

OPTIMIZACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN SUBTERRÁNEA 220 KV DESDE LA SUB ESTACIÓN INDUSTRIAL HASTA LA SUB ESTACIÓN SAUCES SANTA ANITA - ATE

INFORME DE ORIGINALIDAD

11 %	11 %	2 %	%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	4 %
2	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	2 %
3	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	1 %
4	www.ptolomeo.unam.mx:8080 Fuente de Internet	1 %
5	prezi.com Fuente de Internet	1 %
6	repositorio.puce.edu.ec Fuente de Internet	1 %
7	vdocumento.com Fuente de Internet	1 %
8	pdffox.com Fuente de Internet	1 %



**FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA
PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN
EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTELS
(Art. 45° de la ley N° 30220 – Ley)**

Autorización de la propiedad intelectual del autor para la publicación de tesis en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur (<https://repositorio.unfels.edu.pe>), de conformidad con el Decreto Legislativo N° 822, sobre la Ley de los Derechos de Autor, Ley N° 30035 del Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, Art. 10° del Rgto. Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales en las universidades – RENATI Res. N° 084-2022-SUNEDU/CD, publicado en El Peruano el 16 de agosto de 2022; y la RCO N° 061-2023-UNTELS del 01 marzo 2023.

TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

- 1). TESIS () 2). TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL (X)

DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: JIMENEZ CALLE CINTHIA LUCIA
D.N.I.: 46485484
Otro Documento:
Nacionalidad: PERUANA
Teléfono: 941489512
e-mail: cinthiajimenezcalle@gmail.com

DATOS ACADÉMICOS

Pregrado

Facultad: FACULTAD DE INGENIERIA Y GESTION
Programa Académico: TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
Título Profesional otorgado: INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

Postgrado

Universidad de Procedencia:
País:
Grado Académico otorgado:

Datos de trabajo de investigación

Título: " OPTIMIZACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA LINEA DE TRANSMISION SUBTERRANEA 220 KV DESDE LA SUB ESTACION INDUSTRIAL HASTA LA SUB ESTACION SAUCES SANTA ANITA - ATE "
Fecha de Sustentación: 01 DE DICIEMBRE 2019
Calificación: APROBADO
Año de Publicación: 2024

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN VERSIÓN ELECTRÓNICA

A través de la presente, autorizo la publicación del texto completo de la tesis, en el Repositorio Institucional de la UNTELS especificando los siguientes términos:

Marcar con una X su elección.

- 1) Usted otorga una licencia especial para publicación de obras en el REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR.

Si autorizo No autorizo

- 2) Usted autoriza para que la obra sea puesta a disposición del público conservando los derechos de autor y para ello se elige el siguiente tipo de acceso.

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO ABIERTO 12.1(*)	info:eu-repo/semantics/openAccess (Para documentos en acceso abierto)	(X)

- 3) Si usted dispone de una **PATENTE** puede elegir el tipo de **ACCESO RESTRINGIDO** como derecho de autor y en el marco de confiabilidad dispuesto por los numerales 5.2 y 6.7 de la directiva N° 004-2016-CONCYTEC DEGC que regula el Repositorio Nacional Digital de CONCYTEC (Se colgará únicamente datos del autor y el resumen del trabajo de investigación).

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO RESTRINGIDO	info:eu-repo/semantics/restrictedAccess (Para documentos restringidos)	()
	info:eu-repo/semantics/embargoedAccess (Para documentos con períodos de embargo. Se debe especificar las fechas de embargo)	()
	info:eu-repo/semantics/closedAccess (para documentos confidenciales)	()

(*) <http://renati.sunedu.gob.pe>



UNIVERSIDAD NACIONAL
TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

Rellene la siguiente información si su trabajo de investigación es de acceso restringido:

Atribuciones de acceso restringido:


Motivos de la elección del acceso restringido:

JIMENEZ CALLE CINTHIA LUCIA

APELLIDOS Y NOMBRES

46485484

DNI


Firma y huella:



Lima, 16 de Mayo del 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECÁNICA Y ELÉCTRICA



**“OPTIMIZACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA DE
TRANSMISIÓN SUBTERRÁNEA 220 KV DESDE LA SUB
ESTACIÓN INDUSTRIAL HASTA LA SUB ESTACIÓN SAUCES
SANTA ANITA - ATE”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR EL BACHILLER

JIMENEZ CALLE, CINTHIA LUCIA

ORCID: 0009-0004-0877-1253

ASESOR

VILCAHUAMAN SANABRIA, RAUL CESAR

ORCID: 0000-0002-2179-8336

Villa El Salvador

2019



“Año de la Lucha contra la Corrupción e Impunidad”

III Programa de la Modalidad de Titulación por Trabajo de Suficiencia Profesional

Facultad de Ingeniería y Gestión

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

En Villa El Salvador, siendo las 7:00:00 AM del día domingo 01 de diciembre de 2019, se reunieron en el aula B2-6, los miembros del Jurado Evaluador del Trabajo de Suficiencia Profesional integrado por:

Presidente	: DR. SANTOS MEJIA CESAR AUGUSTO	CIP N°: 71065
Secretario	: MG. FLORES CÁCERES RICHARD	CIP N°: 185839
Vocal	: ING. MERA ANDIA JOSE LUIS	CIP N°: 162108

Designados con RESOLUCIÓN DE FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN N° 630-2019-UNTELS-CO-V.ACAD-FIG, de fecha 26 de noviembre de 2019.

Se da inició al acto público de sustentación y evaluación del Trabajo de Suficiencia Profesional, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, bajo la modalidad de Trabajo de Suficiencia Profesional. (Resolución de Comisión Organizadora N° 176-2019-UNTELS de fecha 17 de setiembre de 2019), en la cual se APRUEBA los documentos de gestión del III Programa de la Modalidad de Titulación por Trabajo de Suficiencia Profesional de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur – UNTELS; siendo que el Art. 4° del precitado Reglamento establece que: **“El trabajo de Suficiencia Profesional consiste en la presentación, aprobación y sustentación de un Proyecto que permite demostrar el logro de las competencias adquiridas en el desarrollo de los estudios de pregrado que califican para el ejercicio de la profesión correspondiente. La sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional se realiza en un acto académico público”**, en el cual;

El Bachiller: JIMENEZ CALLE, CINTHIA LUCIA

Sustentó su Trabajo de Suficiencia Profesional: "OPTIMIZACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN SUBTERRÁNEA 220KV DESDE LA SUB ESTACIÓN INDUSTRIAL HASTA LA SUB ESTACION SAUCES SANTA ANITA - ATE"

Concluida la Sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional, se procedió a la calificación correspondiente según el siguiente detalle:

Condición... APROBADO CON DISTINCIÓN Equivalencia... MUY BUENO... De acuerdo al Art. 65° del Reglamento General para el Otorgamiento de Grado Académico y Título Profesional de la UNTELS vigente.

Siendo las 8:00am del día domingo 01 de diciembre de 2019, se dio por concluido el acto de sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional, firmando el presente acta los miembros del Jurado.

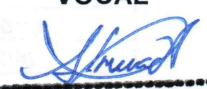
PRESIDENTE

SECRETARIO

RICHARD FLORES CACERES
INGENIERO
MECANICO ELECTRICISTA
Reg. CIP N° 185839

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL DEL CALLAO

Ing. CIP. PARTICIPANTE
ING. ELECTRICISTA
REG. N° 71065

VOCAL

JOSE LUIS MERA ANDIA
ING. MECÁNICO
CIP: 162108

Nota: Art. 14°.- La sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional se realizará en un acto público. De faltar algún miembro del Jurado, la sustentación procederá con los dos integrantes presentes. En caso de ausencia del Presidente del jurado, asumirá la presidencia el docente de mayor categoría y antigüedad. En caso de ausencia de dos o más miembros del jurado, la sustentación será reprogramada durante los 05 días siguientes.

DEDICATORIA:

Dedico este trabajo de suficiencia profesional a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento, depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi capacidad.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios por haberme guiado por el camino de la felicidad hasta ahora; en segundo lugar, a cada integrante de mi familia a mi padre Nilo Jiménez, mi madre Lucia Calle, mis hermanos Alan y Dalia por siempre haberme dado su fuerza y apoyo incondicional que me han ayudado y llevado hasta donde estoy ahora.

Agradezco a mi esposo Dennis que a lo largo de estos diez años siempre con mucha paciencia y amor me acompañó alentándome en todos los retos que me he propuesto hasta el día de hoy.

A mi hija Mía, por ser la inspiración en cada cosa que me propongo.

Por último, a mi alma Mater UNTELS porque gracias a esta universidad muchos jóvenes de Villa El Salvador al igual como yo logramos obtener estudios superiores.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	3
1.2 Justificación del proyecto.....	4
1.3 Delimitación del proyecto	5
1.3.1 Teórica.....	5
1.3.2 Espacial.....	5
1.3.3 Temporal	6
1.4 Formulación del problema	7
1.4.1 Problema general.....	7
1.4.2 Problemas específicos	7
1.5 Objetivos	8
1.5.1 Objetivo general.....	8
1.5.2 Objetivos específicos	8
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. Antecedentes de la investigación.....	9
2.2. Bases Teóricas	12
2.2.1 Generación de energía eléctrica	13
2.2.2 Transmisión de energía eléctrica.....	15
2.2.3 Líneas de transmisión	18
2.2.4 Elementos de una línea de transmisión subterránea	19

2.2.5. Corriente de Cortocircuito en los cables subterráneos.....	24
2.2.6. Códigos y normas.....	25
2.3. Definición de términos básicos.....	27
CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL.	30
3.1 Modelo de solución.....	30
3.1.1 Optimización de ruta para la construcción de la línea de transmisión subterránea.....	30
3.1.2 Evaluación técnica.....	35
3.1.3 Detalles de la Línea de Transmisión 220 kV.....	37
3.1.4 Cronograma de obra - línea de transmisión 220kv Sub Estación Industriales – Sub Estación Sauces.....	39
3.1.5 Procedimientos óptimos para la construcción de la línea de transmisión 220 kV.....	40
3.2 Resultados.....	69
3.2.1 Evaluación económica de alternativas de ruta.....	69
3.2.2 Evaluación económica según tipo de sección.....	73
3.2.3 Evaluación económica de cámara de empalme.....	73
3.2.4 Cálculo de caída de tensión.....	77
3.2.5 Cálculo de corriente de Cortocircuito.....	80
3.2.6 Presupuesto de obra.....	83
3.2.7 Rendimientos óptimos para concluir en la fecha de cronograma de obra..	85
3.2.8 Rendimiento óptimo planificado.....	86
CONCLUSIONES.....	91

RECOMENDACIONES.....	92
BIBLIOGRAFÍA.....	93
ANEXOS	94

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Rutas para construcción de línea de transmisión.....	6
Figura 2. Línea de transmisión subterránea.....	19
Figura 3. Cables no propagadores de llama.....	21
Figura 4. Cable no propagadores de llama ni del incendio.....	21
Figura 5. Canalización Entubado en zanja.....	23
Figura 6. Ruta 1 para construcción de línea de transmisión.....	31
Figura 7. Ruta 2 para construcción de línea de transmisión.....	33
Figura 8. Procedimientos para Construcción de línea de transmisión subterránea.....	40
Figura 9. Excavación con máquina retroexcavadora.....	42
Figura 10. Entubado en zanja.....	44
Figura 11. Vaciado de concreto 100 kg/cm ² en banco ducto.....	45
Figura 12. Vaciado de concreto 100 kg/cm ² en Cámara de Empalme.....	45
Figura 13. Relleno y compactación.....	46
Figura 14. Cámara de Empalme.....	48
Figura 15. Cámara de Empalme Concreto Armado.....	49
Figura 16. Cámara de Empalme Concreto Simple.....	49
Figura 17. Cámara de Empalme con Muro de ladrillo.....	49
Figura 18. Transporte de bobinas.....	50
Figura 19. Limpieza de ductos.....	52
Figura 20. Limpieza de ductos con soga.....	53
Figura 21. Limpieza de ductos con escobillas.....	53

