INTERFIEREN CON LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO VIAS NUEVAS DE LIMA, AMPLIACIÓN DE LA AV. RAMIRO PRIALÉ, LIMA, PERU.**

IV. METODOLOGÍA

La Metodología que permite el flujo de corriente en alta tensión en las Líneas de Transmisión a reubicarse, Líneas en 60 kV. L-6544/L-655 Doble Terna y Líneas 6544/6040, requiere mantener DISTANCIAS DE SEGURIDAD en la nueva instalación de operación, cumpliendo con las indicaciones del Código Nacional de Electricidad - Suministro. La conservación de la Distancia de Seguridad, obliga a:

- Ubicar los conductores sobre los soportes que garanticen una permanencia durante la operación con diferentes valores de Demanda Eléctrica.
- Operación en condiciones Ambientales con alta polución.
- Acercamiento a intercambio vial para unidades móviles con velocidad alta.
- Determinación de esfuerzos mecánicos sobre las estructuras.
- Determinación de resistividad del terreno a utilizar.
- Calculo de Esfuerzos originados por los conductores.
- Calculo de vano viento y vano gravante.
- Calculo de Línea de Fuga.
- Determinación de la Tensión máxima de operación

Se proyectó la modificación del recorrido del tramo de las Líneas en 60 kV. L-6544/L-655 Doble Terna comprendido entre los PAT 21 y 23, de igual forma la Línea de Transmisión 2T al interior de C.H. Huampani, 6544/6040, Para determinar lo indicado anteriormente, fue necesario que se realice una metodología que permita la selección de información, donde se podido demostrar las hipótesis planteadas.

4.1 Tipo de investigación

La elaboración de la tesis se realizó con actividades de estudio, los cuales corresponden al tipo: Investigación Científica, Aplicada-Transversal, en la

cual se considerará en este proyecto la determinación de etapas de operación, dentro del suministro de Confiabilidad por acercamiento a intercambios viales de alto tránsito vehicular. Deduciéndose que es Experimental – Tecnológico, iniciándose el mes de enero del año 2018 y cuyo término será en diciembre del año en curso.

4.2 Diseño de la investigación

Se realizó tomando en consideración la utilización de los reglamentos indicados por el Ministerio de Energía y Minas, sobre el uso de equipos eléctricos que tomaron posesión de la nueva ubicación, equipos que cuentan con tecnología de punta, con exigencia del uso de laboratorios para comprobación de las Leyes que rigen su construcción, traslado e instalación, los cuales durante la operación mantendrán el uso para el cual fueron requeridos.

En algunos casos se procederá al uso de catálogos y recomendaciones del centro de operaciones y despacho de energía, optimizando el uso de las Líneas de Transmisión.

4.3 Población y muestra

En la presente Tesis denominada **REFORMA DE LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN, 6544/L-655 Y 6544/6040 EN 60KV QUE INTERFIEREN CON LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO VIAS NUEVAS DE LIMA, AMPLIACIÓN DE LA AV. RAMIRO PRIALÉ, LIMA, PERU**, se aplicaron los conocimientos técnicos y económicos, que permitan la estabilidad de las estructuras de las Líneas de Transmisión en referencia, en una nueva ubicación, manteniéndose las Distancias de Seguridad planteadas en el Código Nacional de Electricidad – Suministro los cuales son necesarios para realizar una operación estable, con aislamiento pleno por distancia de seguridad.

Por la razón indicada se encuestará a personas de la zona, que indiquen la necesidad de la reubicación de las Líneas de Transmisión, ante la construcción de VIAS NUEVAS DE LIMA.

4.3.1 Características. -

La reforma planteada para las Líneas de Transmisión en 60 kV. L-6544/L-655 Doble Terna y Líneas 6544/6040, tiene como soporte postes metálicos galvanizados, aisladores para 60 kV, próximo a intercambio vial en el tramo estudiado para cada caso.

4.3.2 Delimitación. -

Se ha considerado para el análisis de la presente tesis, 2 tramos de Línea de Transmisión

El proyecto “Vías Nuevas de Lima” contempla la ejecución de la Ampliación de la Av. Ramiro Prialé, desde la Av. Las Torres (Intercambio Huachipa) km 10+100 hasta el Puente Los Ángeles (Intercambio Los Ángeles) km. 29+000.

A la altura de los cruces de la referida vía, en los Kms 19+900 y 25+200, existen interferencias de líneas eléctricas de Alta y Baja tensión, así como líneas de comunicación, que deben ser reubicadas.

4.3.3 Ubicación y espacio. -

Línea de Alta Tensión en Ñaña, se ubica en la margen izquierda del Rio Rímac, en la progresiva 19+900 de lo que será la prolongación de la Av. Ramiro Prialé.

Respecto a las Líneas de Alta Tensión, Líneas de Baja Tensión y Líneas de Comunicación que se encuentran dentro de las instalaciones de la Central Hidroeléctrica Huampaní, que se ubican en la margen izquierda del Rio Rímac, en la progresiva 25+200 de lo que será la prolongación de la Av. Ramiro Prialé,

El espacio corresponde al área definida para mantener la Distancia de Seguridad de las Líneas de Transmisión en 60 kV. L-6544/L-655 Y L-6544/L- 6040 a los nuevos intercambios viales **REFORMA DE LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN, 6544/L-655 Y 6544/6040 EN 60KV QUE INTERFIEREN CON LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO VIAS NUEVAS DE LIMA, AMPLIACIÓN DE LA AV. RAMIRO PRIALÉ, LIMA, PERU.**

El estudio de la presente tesis considera la ubicación y espacio definida por áreas de influencia directa e indirecta, los cuales se detallan:

El Área de Influencia tiene dos niveles los cuales corresponden a la zona o área propia de la actual Av. Ramire Prialé, definida en el proyecto estudio **REFORMA DE LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN, 6544/L-655 Y 6544/6040 EN 60KV QUE INTERFIEREN CON LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO VIAS NUEVAS DE LIMA, AMPLIACIÓN DE LA AV. RAMIRO PRIALÉ, LIMA, PERU**, así como los visitantes en calidad de peatón o con unidad móvil.

El área de influencia está integrada por:

- Área de Influencia Directa (AID)
- Área de Influencia Indirecta (AII)

Esta subdivisión permite tener una mayor comprensión y facilidad de análisis de la situación del área de estudio

- Área de Influencia Directa (AID)
- Área de Influencia Indirecta (AII)

El Área de Influencia Indirecta (AII) es el espacio físico en el que se manifiestan las personas afectadas en **REFORMA DE LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN, 6544/L-655 Y 6544/6040 EN 60KV QUE INTERFIEREN CON LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO VIAS NUEVAS DE LIMA, AMPLIACIÓN DE LA AV. RAMIRO PRIALÉ, LIMA, PERU**

4.3.4 Tamaño de la muestra

Se realizó preguntas de conocimiento de tal manera de realizar un estudio eléctrico para la transmisión de energía, manteniendo la estabilidad de cada estructura, teniendo presente que la muestra tendrá los siguientes parámetros:

a. El diseño de la muestra probabilística

El diseño de la muestra probabilística empleado considerando la población próxima, como la población con uso temporal del área de estudio, son los sectores que conforman una fracción del total de pobladores, debido a que el inicio y final de cada localidad en estudio se encuentran en diferentes puntos geográficos.

b. Muestra Numérica

En el presente estudio se considera la muestra numérica de una población infinita, en la cual se tomó como universo a las personas que viven y circundan cerca a los nuevos intercambios viales del estudio

c. Muestra Inicial.

Por ser una magnitud de población cercana a las Líneas de Transmisión **6544/L-655 Y 6544/6040 EN 60KV QUE INTERFIEREN CON LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO VIAS NUEVAS DE LIMA**, así como las localidades y distritos, separadas entre sí, con diversos sectores geográficos, sociales, económicos, educativos, etc, la muestra seleccionada se realizó por el método muestreo por racimos, aplicando la fórmula:

$$n = z^2 \frac{pq}{E^2}$$

$$p + q = 1.0 \text{ ó } 100\%$$

Dónde:

n = Tamaño de la muestra inicial

z = Límite de confianza para generalizar los resultados.

P = Campo de variabilidad de aciertos ó éxitos.

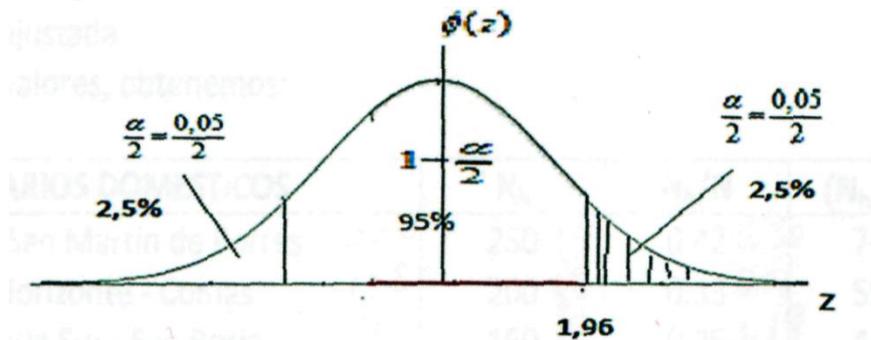
Q = Campo de variabilidad de desaciertos o fracasos.

E = Nivel de precisión para generalizar los resultados.

Relacionando los términos estadísticos con los instrumentos de recolección de datos para la determinación del tamaño de la muestra inicial con el 95% de límite de confianza y 5% de límite de desconfianza (error), ($p + q = 95 \% + 5 \% = 100 \%$).