Figura 22. Limpieza de ductos con mandril.	53
Figura 23. Maniobra para limpieza de ductos.	54
Figura 24. Lubricado de ductos.	55
Figura 25. Lubricado de ducto con polywater.	56
Figura 26. Rodillos de alineamiento.	58
Figura 27. Rodillos de esquinero.	58
Figura 28. Rodillos cuadrantes.	59
Figura 29. Instalación, de rodillos cuadrantes.	59
Figura 30. Pre lubricado de coordina.	60
Figura 31. Capuchón Termocontraible.	61
Figura 32. Tendido de cable de energía.	66
Figura 33. Tendido de cable con uso de winche y freno.	66
Figura 34. Esquema de cámara de empalme, puestas a tierra y cross bonding.	68
Figura 35. Disposición Triangular (T) para un Sistema en Doble Circuito.	71
Figura 36. Disposición horizontal para un sistema en doble circuito.	72
Figura 37. Disposición vertical (V) para un sistema en doble circuito.	72
Figura 38. Diagrama de línea de transmisión doble terna.	77
Figura 39. Curva S del Proyecto.	85
Figura 40. Histograma para ejecución del proyecto.	90
Figura 41. Horas Hombre planificadas.	90

TABLAS

Tabla 1. Criterios técnicos y económicos para optimizar ruta.....	30
Tabla 2. Cronograma de obra.....	39
Tabla 3. Separación por interferencias.....	43
Tabla 4. Tiro máximo de tendido.....	67
Tabla 5. Módulo de Inversión LT-220COU0XXD0C310ES2.....	69
Tabla 6. Comparación de costos de ruta.....	69
Tabla 7. Diámetro de ducto HDPE.....	70
Tabla 8. Costos según tipo de sección.....	73
Tabla 9. Costo cámara de empalme concreto simple.....	73
Tabla 10. Costo cámara de empalme concreto armado.....	74
Tabla 11. Costo cámara de empalme con muro de ladrillo.....	74

INTRODUCCIÓN

La electricidad es un servicio básico, que parece tan común para quienes viven en ciudades, pero todavía no puede ser disfrutada por casi dos millones de peruanos, según cifras del Ministerio de Energía y Minas y las empresas privadas de electricidad.

La electricidad nace como una alternativa para mejorar la calidad de vida de los pueblos, se ha generado una gran demanda de energía, dándosele no sólo un uso doméstico, sino que, además, gran parte de la generación es utilizada por la industria en Perú.

En ese sentido, lo que se busca es optimizar los recursos para construir la línea de transmisión 220 kV Sub Estación Industriales hasta la Sub Estación Sauces de tal modo se genere un ahorro económico, no cree gran impacto ambiental y esto se refleje en los criterios de producción y costos reales para la construcción de la línea de transmisión, dicho esto a continuación presento mi trabajo de suficiencia profesional el cual está dividido en 3 capítulos.

En el Capítulo I, se describe el planteamiento del problema, que está relacionado con la biodiversidad cultural que tiene en la actualidad Perú y la necesidad de optimizar la construcción de la línea de transmisión 220 kV Sub Estación Industriales hasta la Sub Estación Sauces.

En el Capítulo II, se describe el marco teórico en la cual se sustenta la propuesta de solución, referente a la construcción del sistema de transmisión de 220 kV, resaltando definiciones, características y componentes, así como la normatividad sobre la cual se apoya el proyecto descrito.

En el Capítulo III, se presenta la descripción del procedimiento y criterios de construcción para la línea de transmisión 220 kV. Finalmente se realiza un análisis económico del ahorro adquirido para la construcción de la línea de transmisión 220 kV.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

Según (Fink, 1996, p.14-108), los sistemas de cables subterráneos se emplean para el transporte de energía eléctrica en donde no resulta practica la construcción de líneas aéreas o bien resulta insegura, costosa o ambientalmente inaceptable. Las aplicaciones principales se han tenido en áreas urbanas en las que no hay disponibilidad de derechos de vía para líneas aéreas o son prohibidamente costosas o en donde los reglamentos locales o estatales obligan a recurrir a transmisión subterránea. Existen también muchas zonas en las que en particular puede ser práctica la transmisión subterránea por razones de seguridad de las personas, seguridad de los intereses, de confiabilidad o estéticas; entre estas pueden citarse los acercamientos a los aeropuertos, las salidas de estaciones y subestaciones, los cruzamientos largos sobre agua y las áreas con valor escénico poco común o con extrema vulnerabilidad a daños por fuerzas naturales o vandalismo.

El Perú es un país con gran biodiversidad, debido a la morfología del terreno para poder construir la línea de transmisión 220 kV Sub Estación Industriales hasta la Sub Estación Sauces, se tiene 02 alternativas de rutas, sin embargo, para poder definirlo nos basarnos en el costo que este originará.

Asimismo, se tendrá en cuenta los procedimientos a seguir y los rendimientos óptimos de tal forma que la construcción de la línea de transmisión se pueda realizar con los mejores criterios y de acuerdo con el cronograma establecido.

1.2 Justificación del proyecto

1.2.1 Justificación Técnica

El proyecto se justifica, en que a partir de los conceptos técnicos se debe hallar una ruta que sea óptima para construir la línea de transmisión Sub Estación Industriales hasta la Sub Estación Sauces, cabe señalar que se tiene 02 alternativas de ruta lo que generará que se evalúe de las distintas situaciones cual sería nuestra ruta óptima.

1.2.2 Justificación Ambiental

Se evaluará los aspectos ambientales de las actividades que generen el construir una línea de transmisión, de este modo evitar impactos ambientales que perjudiquen nuestro entorno.

1.2.3 Justificación Económica

La optimización dependerá de ahorro económico que origine la construcción de esta línea de transmisión, podremos medir por medio de los procedimientos, costos y rendimientos óptimos.

1.3 Delimitación del proyecto

1.3.1 Teórica

El trabajo de suficiencia profesional desarrollado, desde el punto de vista teórico, abarca los procedimientos a seguir para la construcción de la línea de transmisión eléctrica y metrado con la finalidad de reducir costos y tiempo de ejecución, cabe recalcar que no forma parte de este proyecto, el diseño, cálculo, ni dimensionamiento de las Sub Estaciones Eléctricas y Túnel Linner.

1.3.2 Espacial

La construcción de la línea de transmisión 220 kV Sub Estación Industriales hasta la Sub Estación Sauces se encuentra ubicado en los distritos de Santa Anita y Ate, provincia de Lima, departamento de Lima.



Figura 1. Rutas para construcción de línea de transmisión.

1.3.3 Temporal

El proyecto de construcción de la línea de transmisión 220 kV Sub Estación Industriales hasta la Sub Estación Saucos comprende 134 días, abarca los meses del 18 de julio del 2019 al 27 de diciembre del 2019.

1.4 Formulación del problema

1.4.1 Problema general

¿Cómo optimizar la construcción de la línea de transmisión subterránea 220 kV desde la Sub Estación Industriales hasta la Sub Estación Sauces Santa Anita - Ate?

1.4.2 Problemas específicos

- ¿Cuál es la caída de tensión y capacidad de corto circuito del cable?
- ¿Cuáles son los procedimientos y rendimientos óptimos para construir la línea de transmisión 220 kV desde la Sub Estación Industriales hasta la Sub Estación Sauces?
- ¿Cuál es el costo óptimo para la construcción de la Línea de Transmisión 220 kV desde la Sub Estación Industriales hasta la Sub Estación Sauces?

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Optimizar la construcción de la línea de transmisión 220 kV desde la Sub Estación Industriales hasta la Sub Estación Sauces.

1.5.2 Objetivos específicos

- Determinar la caída de tensión y capacidad de corto circuito del cable.
- Determinar los procedimientos y rendimientos óptimos para construir la línea de transmisión 220 kV desde la Sub Estación Industriales hasta la Sub Estación Sauces.
- Evaluar las propuestas económicas para construir la línea de transmisión 220 kV desde la Sub Estación Industriales hasta la Sub Estación Sauces.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación.

Albarrán (2012), en su tesis titulada “Ingeniería básica para el diseño y proyecto de líneas de transmisión”, para optar el Título de Ingeniero Eléctrico Electrónico en la Universidad Autónoma de México, concluye que: “El objetivo de esta investigación nace de atender una necesidad: transmitir energía eléctrica a gran distancia y a un bajo costo, describiendo los conceptos generales necesarios en el diseño de una Línea de Transmisión. El diseño y construcción de una línea es una tarea interdisciplinaria, es decir, involucra distintas ramas de estudio como son: Ingeniería Civil, Mecánica y Geomática, Ecología, Sociología, entre otras. Para llevar a cabo un proyecto de esta magnitud, es necesario contar con especialistas en cada tema y considerar todas las ventajas, desventajas y consecuencias que traerá consigo dicha construcción”.

Zapata (2012), en su tesina titulada “Análisis de líneas de transmisión en estado permanente”, para el Título de Ingeniero Mecánico Eléctrico en la Universidad Veracruzana de Veracruz, concluye que: “El objetivo de esta investigación es analizar los parámetros y ecuaciones de líneas de transmisión que intervienen en el cálculo de caídas de tensión en líneas de transmisión al transportar corriente eléctrica.

Se estudian los parámetros de líneas de transmisión mediante el desarrollo minucioso de las ecuaciones que modelan a estos parámetros del mismo modo se establecen las ecuaciones para el cálculo de líneas de transmisión. Se concluye así que los estudios asociados a la línea de transmisión detallan los parámetros que la caracterizan como elemento, dentro del Sistema Eléctrico de Potencia”

Dejo (2019), en su tesis titulada “Metodología para el diseño de una línea de transmisión de 220 Kv, en el Perú, según consideraciones nacionales e internacionales”, para el Título de Ingeniero Mecánico Eléctrico en la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo de Chiclayo, concluye que: “ En las últimas décadas el uso de la electricidad se ha convertido en una necesidad básica en los hogares, centros comerciales, medios de transporte y grandes plantas industriales, lo cual ha traído consigo una creciente demanda de energía eléctrica y nuevas tecnologías de la industria como las energías renovables, gas natural y así tener una matriz diversificada con precios competitivos en el mercado peruano. Lo que se necesita es un servicio eléctrico seguro, continuo, confiable y de calidad. Se analizó la metodología de la línea de transmisión, mediante un diagrama de flujo, que permitirá optimizar tiempos en la gestión y toma decisiones para los diseños de sistemas de transmisión de la línea.

Bernal, K. (2017) *Metodología para la selección a 115 kV por medio de un sistema de información geográfica* (Especialización en geomática). Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá. Colombia por ser un país ubicado geográficamente en la zona intertropical, presenta una variación en el clima de las diferentes regiones debido a las altitudes que pueden ir desde el nivel del mar hasta los 6000 msnm. Por esta condición, el país no sufre de estaciones climáticas.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, Colombia cuenta con una diversidad topográfica compuesta por enormes cadenas montañosas que recorren el país de sur a norte. Estos cambios en el relieve dificultan la comunicación entre las regiones lo que dificulta un poco la construcción de infraestructuras, especialmente las relacionadas a la transmisión de energía eléctrica. Fijándose esta situación como un problema, la ingeniería colombiana día a día tiene que buscar la manera más rápida, sencilla y económica de hacer llegar electricidad a toda la población que requiera de este servicio; convirtiéndose esto en un desafío, ya que se deben poner a prueba todos sus conocimientos en cuanto a la creación de líneas que permitan el transporte de energía a donde se requiera.

2.2. Bases Teóricas

La decisión de construir una línea de transmisión resulta de estudios de planificación del sistema para determinar la mejor manera de cumplir con los requisitos del sistema. Según (Gönen, 2009, p. 30), en esta etapa, los siguientes factores deben ser considerados y establecidos:

- Nivel de tensión
- Tipo de conductor y sección
- Regulación de la línea y control de tensión
- Efecto corona y pérdidas
- Estudios de flujo de potencia estabilidad
- Análisis del sistema de protección
- Aterramientos
- Coordinación de aislamiento

Diseño mecánico

- Cálculos de esfuerzo
- Composición del conductor
- Espaciado para conductor
- Selección de conductor y aislamientos

Diseño estructural

- Tipos de estructuras
- Cálculos de esfuerzos.

2.2.1 Generación de energía eléctrica

La generación de electricidad es la transformación de otras formas de energía en energía eléctrica. Existen siete métodos fundamentales para transformar otras formas de energía en energía eléctrica, pero en la práctica sólo los dos o tres primeros son importantes en los sistemas de energía eléctrica existentes.

- Inducción electromagnética: El uso de imanes móviles para convertir la energía cinética en energía eléctrica, este es el enfoque más común para generar energía eléctrica en la práctica.

- El efecto fotoeléctrico: la conversión de fotones (energía luminosa) en energía eléctrica. En la última década el costo decreciente de la generación solar y los subsidios gubernamentales para la energía solar. La energía ha aumentado dramáticamente el volumen de energía eléctrica generada de esta manera.

- Electroquímica: la generación de electricidad a través de reacciones químicas, como las que ocurren dentro de una batería.

Históricamente, aunque se utilizan ampliamente en aplicaciones a pequeña escala donde la portabilidad es esencial, las baterías no han sido comunes en la industria de la energía eléctrica. Sin embargo, con la creciente penetración de los vehículos eléctricos, esta situación puede cambiar pronto. Otro dispositivo que cae en esta categoría es la pila de combustible.

Las pilas de combustible convierten la energía química del combustible (que suele ser hidrógeno, pero puede ser un hidrocarburo

como el metanol) en energía eléctrica. Algunas reacciones de pilas de combustible se pueden revertir permitiéndoles almacenar, así como liberar energía eléctrica.

- El efecto termoeléctrico: la conversión de energía térmica (a través de las diferencias de temperatura) directamente a la energía eléctrica, mediante el uso de termopares, termopilas o convertidores termoiónicos. Hasta la fecha, prácticamente no se ha utilizado este enfoque para generar electricidad en la industria de la energía eléctrica.

- Efecto piezoeléctrico: La generación de electricidad a partir de la cepa mecánica de cristales anisotrópicos eléctricamente. Hasta la fecha no se ha utilizado este enfoque en la industria de la energía eléctrica, aunque se han registrado patentes que hacen uso de este efecto para generar electricidad a partir de las olas.

- Energía nuclear: Que capta directamente la energía contenida en las emisiones alfa o beta. Hasta la fecha, este enfoque sólo se ha utilizado cuando se requiere un uso a distancia de larga duración, como en las naves espaciales.

- Electricidad estática: es la energía almacenada en cargas separadas por la acción mecánica. (Biggar, 2014, p.46)

2.2.2 Transmisión de energía eléctrica

Las redes de transmisión típicamente transportan grandes volúmenes de electricidad sobre distancias relativamente largas. Una red de transmisión típica tendrá relativamente pocos (generalmente cientos) clientes conectados directamente que consisten en decenas o cientos de grandes generando unidades que inyectan energía en la red, y docenas o cientos de puntos en los que la energía se retira de la red, ya sea por grandes clientes directamente conectados (como fundiciones de aluminio) o redes de distribución, que se conectan a una gran cantidad de clientes más pequeños.

La cantidad de energía que se consume en forma de calor en la electricidad redes inversamente proporcionales al cuadrado de tensión, cuanto mayor sea la tensión, menor será las pérdidas. Por esta razón, las redes de transmisión tienden a usar tensiones muy altas. Las tensiones utilizadas para la transmisión en todo el mundo varían desde aproximadamente 100 kV hasta tan alto como aproximadamente 1000 kV, siendo 132, 220, 275, 330 y 500 kV los más comunes.

La mayoría de los generadores más grandes en un sistema de energía eléctrica están conectados directamente a la red de transmisión.

Los grandes generadores a escala industrial generalmente producen electricidad a una tensión en el rango de 10 a 25 kV.

Los transformadores se utilizan para elevar la tensión de este nivel al nivel de tensión en la red de transmisión local.

Sin embargo, las tensiones más altas traen sus propios problemas. Cuanto mayor sea la tensión, mayor será la tendencia de la tensión a romper el aislamiento circundante. El aislamiento circundante a menudo no es más que aire. Cuando la diferencia de tensión es lo suficientemente alta, una chispa (o un arco) puede formarse entre dos conductores, creando un cortocircuito que puede dañar el Sistema de poder. Para protegerse contra esta posibilidad, los equipos de alta tensión suelen ser más altos y más grande, con mayor espacio entre los conductores y entre los conductores y el suelo.

La red de transmisión de electricidad es una colección de varios tipos de activos, incluidos postes e hilos, transformadores, disyuntores y otros equipos de conmutación, equipos para controlar la potencia reactiva (incluida la capacidad y los bancos de reactores) y comunicaciones y equipo de vigilancia.

Las líneas de transmisión en sí mismas generalmente consisten en cables de aluminio enrollados alrededor de un núcleo de acero. El núcleo de acero aumenta la resistencia de la línea de transmisión y resiste la tendencia de las líneas de transmisión a hundirse a medida que aumenta la corriente. Aluminio se utiliza para el conductor debido a su baja resistencia a la electricidad (alta "conductividad").

Aunque la mayoría de las líneas de transmisión están suspendidas de postes y torres, en algunos casos la electricidad se transporta a lo largo de cables aislados. Dichos cables pueden enterrarse bajo tierra en áreas ambientalmente sensibles, e incluso pueden sumergirse en agua. Aunque los cables tienden a tener mayor confiabilidad, también tienen mayores costos.

Las líneas de transmisión están interconectadas entre sí en estaciones de conmutación y subestaciones. Estas subestaciones albergan transformadores y la mayoría de los otros activos clave de la red, incluidos dispositivos de conmutación, dispositivos de control de potencia reactiva y dispositivos de monitoreo, control y comunicaciones. (Biggar 2014, p.52)

2.2.3 Líneas de transmisión

Son los elementos del sistema de potencia que se utilizan para transportar la energía eléctrica desde una fuente de generación a los sitios finales de consumo.

El transporte de energía eléctrica consta de varios elementos esenciales para que realmente la energía eléctrica tenga una utilidad. Empieza en las plantas generadoras de energía eléctrica estas pueden ser: plantas geotérmicas, nucleares, hidroeléctricas, térmicas, etc.

Luego del proceso de generación la energía se tiene que acondicionar para ser transportada a los centros de consumo, se tenga el mínimo de pérdidas de esa energía, y para eso está el proceso de elevación de tensión. Al transmitir la energía se tiene alta tensión y menos corriente para que existan menores pérdidas en el conductor, ya que la resistencia varía con respecto a la longitud, y como estas líneas son demasiado largas las pérdidas de electricidad por calentamiento serían muy grandes.



Figura 2. Línea de transmisión subterránea.

2.2.4 Elementos de una línea de transmisión subterránea

Son varios los materiales que son utilizados para la construcción de una línea de transmisión subterránea, ello dependerá también de las condiciones climáticas y las necesidades de la línea.

Por ejemplo, en líneas subterráneas se utiliza el cobre suave, debido a que si se utiliza el cobre duro le quitaría la flexibilidad, que estas requieren para su instalación y manejo.

Una línea de transmisión está constituida básicamente por:

- **Cable:** Los cables utilizados en las redes subterráneas de alta tensión tendrán los conductores de cobre o de aluminio y estarán aislados con materiales adecuados a las condiciones de instalación y explotación. Con carácter general se mantendrán el mismo tipo de aislamiento de los cables de la red a la que se conecten.

Estarán debidamente apantallados y protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen o la producida por corrientes erráticas. Asimismo, tendrán resistencia mecánica suficiente para agresiones mecánicas procedentes de maquinaria de obra pública como excavadoras, perforadoras o incluso picos. Podrán ser unipolares o tripolares.

Los principales cables utilizados en redes subterráneas de alta tensión son:

- **Cables (S) no propagadores de la llama:**

Se identifican por tener cubierta de color rojo con franjas de color gris.

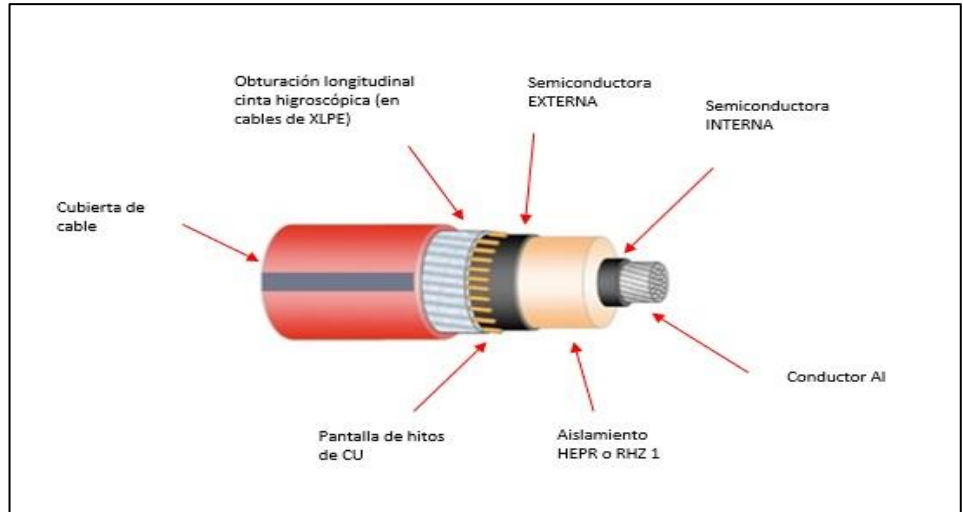


Figura 3. Cables no propagadores de llama.

- **Cables (AS) No propagadores de la llama ni del incendio:**

Se identifican por tener la cubierta de color rojo con franjas de color verde. (Transhorras, 2016, p.05).

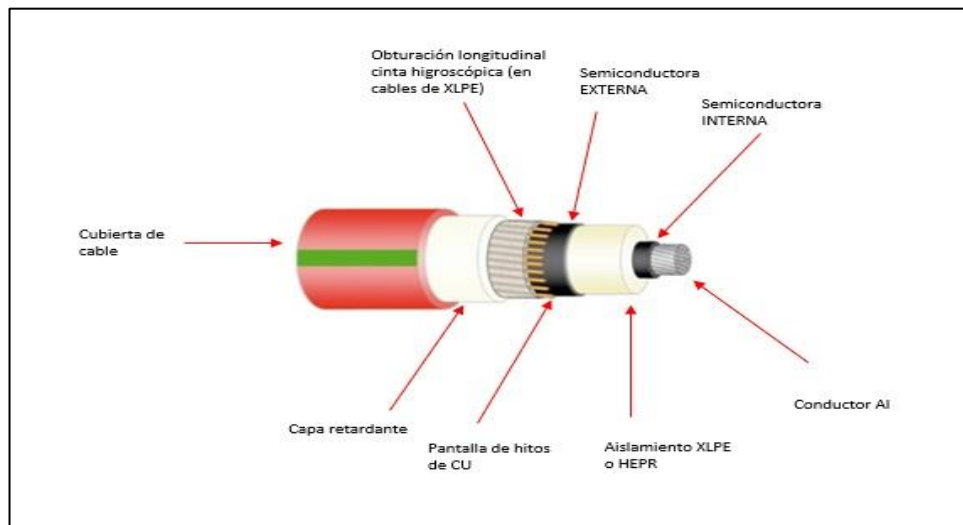


Figura 4. Cable no propagadores de llama ni del incendio.