Los valores considerados han sido extraídos de la Tabla: "Distribución Normal Estándar de Áreas Bajo la Curva"¹⁴ tipificada de cero a zeta (0 a "2", encontramos el valor de $z = 1.96$ para los campos de variabilidad estimamos:

Figura 4. 1: Distribución Normal Estándar



Fuente UOC Proyecto e-Math Financiado por la Secretaria de Estado de Educación y Universitaria (MECD). Autor Angel A. Juan

Donde:

z = 1,96

p = 0,60 para los aciertos o éxitos

q = 0,40 para los errores o fracasos

E = 0,06

Reemplazando valores, tenemos:

$$n = \frac{(1.96)^2 (0.60)(0.40)}{(0.06)^2} = 256.106 \cong 256 \text{ pobladores}$$

La muestra considerada para llevar adelante el presente trabajo es de 256 pobladores.

d. Muestra Ajustada

La muestra inicial (256) es sometida al factor de corrección finita para obtener la muestra ajustada mediante la fórmula:

$$n_0 = \frac{n}{1 + \frac{n-1}{N}} = \frac{256}{1 + \frac{256-1}{400}}$$

Dónde:

No= Muestra ajustada

n = Valor de la muestra inicial (256)

N = Población (400)

Reemplazando valores, tenemos:

$$n_0 = \frac{256}{1 + \frac{256-1}{400}} = \text{usuarios } 156.33 \approx 156$$

En este caso, sólo se investigará a 156 pobladores, que pueden ser o no usuarios y los resultados se generalizarán al número total de ellos.

e. Proporcionalidad de la muestra

Con el valor de la muestra ajustada ($n_0 = 156$), se determinó la proporcionalidad de la misma, para lo cual se conoce la cantidad de la población encuestada por sectores, posteriormente se aplicará la fórmula:

$$\frac{N_h}{N} (n_0)$$

Dónde:

N_h = Sub población

N = Población

n_0 = Muestra ajustada

Sustituyendo la relación de población se obtendrá nuevos valores.

4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

General. A través de este método general histórico conocemos la evolución histórica que han experimentado los seres humanos que transitan o viven próximo a las Líneas de Transmisión **6544/L-655 Y 6544/6040 EN 60KV.**

Específico. -

a. **Experimental.** - Durante el proceso experimental se utilizó :

- **Equipos de prueba como Detectores de Tensión** para medición de voltaje inducido.
- para verificación de aislamiento se usará megohmetro para medición de Líneas en Alta Tensión.

b. **Matematización.**- Se utilizó Software para cálculos electromecánicos, análisis de muestra de terreno, cálculos justificativos de inducción.

4.5. Procedimiento de recolección de datos

Se alcanzó los objetivos pudiendo explicar, demostrar, probar y plantear la solución al problema de **REFORMA DE LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN, 6544/L-655 Y 6544/6040 EN 60KV QUE INTERFIEREN CON LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO VIAS NUEVAS DE LIMA, AMPLIACIÓN DE LA AV. RAMIRO PRIALÉ, LIMA, PERÚ** estudio formulado en la hipótesis, desarrollando las actividades principales siguientes:

Acopio de las informaciones científicas tecnológicas referentes a la interferencia, denominándose la presente tesis **REFORMA DE LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN, 6544/L-655 Y 6544/6040 EN 60KV QUE INTERFIEREN CON LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO VÍAS NUEVAS DE LIMA, AMPLIACIÓN DE LA AV. RAMIRO PRIALÉ, LIMA, PERÚ.**

V. RESULTADOS

- ✓ Las reformas de las Líneas en 60 kV, con la consideración de instalación de nuevas estructuras, el uso de equipos de menor longitud, menor peso, pero mayor línea de fuga, con el uso de tecnología reciente, como el DLTCAD, AUTOCAD, las coordinaciones realizadas con las empresas involucradas, permite que las Líneas de Transmisión en 60 kV, L-6544, L-655 (Ñaña) y la L-6544, L-6040 al interior de las instalaciones de la Central Hidroeléctrica Huampaní de propiedad de ENEL GENERACIÓN - PERU, no interferirán con La ejecución del proyecto VIAS NUEVAS DE LIMA, **Ampliación de la Av. Ramiro Prialé- Lima.**
- ✓ Las reformas de las Líneas en 60 kV, con la consideración de instalación de nuevas estructuras, el uso de equipos de menor longitud, menor peso, pero mayor línea de fuga, con el uso de tecnología reciente, como el DLTCAD, AUTOCAD, las coordinaciones realizadas con las empresas involucradas, permite que las Líneas de Transmisión en 60 kV, L-6544, L-655 (Ñaña) no interferirán con La ejecución del proyecto VIAS NUEVAS DE LIMA, **Ampliación de la Av. Ramiro Prialé- Lima.**
- ✓ Las reformas de las Líneas en 60 kV, con la consideración de instalación de nuevas estructuras, el uso de equipos de menor longitud, menor peso, pero mayor línea de fuga, con el uso de tecnología reciente, como el DLTCAD, AUTOCAD, las coordinaciones realizadas con las empresas involucradas, permite que las Líneas de Transmisión en L-6544, L-6040 al interior de las instalaciones de la Central Hidroeléctrica Huampaní de propiedad de ENEL GENERACIÓN - PERU, no interferirán con La ejecución del proyecto VIAS NUEVAS DE LIMA, **Ampliación de la Av. Ramiro Prialé- Lima.**

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- ✓ Los resultados obtenidos para las reformas de las Líneas en 60 kV, con el uso de tecnología reciente, permite obtener valores recomendados en los Códigos Eléctricos, facilidad en el montaje, facilidad en el transporte, pudiendo los pobladores del sector, como los operadores de la Líneas eléctricas estudiadas contar con la seguridad de la operación, manteniendo las distancias de seguridad recomendadas para las Líneas de Transmisión en 60 kV, L-6544, L-655 (Ñaña) y la L-6544, L-6040 al interior de las instalaciones de la Central Hidroeléctrica Huampaní de propiedad de ENEL GENERACIÓN - PERU, no interferirán con La ejecución del proyecto VIAS NUEVAS DE LIMA, **Ampliación de la Av. Ramiro Prialé- Lima.**
- ✓ Los resultados obtenidos para las reformas de las Líneas en 60 kV, con el uso de tecnología reciente, permite obtener valores recomendados de acuerdo al Código Nacional de Electricidad – Suministro 2011, facilidad en el montaje, facilidad en el transporte, pudiendo los pobladores del sector, como los operadores de la Líneas eléctricas estudiadas contar con la seguridad de la operación, manteniendo las distancias de seguridad recomendadas para las Líneas de Transmisión en 60 kV, L-6544, L-655 (Ñaña), no interferirán con La ejecución del proyecto VIAS NUEVAS DE LIMA, **Ampliación de la Av. Ramiro Prialé- Lima.**
- ✓ Los resultados obtenidos para las reformas de las Líneas en 60 kV, con el uso de tecnología reciente, permite obtener valores recomendado en el Código Nacional de Electricidad – Suministro 2011 (Tabla 234-1a y Tabla 232-1a), facilidad en el montaje, facilidad en el transporte, pudiendo los pobladores del sector, como los operadores de la Líneas eléctricas estudiadas contar con la seguridad de la operación, manteniendo las distancias de seguridad recomendadas para las Líneas Eléctricas estudiadas L-6544, L-6040 al interior de las instalaciones de la Central Hidroeléctrica Huampaní de propiedad de ENEL GENERACIÓN -

PERU, no interferirán con La ejecución del proyecto VIAS NUEVAS DE LIMA, **Ampliación de la Av. Ramiro Prialé- Lima.**

VII CONCLUSIONES

- ✓ La aplicación constante de nuevas tecnología en los sistemas eléctricos estudiados, manteniendo las distancias de seguridad recomendadas para las Líneas de Transmisión en 60 KV, L-6544, L-655 (Ñaña) y la L-6544, L-6040 al interior de las instalaciones de la Central Hidroeléctrica Huampaní de propiedad de ENEL GENERACIÓN - PERU, no interferirán con La ejecución del proyecto VIAS NUEVAS DE LIMA AMPLIACIÓN DE LA AV. RAMIRO PRIALÉ, LIMA, PERU. garantiza la operación ante el comportamiento variable de las condiciones ambientales, evitando la ruptura de la rigidez dieléctrica del aire.

- ✓ Según el **CÓDIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD – SUMINISTRO 2011** en la tabla 234-1a de nombre “distancias de seguridad de los conductores, con tensión no protegidas adyacentes pero no fijadas a edificaciones, letreros, chimeneas, antenas de radio televisión, tanques, puentes peatonales y otras instalaciones excepción de puentes (vehiculares)” donde los conductores expuestos a más de 23kV, se deberá considerar una distancia mínima de seguridad vertical de 3.93m. Consideramos también 4m de factor por fallas de cortocircuito. Cabe resaltar que se considera un panel publicitario (Torre unipolar) con 8m de altura aproximadamente.

$$DMS_{CIV} = CNE_{S-2011} + H_{panel} + F_{falla}.$$

$$DMS_{CIV} = 3,93m + 8m + 4m \rightarrow DMS_{min} = 15,93m$$

- ✓ Se busca mantener el criterio técnico de distancias mínimas de seguridad para el cruce de intercambios viales que se desarrollen a futuro, considerando los parámetros anteriormente mencionado.

VIII RECOMENDACIONES

Intercambio Ñaña

Como alternativa técnica, se puede considerar la siguiente propuesta:

- Retiro del poste existente que se ubica en el eje de la nueva vía, y cambio de conductor de los vanos adyacentes.
- Instalación de poste en cada extremo de la nueva vía, de altura tal que la catenaria de dicho vano, cumple con la distancia mínima de seguridad con respecto a la nueva rasante. Según las recomendaciones ya mencionadas.
- Ver el anexo 2.1: Esquema vista planta alameda ñaña.