- **Canalizaciones:** En general, las canalizaciones se dispondrán por terrenos de dominio público y preferentemente por las aceras, procurando que el trazado sea lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a fachadas de los edificios principales o en su defecto a los bordillos.

Deberá contactar con las demás empresas de servicios para conocer las posiciones de sus instalaciones en la zona afectada.

Las canalizaciones pueden ser de las siguientes formas:

Directamente enterrados en zanjas: Es conveniente instalar los cables de esta forma, desde el punto de vista de la disipación de calor.

Entubados en zanjas: Estas canalizaciones protegen con mayor eficacia los cables de las agresiones externas, aunque presentan un factor de reducción de carga importante.

Al aire alojados en galerías: Se debe evitar en lo posible este tipo de canalizaciones y utilizarlo únicamente en el caso de que el número de líneas sea tal que justifique la realización de las galerías, o en aquellos casos especiales en los que no se pueda realizar otro tipo de canalización.

En atarjeas o canales revisables: En ciertas ubicaciones se puede utilizar canales de obra con tapas prefabricadas de hormigón o de cualquier otro material sintético de elevada resistencia mecánica. (Transhorras, 2016, p.09).



Figura 5. Canalización Entubado en zanja.

Otra serie de elementos para una línea de transmisión subterránea son adicionales ya que realizan funciones complementarias. Los componentes poseen funciones específicas de la que se deriva una serie de características que se relacionan de modo que el análisis de uno de ellos está relacionado con otros.

2.2.5. Corriente de Cortocircuito en los cables subterráneos.

Los cables subterráneos deben ser capaces de soportar, sin daño permanente, no solamente las corrientes normales de servicio, sino también las elevadas corrientes que se producen cuando hay un defecto en la propia red o en los receptores a ellos conectados, y que reciben el nombre general de cortocircuitos. Estas elevadas corrientes son de corta duración (como máximo, algunos segundos) y desaparecen al actuar los dispositivos de protección que deben insistir en la red para prever estos defectos, pero a pesar de ello, provocan un alto calentamiento en los cables, que puede resultar muy importante ya que, la corriente es muy elevada y el calentamiento, según expresa la ley de Joule, es proporcional al cuadrado de la corriente.

Las corrientes de cortocircuito pueden resultar factores determinantes para la elección de la sección que sea suficiente, desde el punto de vista térmico, para una intensidad de servicio permanente y que, sin embargo, no resulte suficiente para soportar las corrientes de cortocircuito durante cierto tiempo, dadas las características de la red y de los dispositivos de protección. (Ramírez, 1986, p.77)

2.2.6. Códigos y normas

Los códigos y normas por aplicar serán, como requerimiento mínimo, según las últimas ediciones y/o enmiendas indicadas en:

- El Código Nacional de Electricidad (CNE) Suministro 2011, I N° 214-2011-MEM/DM.
- Norma IEC 62067 - Cables de Energía con Aislamiento Extruido y Accesorios para Tensiones Nominales Superiores a 150 kV ($U_m = 170$ kV) hasta 500 kV ($U_m = 550$ kV) – Métodos y Requerimientos de Pruebas.
- Norma IEC 60287 – Cálculo de la Capacidad de Corriente de Cables en Régimen Continuo (Factor de Carga del 100 %), Edición 2006 con Enmienda 2014.
- Norma IEC 60853-2 – Cálculo de la Capacidad de Corriente de Cables en Régimen Cíclico y en Emergencia.
- Norma AEIC CS9-06, Association of Edison Illuminating Companies, “Especificaciones para Cables de Energía con Aislamiento Extruido y sus Accesorios en Tensiones Superiores a 46 kV hasta 345 kV en c-a”.
- Norma ICEA S-108720-2004, Insulated Cable Engineers Association, “Cables de Energía con Aislamiento Extruido en Tensiones Superiores a 46 kV hasta 345 kV”.
- Norma IEC 60815 – Guía para la Selección de Aisladores en Ambientes Contaminados. Aplicable a los requerimientos de línea de fuga, que deben cumplir los accesorios del cable.

- IEC - The International Electrotechnical Comision.
- ANSI - American National Standards Institute.
- IEEE - Institute of Electrical and Electronic Engineers.
- UNE – Norma Europea.
- NESC - National Electrical Safety Code.
- OSHA - Occupational Safety and Health Administration.
- ASTM - American Society for Testing and Materials.
- AISI - American Iron and Steel Institute.

2.3. Definición de términos básicos

- **Anclaje.** Punto seguro de fijación al cual se está asegurando como protección contra caídas.
- **Amperio:** Unidad de medida en el sistema internacional de la intensidad de la corriente eléctrica, cuya representación es la letra “A”.
- **Anillo de Transmisión:** Es una descripción utilizada para definir el conjunto de líneas de transmisión que inician y finalizan en el mismo punto del sistema.
- **Arnés:** Un componente con un diseño de correas que es ajustado alrededor del trabajador en una manera que contenga el torso y distribuya las fuerzas de retención de caídas al menos sobre los muslos superiores, la pelvis, el pecho y los hombros y provisto de medios de sujeción con otros componentes o subsistemas.
- **Cable:** Un conductor con aislamiento, o un conductor con varios hilos trenzados, con o sin aislamiento y otras cubiertas (cable monopolar o unipolar) o una combinación de conductores aislados entre sí (cable de múltiples conductores o multipolar).
- **Cable de fibra óptica – comunicaciones:** Un cable de fibra óptica que cumpla con los requerimientos de una línea de comunicaciones y que esté ubicado en un área de comunicaciones para instalaciones aéreas o subterráneas.
- **Conductores:** Un material, usualmente en forma de alambre, cable o barra capaz de conducir corriente eléctrica.

- **Distancia mínima de acercamiento.** La distancia más cercana a la que un empleado calificado se le permite acercarse a un objeto energizado o puesto a tierra, según corresponda al método de trabajo utilizado.
- **Kilovoltio (kV):** Unidad de medida de voltaje que corresponde a mil voltios (1000 V).
- **Línea de Transmisión:** Es un elemento que forma parte del Sistema Nacional de Transmisión, opera a un voltaje superior a 90 KV, permite transmitir o transportar energía eléctrica de un punto a otro.
- **Montaje electromecánico:** Actividad relacionada con el ensamblaje o armado de las estructuras metálicas de líneas de transmisión o de subestaciones.
- **Puesto a tierra:** Conectado a tierra o en contacto con ella o conectado a un cuerpo conductivo que actúe como la tierra.
- **Sistema Nacional Interconectado (SIN):** Es el sistema integrado por los elementos del Sistema Nacional de Transmisión y las instalaciones eléctricas asociadas a las empresas de generación y distribución de energía eléctrica.
- **Sistema Nacional de Transmisión (SNT):** Es el conjunto formado por líneas de transmisión y subestaciones en las cuales se incluye el equipamiento de transformación, compensación, protección, maniobra, conexión, control y comunicaciones.

- **Subestación:** Conjunto de instalaciones, incluyendo las eventuales edificaciones requeridas para albergarlas, destinado a la transformación de la tensión eléctrica y al seccionamiento y protección de circuitos o sólo al seccionamiento y protección de circuitos y está bajo el control de personas calificadas.
- **Voltio:** Unidad de medida en el sistema internacional tensión eléctrica, se representa por la letra V.

CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

3.1 Modelo de solución

3.1.1 Optimización de ruta para la construcción de la línea de transmisión subterránea.

La selección de ruta se efectúa siguiendo criterios técnicos y económicos.

Los criterios técnicos son los determinantes en la selección de las alternativas para su posterior evaluación económica.

Tabla 1.

Criterios técnicos y económicos para optimizar ruta.

CRITERIOS TÉCNICOS	CRITERIOS ECONÓMICOS
Es la mayor o menos interferencia que se puede ocasionar, al tránsito en las vías de la ruta al proceso de construcción y montaje, tanto al peatonal como vehicular, considerando que el recorrido se hará mayormente por pistas y bermas centrales o laterales	Referido a los costos de cables y accesorios que se requieren según cada alternativa, que son a su vez dependientes de su longitud de recorrido.
El impacto que ocasiona el proceso de construcción y montaje en las actividades que se desarrolla en el recorrido, como tránsito peatonal y vehicular, acceso a viviendas, seguridad, ornato, ruido audible y otros.	Referido a los costos de construcción de obras civiles y de montaje de cables y accesorios. Ambos son dependientes de la longitud de recorrido de cada alternativa, así como las condiciones de instalación

- **EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE RUTA**

Se presentan 02 alternativas de ruta consideradas factibles, para el recorrido de la línea subterránea. En cada una de ellas se efectuó el recorrido en sitio para evaluar la viabilidad, así como las posibles dificultades de ejecución de estas.

Las alternativas de ruta se inician en la SET Industriales y terminan en la SET Sauces.

RUTA 1

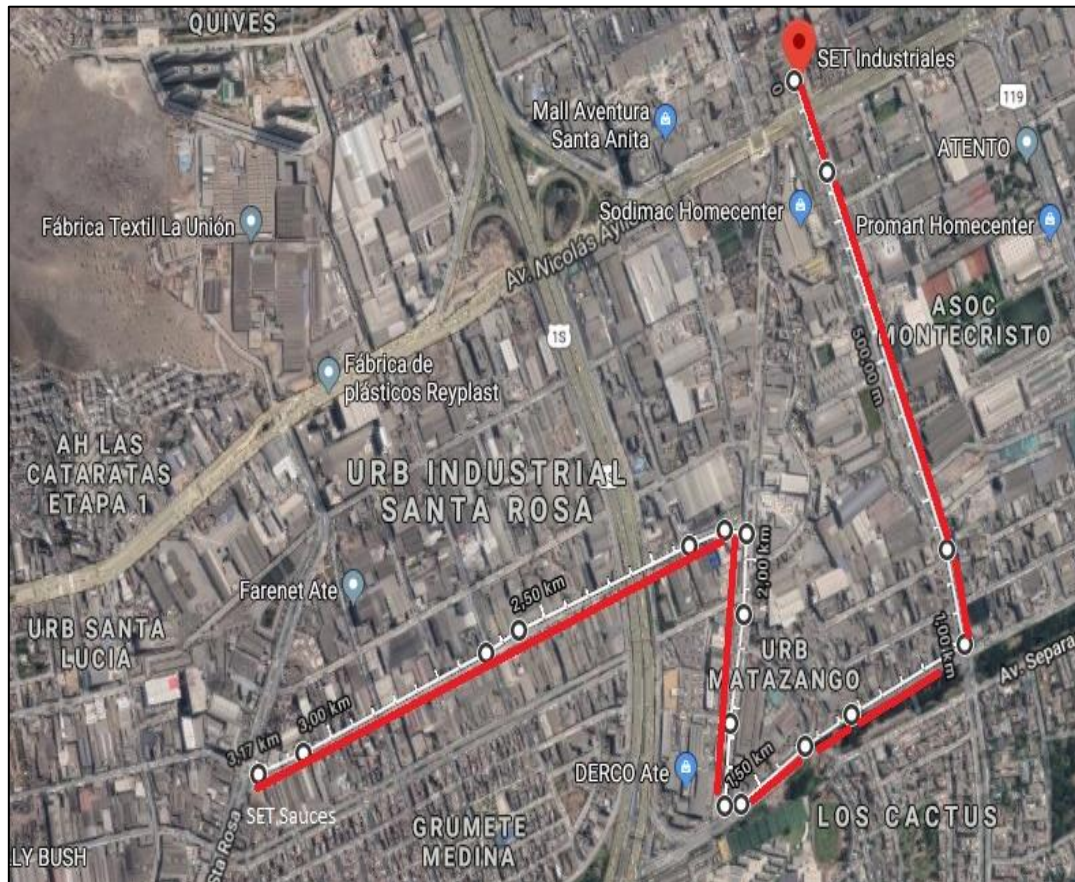


Figura 6. Ruta 1 para construcción de línea de transmisión.