Intercambio Huampaní

- Sobre la línea de Alta tensión, se plantea como alternativa técnica la instalación de postes adicionales, a los extremos de la nueva vía Ramiro Priale, para cada línea, con la finalidad de elevar cada tramo, en la cual se consiguió una altura tal que la catenaria de dichos vanos guarde la distancia mínima de seguridad con respecto a la nueva rasante, según las recomendaciones ya mencionadas.
- Con estas propuestas se compromete al servicio eléctrico en dos eventos, los cuales son:
 - 1.- Luego de realizar el tendido de las líneas provisionales, se deberá proceder con el corte de energía eléctrica de las líneas de A.T. por un periodo mínimo de tiempo para efectuar la conexión de las mismas, y dejar fuera de servicio los tramos existentes para que pueda ser trabajado y sustituido por la nueva configuración.

2. - Luego de culminado el tendido de las nuevas líneas en el mismo eje de la actual línea existente, se procederá a realizar un corte de energía eléctrica por un periodo mínimo para proceder con la puesta en servicio de la nueva red aérea, la cual cumplirá con todas las exigencias técnicas y normas actuales; posteriormente y luego de la puesta en servicio, se procederá al retiro total de la red provisional.

- Ver el anexo 2.2: Esquema vista planta Huampaní.

IX REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Mina (Osinermin); Decreto Ley N° 25844 – Ley de Concesiones Eléctricas; Decreto Supremo N° 009-93-EM; Lima – Perú; 1993.

[2] Osinermin; Decreto Ley N° 25844 – Ley de Concesiones Eléctricas; Decreto Supremo N° 020-97-EM; Lima – Perú; 1997.

[3] Osinermin; Decreto Ley N° 25844 – Ley de Concesiones Eléctricas; Decreto Supremo N° 039-2001-EM; Lima – Perú; 2001.

[4] Organismo Supervisor de la Inversión en Energía (Osiner), Norma Técnica para la Coordinación de la Operación en Tiempo Real de los Sistemas Interconectados – Resolución Directoral N° 014-2005-EM/DGE; Lima – Perú; 2005.

[5] Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Mina (Osinermin); Decreto Ley N° 25844 – Ley de Concesiones Eléctricas; Decreto Supremo N° 003- 2005-EM; Lima – Perú; 2005

[6] Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo (MINTRA); Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo; Decreto Supremo N° 009-2005-TR; Lima – Perú, 2005.

[7] Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional (COES - SINAC); Aprobación del Reglamento para el Comité de Operación Económica del Sistema (COES) - Decreto Supremo N° 027-2008-EM; Lima – Perú; 2005.

[8] Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Mina (Osinermin); Decreto Ley N° 28832 – Ley para Asegurar el Desarrollo Eficiente de la Generación Eléctrica; Lima – Perú; 2006.

[9] Osinergmin; Base Metodológica para la Aplicación de la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos - Resolución de Consejo Directivo N° 616-2008-OS/CD; Lima – Perú; 2008.

[10] Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional (COES - SINAC), Modificaciones al Estatuto del COES, Lima – Perú, 2009

[11] Alfredo Céspedes Z. “DISEÑO DE MEJORA DE CALIDAD PARA LA PUESTA EN SERVICIO DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN VILLA RICA - PUERTO BERMUDEZ EN 60kV. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Electricista, Universidad Nacional del Centro del Perú; Huancayo – Perú; 2010.

[12] Jhonny Pallarozo D. “INGENIERÍA DE DETALLE DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN 138 kV TRUJILLO NORTE- TRUJILLO NOROESTE”; Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Electricista, Universidad Nacional de Ingeniería; Lima – Perú; 2010.

[13] Ministerio de Energía y Minas (MINEM); Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo con Electricidad; Resolución Ministerial N° 111-2013-MEM/DM; Lima – Perú, 2013.

[14] Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Mina (Osinergmin); Decreto Ley N° 25844 – Ley de Concesiones Eléctricas, Decreto Supremo N° 018-2016-EM; Lima – Perú; 2016.

[15] Ministerio de Energía y Minas (MINEM); Texto Único de Procedimientos Administrativos (TUPA) - Resolución Ministerial N° 514-2017-MEM/DM; Lima – Perú, 2017.

ANEXOS

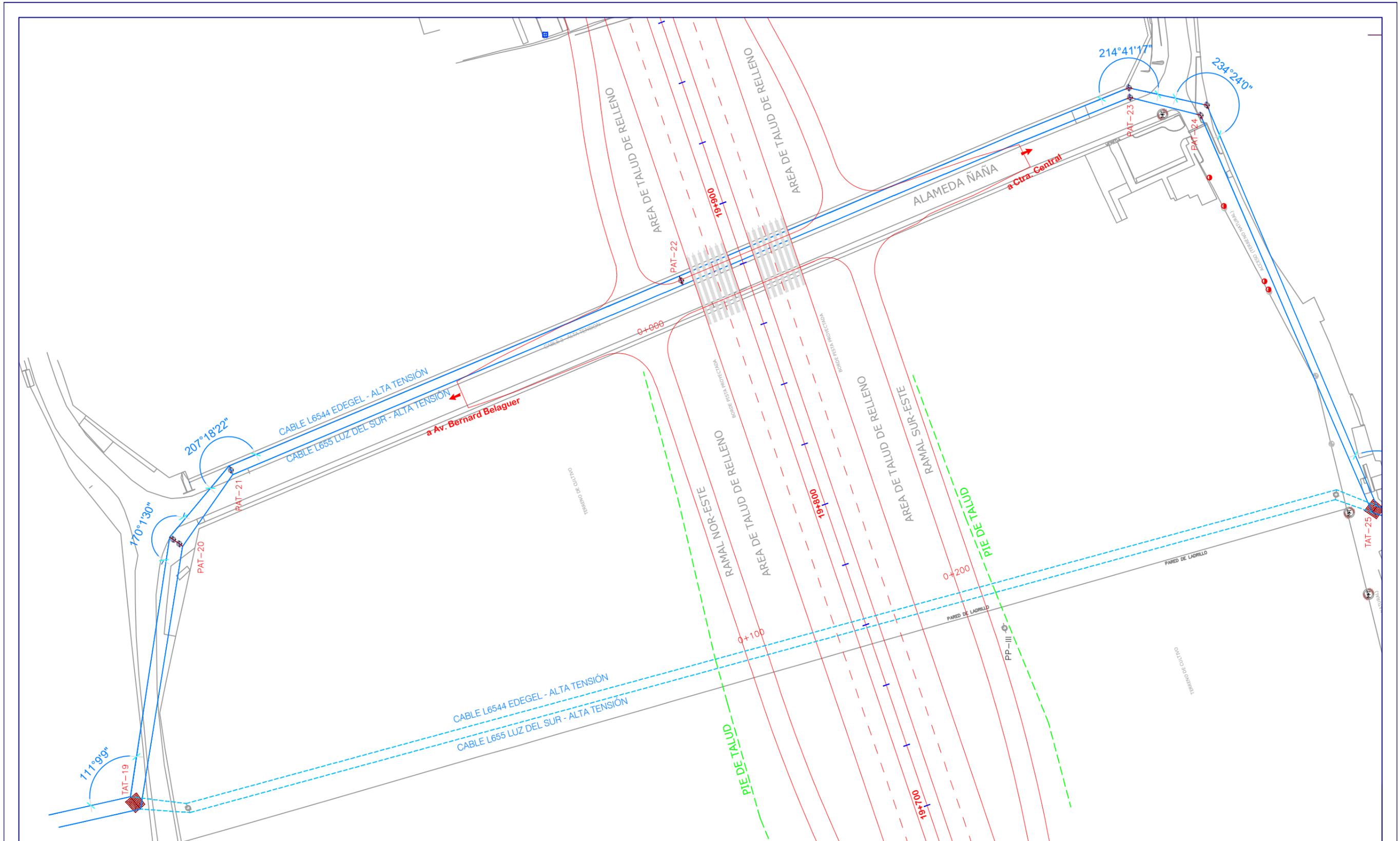
Anexo 1: Matriz de Consistencia

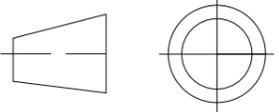
TITULO DEL PROYECTO: REFORMA DE LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN, 6544/L-655 Y 6544/6040 EN 60KV QUE INTERFIEREN CON LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO VIAS NUEVAS DE LIMA, AMPLIACIÓN DE LA AV. RAMIRO PRIALÉ, LIMA, PERU.				
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	MÉTODOS
<p>General. - Las Líneas de Transmisión en 60 KV, L-6544, L-655 (Ñaña) y la L-6544, L-6040 al interior de las instalaciones de la Central Hidroeléctrica Huampaní de propiedad de ENEL GENERACIÓN - PERU, interferirán con La ejecución del proyecto VIAS NUEVAS DE LIMA, Ampliación de la Av. Ramiro Prialé- Lima</p> <p>Específicos: Las Líneas de Transmisión en 60 KV, L-6544, L-655 (Ñaña) de propiedad de ENEL GENERACIÓN - PERU, interferirán con La ejecución del proyecto VIAS NUEVAS DE LIMA, Ampliación de la Av. Ramiro Prialé- Lima</p> <p>Las Líneas de Transmisión en 60 KV y la L-6544, L-6040 al interior de las instalaciones de la Central Hidroeléctrica Huampaní de propiedad de ENEL GENERACIÓN - PERU, interferirán con La ejecución del proyecto VIAS NUEVAS DE LIMA, Ampliación de la Av. Ramiro Prialé- Lima</p>	<p>General Realizar la reubicación de las Líneas de Transmisión en 60 KV, L-6544, L-655 (Ñaña) y la L-6544, L-6040 al interior de las instalaciones de la Central Hidroeléctrica Huampaní de propiedad de ENEL GENERACIÓN - PERU, evitando de esta manera, las interferencias con La ejecución del proyecto VIAS NUEVAS DE LIMA, Ampliación de la Av. Ramiro Prialé- Lima</p> <p>Específicos: Realizar la reubicación de las Líneas de Transmisión en 60 KV, L-6544, L-655 (Ñaña) de propiedad de ENEL GENERACIÓN - PERU, evitando de esta manera, las interferencias con La ejecución del proyecto VIAS NUEVAS DE LIMA, Ampliación de la Av. Ramiro Prialé- Lima</p> <p>Realizar la reubicación de las Líneas de Transmisión en 60 KV, la L-6544, L-6040 al interior de las instalaciones de la Central Hidroeléctrica Huampaní de propiedad de ENEL GENERACIÓN - PERU, evitando de esta manera, las interferencias con La ejecución del proyecto VIAS NUEVAS DE LIMA, Ampliación de la Av. Ramiro Prialé- Lima</p>	<p>Hipótesis General Ejecutado la reubicación de las Líneas de Transmisión en 60 KV, L-6544, L-655 (Ñaña) y la L-6544, L-6040 al interior de las instalaciones de la Central Hidroeléctrica Huampaní de propiedad de ENEL GENERACIÓN - PERU, se conseguirá la REFORMA DE LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN, 6544/L-655 Y 6544/6040 EN 60KV QUE INTERFIEREN CON LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO VIAS NUEVAS DE LIMA, AMPLIACIÓN DE LA AV. RAMIRO PRIALÉ, LIMA, PERU.