Se inicia en la Sub Estación Industriales por la calle Rodríguez de Mendoza, el trazo continúa hasta alcanzar las Av. Nicolas Ayllón que es una avenida bastante transitada en el distrito de Santa Anita.

Se observa una congestión vehicular en esta zona que corresponde al distrito de Santa Anita.

Continúa el recorrido cruzando la Av. Nicolas Ayllón en dirección a la Av. Los Frutales la cual es una avenida amplia donde fácilmente podría trabajar cerrando una vía, en esta zona hay berma central y se observa fábricas, tiendas, etc.

Se gira en un ángulo aproximado de 45° y se dirige hacia la Av. Separadora Industrial donde el tramo pasaría por pavimento de concreto.

Se continúa por la Av. Separadora Industrial y gira a la derecha, llega hasta la Av. Los Castillos, esta avenida es muy estrecha, se observan muchas fábricas industriales.

Continuamos el recorrido por toda la Av. Castillos hasta la Calle Luis Galvani, donde todo este tramo es exclusivo de industrias.

El recorrido continúa cruzando la Vía de Evitamiento por toda la Av. Luis Galvani hasta llegar a la Av. Santa Rosa cabe recalcar que toda esta zona es industrial finalmente llegamos a la Sub Estación Sauces.

Toda esta ruta comprende una distancia de 3,17km.

RUTA 2

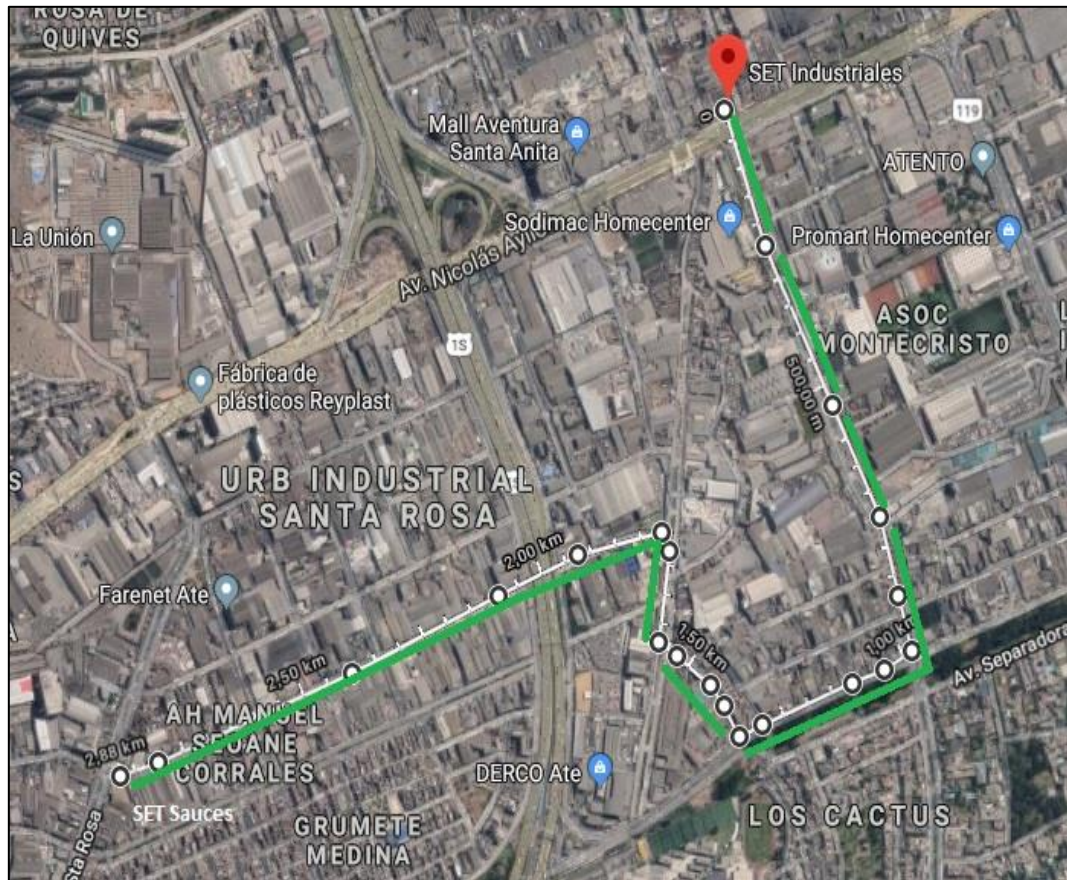


Figura 7. Ruta 2 para construcción de línea de transmisión.

Se inicia en la Sub Estación Industriales por la calle Rodríguez de Mendoza, el trazo continúa hasta alcanzar las Av. Nicolas Ayllón.

En horas de la tarde se observa gran congestión vehicular.

Continúa el recorrido cruzando la Av. Nicolas Ayllón en dirección a la Av. Los Frutales

Gira en un ángulo aproximado de 45° y nos dirigimos hacia la Av. Separadora Industrial.

Sigue por la Av. Separadora Industrial y gira a la derecha hasta la Av. Camino Real, esta avenida es menos comercial y no presenta mucha afluencia de vehículos.

Se continua por la Av. Camino Real hasta llegar a la Av. Los Castillos, para entrar hacia la Av. Los Castillos se gira aproximadamente 45°.

Sigue en recorrido por la Av. Los Castillos se gira hacia la derecha hasta llegar a la Calle Luis Galvani por donde continua el recorrido en línea recta. El recorrido continúa por la Calle Luis Galvani cruzando la Vía de Evitamiento por toda la Av. Luis Galvani hasta llegar a la Av. Santa Rosa finalmente llega a la Sub Estación Sauces.

Toda esta ruta comprende una distancia de 2,88 km.

3.1.2 Evaluación técnica

1) Alternativa ruta 1:

En esta ruta no se aprecia mayor dificultad de instalación de línea subterránea, se tendrá que hacer un plan de trabajo dirigido para el cruce de la Av. Nicolas Ayllón, en la Av. Frutales se observan redes de media y baja tensión.

Será indispensable tener el plano de interferencias para saber dónde se encuentran ubicadas, en esta zona se puede ingresar a la berma central teniendo cuidado con los árboles y plantas que se puede apreciar existe en la zona, en este tramo hay suficiente espacio para colocar las bobinas y equipamiento de tendido.

En la Av. Separadora se observa que se puede cerrar una vía para poder iniciar los trabajos, la línea pasará por pavimento de concreto hasta llegar a la Av. Los castillos, en este tramo hay gran afluencia de vehículos en hora punta, se deberá hacer un buen plan de señalización.

Sigue por la Av. Los Castillos, se deberá tener mucho cuidado en las interferencias ya que se observan postes de media y baja tensión.

Se continuará en la Av. Luis Galvani, cabe señalar que esta zona es industrial, se tendrá que pasar la Av. Evitamiento para esto se construirá un túnel Linner que pasará por debajo de la Vía de Evitamiento.

Se continúa en la Av. Galvani donde podemos observar que hay redes de gas por lo cual se deberá tener mucho cuidado al momento de la excavación.

2) Alternativa ruta 2:

El recorrido en esta alternativa es cruzando la Av. Nicolas Ayllón por lo que, igual que en la alternativa 01 se hará un plan dirigido para este cruce importante, ya que podemos observar líneas de media baja tensión y gas.

Se continúa el recorrido por la Av. Los Frutales se deberá tener sumo cuidado con las plantas y árboles que existen alrededor del área de trabajo, para el inicio de actividades se debe tener un plan de señalización.

Se continúa por la Av. Separadora en este tramo la línea pasará por pavimento de concreto considerar que en hora punta hay gran afluencia de vehículos.

Continúa el recorrido hasta llegar a la Av. Camino Real donde se observa menos afluencia de vehículos y redes comunes de baja tensión.

Por la Av. Los castillos hasta Galvani, por este tramo también hay espacio para los equipos de tendido y bobinas, se continúa hasta Luis Galvani y cruza evitamiento por medio de un túnel Linner.

El recorrido sigue por toda la Av. Luis Galvani hasta llegar a la Av. Santa Rosa donde finalmente llega a la Sub Estación Sauces, en la Av. Luis Galvani, se pueden observar que cruzan redes de gas por donde iría el tramo.

Se continuará por la Av. Los Castillos hasta llegar a la Av. Luis Galvani donde finalmente cruzará la Vía de Evitamiento para continuar por la Av. Galvani y llegar a la Av. Santa Rosa hasta llegar a la Sub Estación Sauces, en la Av. Galvani es toda una zona industrial y hay gran afluencia de carros, camiones, camionetas, minicargadores, etc.

3.1.3 Detalles de la Línea de Transmisión 220 kV

Nivel de Tensión: 220 Kv

Nº de circuitos: 02

Instalación: Subterránea, en tubos HDPE (Polietileno de alta densidad) 250 mm, embebida de concreto y 110 mm para fibra óptica.