</p> <p>Específicas: Ejecutado la reubicación de las Líneas de Transmisión en 60 KV, L-6544, L-655 (Ñaña) de propiedad de ENEL GENERACIÓN - PERU, se conseguirá la REFORMA DE LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN, 6544/L-655 Y 6544/6040 EN 60KV QUE INTERFIEREN CON LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO VIAS NUEVAS DE LIMA, AMPLIACIÓN DE LA AV. RAMIRO PRIALÉ, LIMA, PERU.</p> <p>Ejecutado la reubicación de las Líneas de Transmisión en 60 KV, L-6544, L-6040 al interior de las instalaciones de la Central Hidroeléctrica Huampaní de propiedad de ENEL GENERACIÓN - PERU, se conseguirá la REFORMA DE LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN, 6544/L-655 Y 6544/6040 EN 60KV QUE INTERFIEREN CON LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO VIAS NUEVAS DE LIMA, AMPLIACIÓN DE LA AV. RAMIRO PRIALÉ, LIMA, PERU.</p>	<p>Variable Independiente Indicadores X1= Interferencias con intercambios viales X2= Falta de estructuras de mayor altura X3= Distancias de seguridad sin cumplir con reglamento eléctrico X4=Reubicación de estructuras de B.T. X5= Falta de seguridad de estructuras</p> <p>Variable dependiente Y1= Problemas por acercamiento a calzada Y2= Problema por acercamiento a viviendas Y3= Problemas de Salud en la población cercana Y4= Reducción de áreas verdes Y5= Reducción de áreas de estacionamiento vehicular</p> <p>Z1=Traslado de estructuras a otro sector Z2=Falta de cumplimiento de Servidumbre Z3=Mantenimiento a estructuras de enlace Z4= Aumento de accidentes vehiculares Z5=Falta de un sistema de buen alumbrado para vías de alto transito</p>	<p>Técnicas e Instrumentos de recolección de datos</p> <p>General. A través de este método general histórico conoceremos la evolución histórica que han experimentado los seres humanos que transitan o viven próximo a las Líneas de Transmisión 6544/L-655 Y 6544/6040 en 60KV</p> <p>Específico. - a. Experimental. - Durante el proceso experimental se utilizará: - Equipos de prueba como Detectores de Tensión para medición de voltaje inducido, - Para verificación de aislamiento se usará megohmetro para medición de Líneas en Alta Tensión</p> <p>b.- Matematización. - Se utilizara Software para cálculos electromecánicos, análisis de muestra de terreno, cálculos justificativos de inducción.</p>