Sección Típica Bancoducto: 1,17m. Ancho x 1,61m. Altura

Nº de Cámaras: 05 Unidades

Área Típica de Cámaras: 4,30m. Ancho x 7,80m. De largo

Cables de Potencia: 1000 mm²

Salida de Línea: SET Industriales

Llegada de Línea: SET Sauces

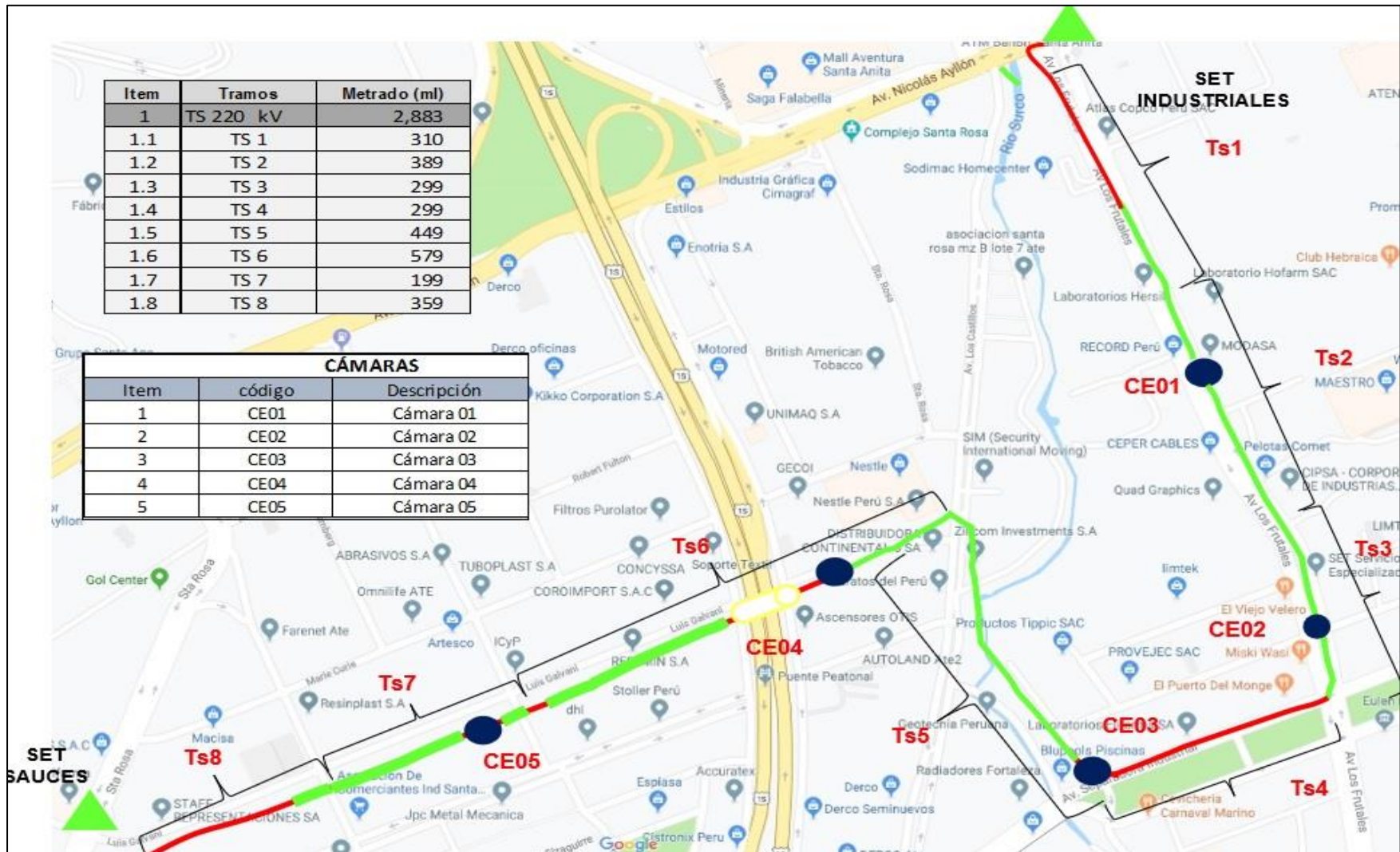
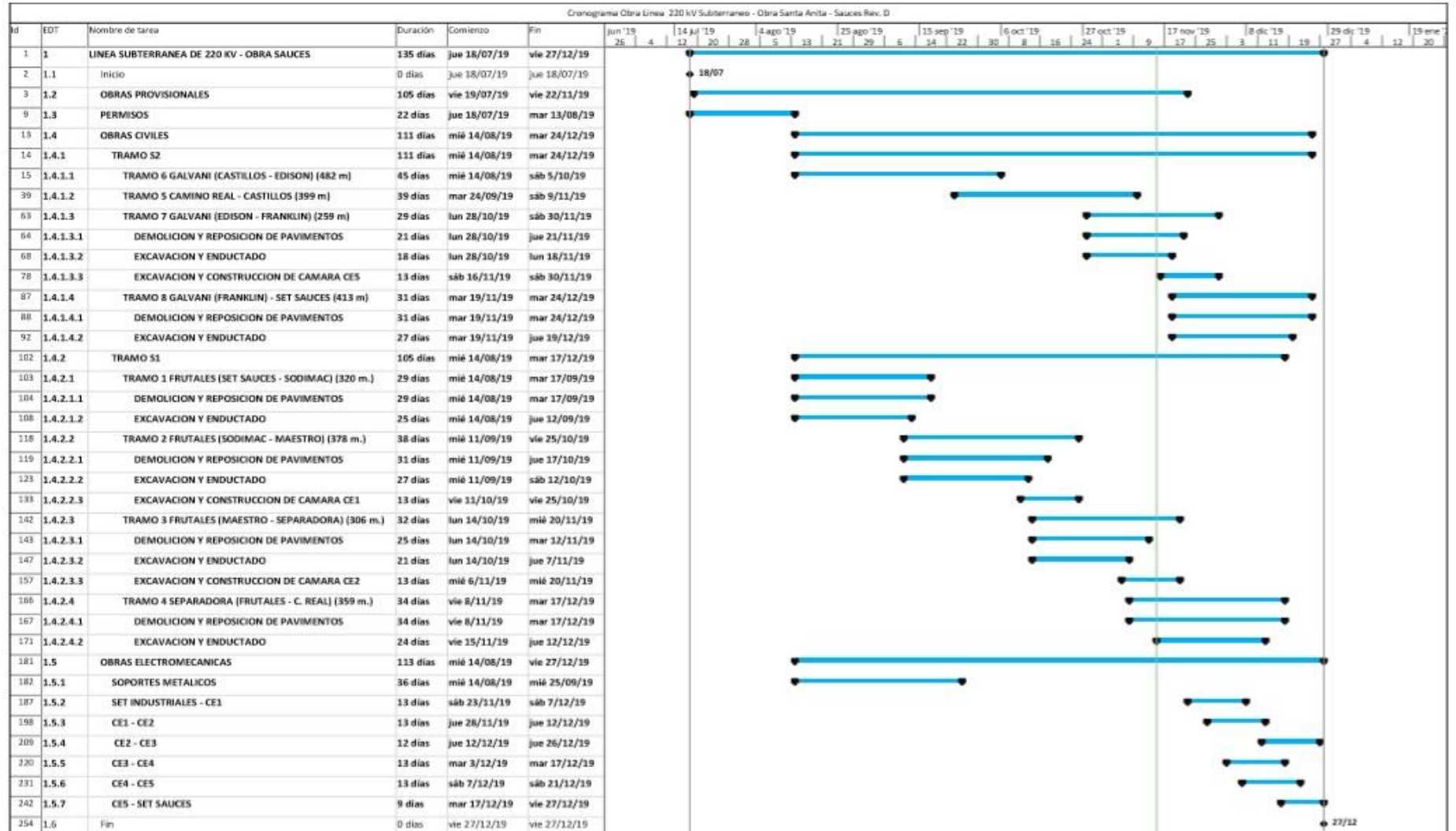


Figura 8. Procedimientos para Construcción de Línea de transmisión subterránea

3.1.4 Cronograma de obra - línea de transmisión 220kv Sub Estación Industriales – Sub Estación Sauces

Tabla 2.

Cronograma de obra.



3.1.5 Procedimientos óptimos para la construcción de la línea de transmisión 220 kV.

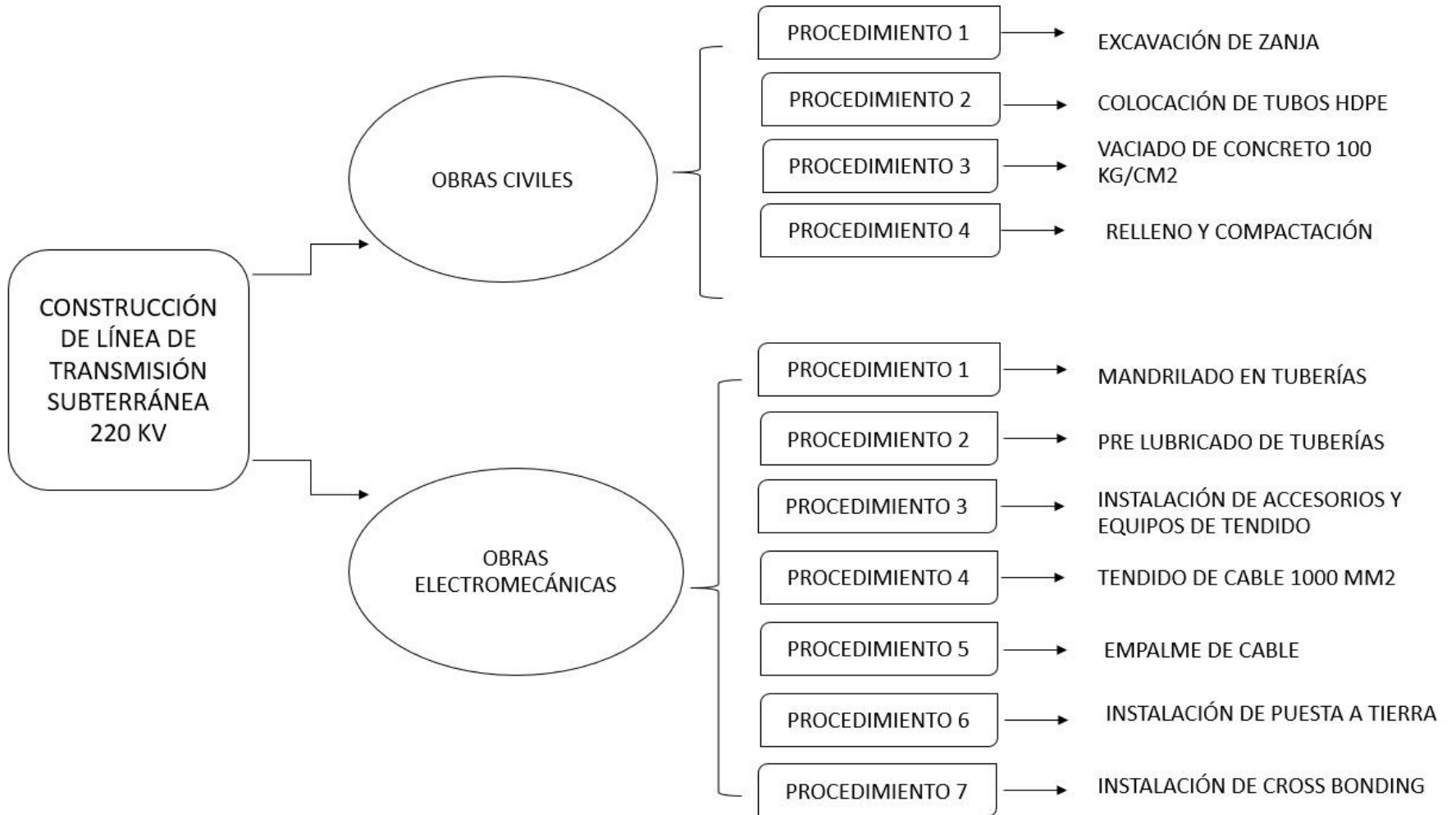


Figura 8. Procedimientos para Construcción de línea de transmisión subterránea.

3.1.5.1 Ejecución de Obras civiles

- **Excavación:**

Se verifica la marcación de las zonas que se excavarán, a su vez se identifican las posibles interferencias.

Las excavaciones se realizarán principalmente con maquinaria según la disponibilidad de espacios y accesos. Las dimensiones serán de acuerdo con los planos aprobados.

Será realizada de tal manera de que no se reduzca la capacidad portante y densidad de los estratos previstos para cimentar.

Se controlará el nivel de las excavaciones, así como la estabilidad de los taludes, para lo cual se utilizarán los métodos de sostenimiento de las paredes de excavación, como riego de agua con cemento, entibados, inclinación de las paredes de excavación o banquetas.

Se entibarán las paredes a partir de 1,50 metros de profundidad.

Antes de colocar el solado o vaciar concreto, el fondo de la cimentación será nivelado y compactado mediante pisones manuales o compactadoras mecánicas.

Durante las excavaciones y hasta el momento que sean rellenos y/o revestidos, se tomarán las medidas técnicamente correctas y adecuadas para asegurar la estabilidad de las superficies, empleando entibados, así como, apuntalamiento y estructuras de soporte, en cantidades suficientes para garantizar la seguridad del trabajo.



Figura 9. Excavación con máquina retroexcavadora.

Separaciones mínimas en banco ducto con otras instalaciones.

El Art. 353 del CNE 2011 prescribe las siguientes separaciones de acuerdo con las interferencias.

Tabla 3.

Separación por interferencias.

INSTALACIÓN	SEPARACIÓN MÍNIMA (m)
Red de alcantarillado	≥ 0,3
Red de agua	≥ 0,3
Red de comunicaciones	≥ 0,3
Sistemas de vapor	≥ 0,3
Tuberías de combustible líquido y gas	≥ 0,5

- **Entubado:**

Los tubos irán en el banco ducto de concreto 100kg/cm² embebido en el concreto, estas tuberías son de tipo HDPE, el diámetro debe ser apropiado ya que ingresará el cable unipolar.

La tubería será de 8" mm de diámetro por cada fase, estos tubos serán guiadas por plantillas, estas pueden pasar en tribolilo o en forma flat.

Todo esto dependerá de las interferencias que se encuentren durante el recorrido. Las tuberías no deben sufrir mayor deflexión deben estar ubicados en puntos estratégicos para la colocación y almacenados correctamente de tal forma que no estén expuestas a temperaturas altas de calor, en el punto de acopio debe estar tapadas y sobre tacos.

Dentro de las tuberías en el momento del embone se colocarán hilos nylon como guías para cuando se realice el mandrilado.

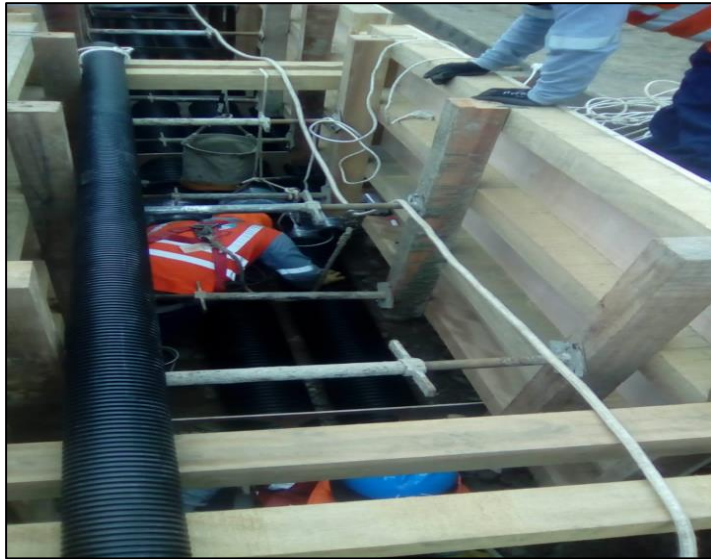


Figura 10. Entubado en zanja.

- **Vaciado de concreto:**

Para el vaciado de concreto se usará:

Concreto 100kg/cm² en banco ducto

Concreto 280kg/cm² para pavimento.

El banco ducto de la línea subterránea tiene que ser concretada ya que de esa forma se evitará complicaciones e interrupciones por las demás interferencias que se pueda encontrar en el recorrido de la línea.



Figura 11. Vaciado de concreto 100 kg/cm² en banco ducto.



Figura 12. Vaciado de concreto 100 kg/cm² en Cámara de Empalme.

- **Relleno y compactación:**

Para esta actividad se llevará a obra el material afirmado en volquetes.

Para el relleno y compactación se utilizará como equipos un minicargador y rodillo compactador en zonas donde haya espacio suficiente para el uso de estos equipos, de otro modo se debe utilizar carretillas y vibro apisonadores.

Se colocarán capas horizontales de 20cm de espesor, compactando hasta una resistividad térmica de $0,90 \text{ } ^\circ\text{C}\cdot\text{m}/\text{W}$ o menor desde la segunda capa hasta la subbase y 100% del Proctor Modificado en la base, con humedad óptima ($\pm 2\%$).

La compactación no debe causar daños al concreto colocado, las pruebas de densidad se harán cada 50m.



Figura 13. Relleno y compactación.

CRITERIOS TÉCNICOS

DUCTO DE CABLE

Ducto de 8" de diámetro nominal para proteger los cables unipolares de potencia, en las instalaciones subterráneas.

Las principales características del cable de potencia son:

Cable de 220 kV

- Cable unipolar XLPE de 127/220/245 kV, con conductor de cobre de 1000 mm², pantalla conductora de 240 mm² de cobre y cubierta exterior de HDPE.
- Diámetro exterior del cable: 113,8 mm aproximadamente.
- Peso de 19,95 kg/m aproximadamente.

DUCTO DE FIBRA ÓPTICA

Ducto de 4" de diámetro nominal para proteger el cable de fibra óptica (FO), en las instalaciones subterráneas.

Las principales características del cable de fibra óptica son:

- Cable FO de 12 a 24 hilos y apropiado para uso en instalaciones subterráneas,
- Diámetro exterior del cable FO: 18 mm aproximadamente.

CÁMARA DE EMPALME

Se han considerado los siguientes elementos como Alternativas para la construcción de las Cámaras de Empalme:

- Alternativa “Cámara de Empalme con Concreto Armado”.
- Alternativa “Cámara de Empalme con Concreto Simple”.
- Alternativa “Cámara de Empalme con Muros de Ladrillo”.

Se determinará para cada una de estas Alternativas, su costo y la recomendación final para su construcción.



Figura 14. Cámara de Empalme.

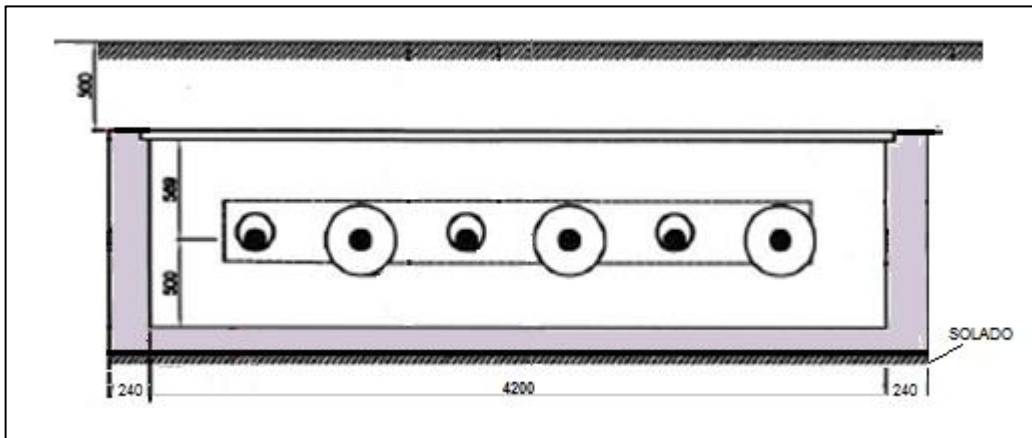


Figura 15. Cámara de Empalme Concreto Armado.

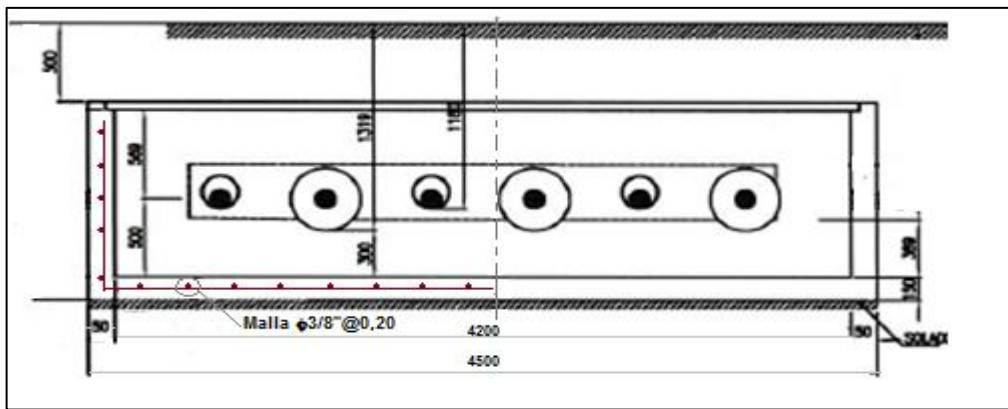


Figura 16. Cámara de Empalme Concreto Simple.

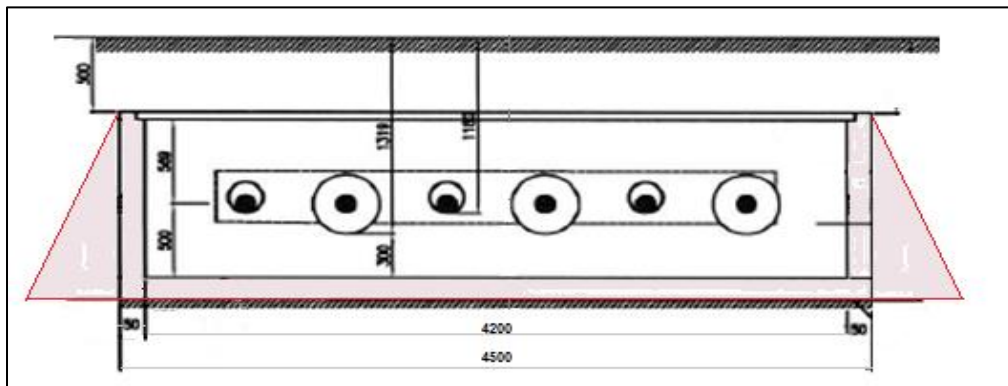


Figura 17. Cámara de Empalme con Muro de ladrillo.

3.1.5.2 Ejecución de Obras Electromecánicas

Transporte de equipos de tendido

Los equipos se trasladarán a la zona de trabajo para la ejecución del tendido de cable de energía, utilizando adecuados medios de transporte, como tráiler, camión grúa, cama baja, etc.

Los equipos para transportar serán los siguientes

- El Winche
- El Carro Porta bobina (será remolcado)
- Bloques de concreto (1,0X1,0X1,0 m) para anclaje de winche y porta bobina
- Cable guía (coordina nylon), caballetes, etc.



Figura 18. Transporte de bobinas.

La ubicación de los equipos de tendido es importante ya que definirá el éxito del tendido, y que el tiro de tendido (kg) sea menor a lo indicado por el fabricante.

La zona donde se ubicarán los equipos de tendido tendrá un área aprox. de 30 m² y será correctamente señalizada.

El Winche

- Será de una capacidad de 7 Tn.
- Será anclado a dos dados de concreto (cubo de concreto de 210kg-f de 1 m de lado), por medio de tecles de cadena de 3 Tn.
- La ubicación del winche será de acuerdo con los diagramas de cada tramo a tender.
- Deberá contar con bobinador del cable guía.

El Carro Porta bobina

- Será de una capacidad de 30 Tn.
- Será anclado a dos dados de concreto (cubo de concreto de 210 kg-f de 1 m de lado), por medio de tecles de cadena de 3 Tn.
- La zona para ubicarse deberá contar con un área suficiente para ubicar detrás del carro porta bobina, las bobinas una detrás de otra de acuerdo al plan de tendido

Mandrillado y Limpieza de los ductos

Antes de iniciar el jalado e instalarse los polines se realizará lo siguiente:

- Se limpiará el interior de ductos por donde pasará el cable de energía.

- Se reemplazará la driza en retazos instalado en los ductos, por una driza entera, con el fin de evitar atascamientos y posibles roturas de esta en el momento de la limpieza.



Figura 19. Limpieza de ductos.

a. Revisión del estado de los ductos (Limpieza y transitabilidad)

Previo al tendido del cable se debe comprobar si el interior del ducto es transitable, liso y limpio, sin ninguna suciedad (tierra, agua, residuos de concreto, etc.) en el caso de encontrar inconformidades se deberá corregir o eliminarlas.