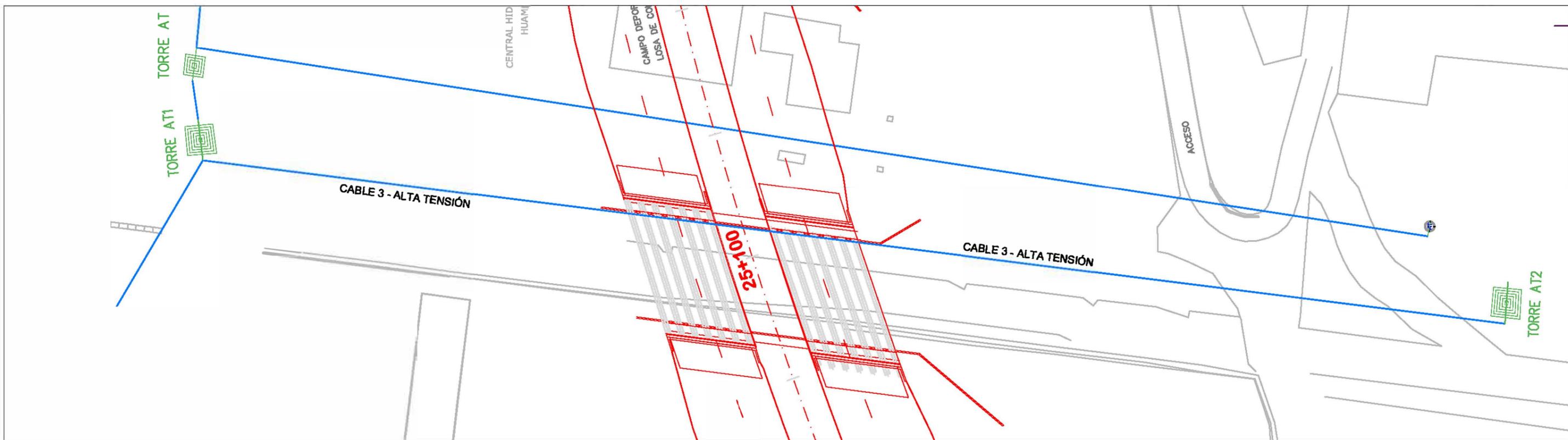
Postulantes: - Bach. OTINIANO SIALAS, CARLOS ALBERTO - Bach. MINAYA MANRIQUE, LUIYI JULIO - Bach. RISCO JAYO, LUIS ANGEL

Anexo 2.1:
Esquema vista planta Alameda Ñaña

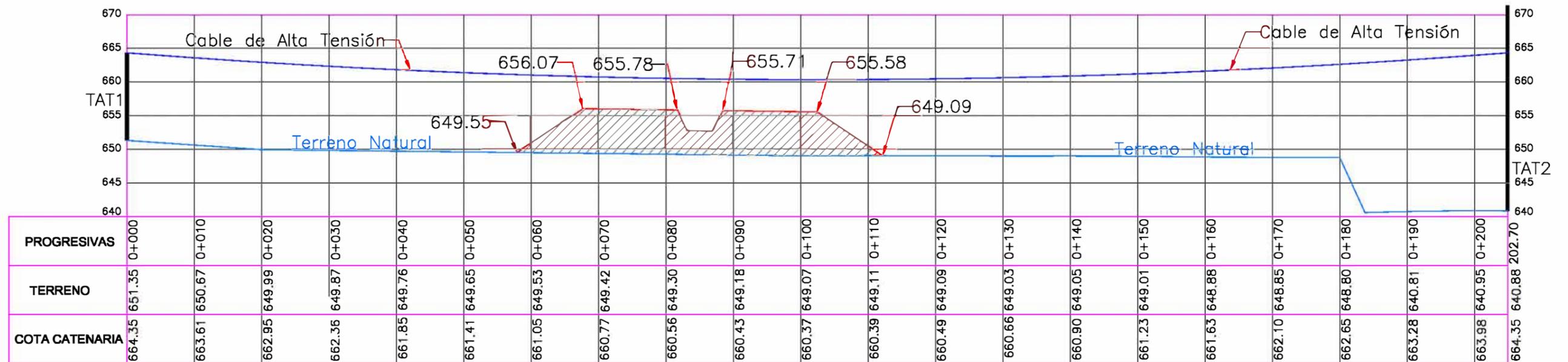
Anexo 2.2:
Esquema vista planta Huampaní.



	SIMBOLO ISO/DIN		NOMBRE	FECHA	DESCRIPCION	HOJA	1
		DISEÑADO	M. R. G.	19/09/2018	ESQUEMA VISTA PLANTA	ESCALA	S/E
	REVISADO	C.D.S./ L.M.M./ L.R.J.	19/09/2018	ALAMEDA ÑAÑA		CANT. DE PLANO	1
	FORMATO: A-4	APROBADO	C.D.S./ L.M.M./ L.R.J.	19/09/2018	ANEXO 2.1	PLANO	1/1

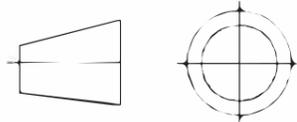


PERFIL LONGITUDINAL CABLE 3 DE ALTA TENSIÓN



UNAC

SIMBOLO ISO/DIN



FORMATO: A-4

DISEÑADO

REVISADO

APROBADO

NOMBRE

M. R. G.

C.D.S./ L.M.M./ L.R.J.

C.D.S./ L.M.M./ L.R.J.

FECHA

19/09/2018

19/09/2018

19/09/2018

DESCRIPCION

ESQUEMA VISTA PLANTA
HUAMPANÍ
ANEXO 2.2

HOJA

ESCALA

CANT. DE PLANO

PLANO

1

S/E

1

1/1