Para comprobar el interior del ducto se realizará lo siguiente

A la soga de 3/8" existente se unirá una soga de 5/8" y se jalará mediante el uso de un winche de capacidad de 1,5 Tn o de manera manual.

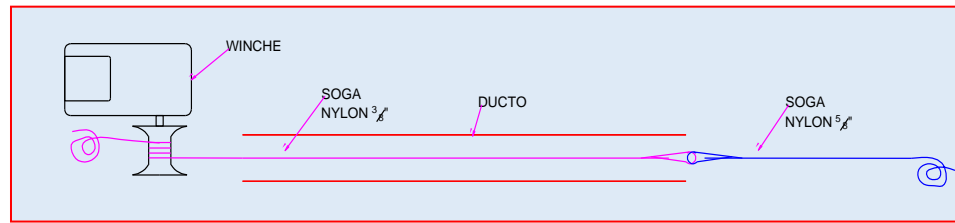


Figura 20. Limpieza de ductos con soga.

1. A la primera soga de 5/8" jalada, se instalará una escobilla y atrás de esta se atará otra soga de 5/8"; el cepillo instado realizará limpieza del ducto

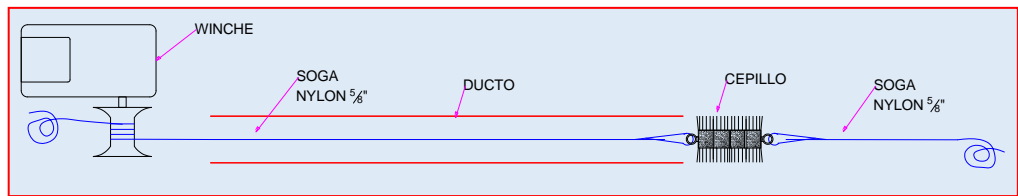


Figura 21. Limpieza de ductos con escobillas.

2. La segunda soga jalada de 5/8" se le unirá, con un cepillo, seguido de un mandril calibrador, y luego la esponja, también jalará a otra soga de 5/8"; los cepillos limpiarán el ducto, mientras que con el mandril se comprobará si el ducto es transitable, y la esponja para eliminar agua del ducto y partículas menores.

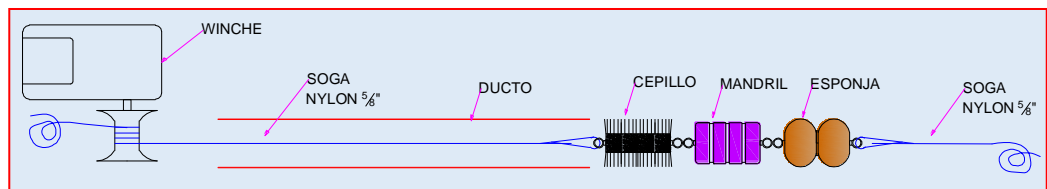


Figura 22. Limpieza de ductos con mandril.

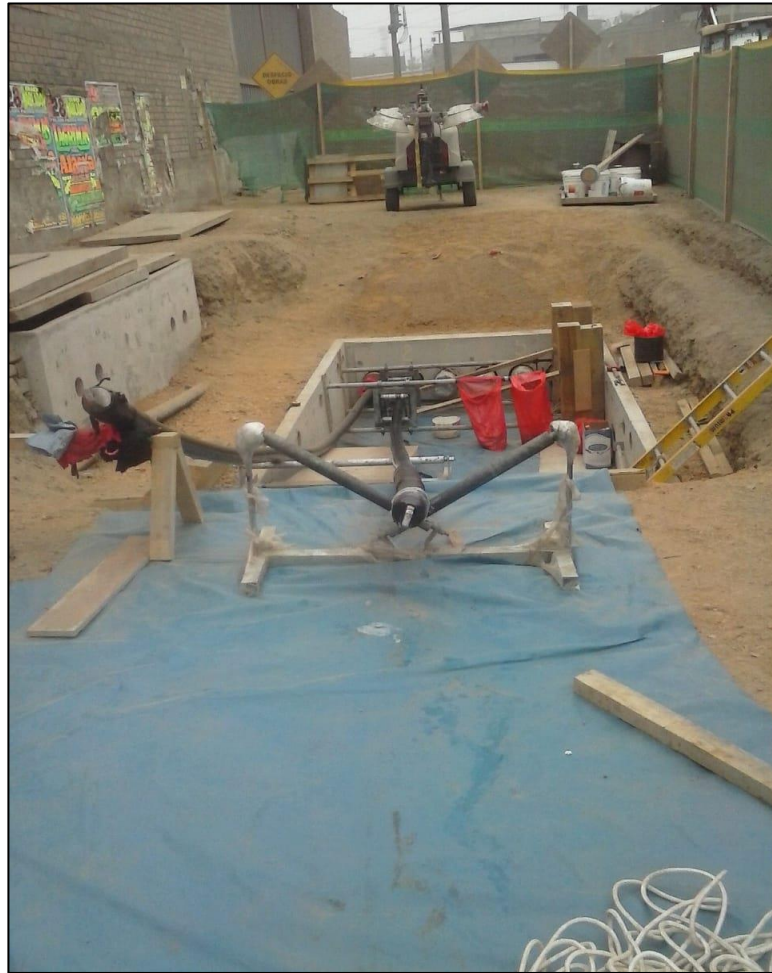


Figura 23. Maniobra para limpieza de ductos.

3. Para la comunicación de la revisión del estado de los ductos, se utilizará radios portátiles, las cuales estarán distribuidas en los extremos de jalado, como cámaras de empalme, zanjas abiertas en las subestaciones.

4. Si en caso encontraran deterioros en los tubos por bastante concreto y/o deformidad interna en los tubos por concreto, se procederá a identificar con el mandril donde se encuentra la falla. Luego se procederá a realizar la demolición de la zona afectada y reparar el tramo dañado.

5. La verificación de la transitabilidad del mandril se realizará de forma manual o con winche.

b. Pre-lubricado del interior del tubo

Verificado el buen estado de los tubos se procederá a un pre-lubricado de este.

1. A la soga guía existente se atará la esponja y seguidamente la soga nylon de 1 1/8" (soga de Tracción o jalado), en la delante de la esponja se verterá el lubricante polywater, y la parte posterior de la esponja en la soga se amarrará las bolsas de polywater "Front end Pack" una detrás de otra

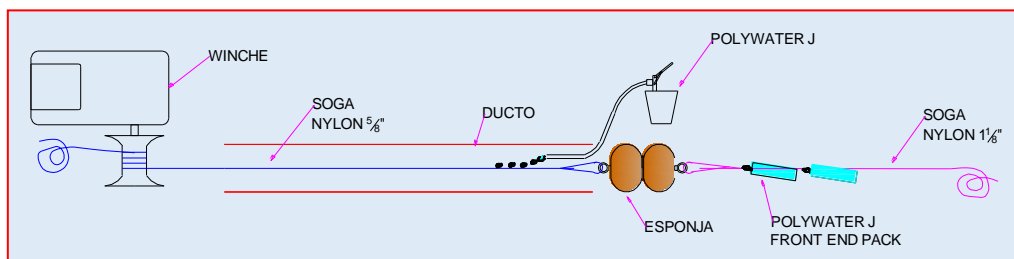


Figura 24. Lubricado de ductos.

2. Inicie el jalado del cable y corte a lo largo la bolsa con una navaja justo en la entrada del ducto.



Figura 25. Lubricado de ducto con polywater.

3. La bolsa abierta del Front End Packs depositará el lubricante Polywater justo delante del cable a todo lo largo del conducto.
4. Al final del tiro retire las bolsas vacías Front End Pack y deséchelas
El pre-lubricado deberá realizarse, si el jalado del cable es inmediato, de lo contrario se esperaría su programación

Instalación de Polines Cuadrantes, rectos, largos y curvos

Rodillos

- Estos elementos serán instalados a la entrada y salidas del conductor de los ductos por donde pasa el conductor, además dentro de las fosas de empalme, donde serán ubicados en el paso de cada fase de la terna a tender.
- Además, dentro de las fosas estarán fijados, a las paredes mediante listones de madera, de manera que no se salgan debido al Tiro que lleva el cable de energía.
- Esto también serán verificado su ubicación durante un pre-tensado del cable guía, su ubicación dará la curvatura necesaria al cable de energía para evitar su daño.
- Deberán instalarse de la manera que permitan su reubicación al paso de cada fase del cable y desmontaje al final del tendido.
- Los rodillos deben ser lisos sin aristas o rebabas que puedan dañar el cable Deben girar fácilmente, de encontrarse defectos en su rotación serán cambiados.

Los tipos para usarse serán los siguientes:

- Rodillos de alineamiento: se usarán en tramos rectos, en este caso se utilizarán, en dirección hacia el Winche y hacia la porta bobina.



Figura 26. Rodillos de alineamiento.

- Rodillos Esquinero: serán para tramos curvos, en este caso se utilizará si se requiere para dar curvas al cable, respetando los radios de curvatura.



Figura 27. Rodillos de esquinero.

- Rodillos Cuadrantes: son para subir o bajar de nivel dentro de las fosas, en este caso se utilizará en las fosas de empalmes y en las tuberías de las sub estaciones.



Figura 28. Rodillos cuadrantes.



Figura 29. Instalación, de rodillos cuadrantes.

Lubricante de Alto Desempeño.

- Lubricante de alto desempeño utilizado en la instalación de cables en tubería subterránea, este lubricante resulta en una alta reducción de tensión en los cables de sistema subterráneo.
- Tiene excelente resistencia a los esfuerzos cortantes resultando en una lubricación eficaz bajo condiciones de alta presión lateral en las curvas de los tubos subterráneos.
- Su residuo seco no es conductivo ni combustible.
- Su aplicación deberá ser manual y en los siguientes puntos:
 - A la Coordina (pre lubricado). - se aplicará lubricante a la coordina al ingreso del entubado y fosas de empalme, en forma de Salchichas (30 cada 2m.), de la tal manera que se esparza dentro de la tubería y reduzca la fricción.
 - Entrada del entubado, se aplicará lubricante a la cubierta del cable a medida que esta se va desplazándose.



Figura 30. Pre lubricado de coordina.

Capuchón Termocontraible

- Los capuchones termo contraíbles, vienen revestidos interiormente con un adhesivo termoplástico, dando como resultado un sello hermético que evita el ingreso de humedad al conductor.
- Se aplica como sello en las puntas de los carretes de cables, en las puntas cortadas después de un tendido.



Figura 31. Capuchón Termocontraible.

Tendido de Cable Guía

- El cable guía a utilizar será coordina de sogá de 1 1/2" de diámetro; la bobina de coordina se ubicará en la porta bobina.
- El tendido de la coordina será con un winche de 1,5 Tn y se lanzará desde el extremo de la ubicación del carro de la porta bobina, al extremo donde se encuentra el winche.

- La coordina de nylon se conectará por medio de un giunto giratorio, al cabezal de tiro del cable, y el otro extremo pasará por el tambor del winche.
- Luego se realizará un pretensado para verificar la ubicación de los rodillos. De ser necesario se reubicará o aumentaran polines.

Tendido del cable de Energía

Para la etapa del tendido de Cable de energía se seguirán los siguientes pasos:

Se ubicarán las radios bases en el winche y el carro porta bobina, las radios portátiles se ubicarán en la entrada y salida de los ductos, además contará con radio el Capataz general y supervisor a cargo del tendido, todas las radios estarán a la misma frecuencia

La distribución de personal en cada punto de trabajo deberá ser el siguiente:

- Winche: 01 Operador, 01 operario, 01 oficial, 01 ayudante
- Portabobina: 01 Operador, 02 operarios, 02 ayudantes
- Cámara de Empalme 1: 01 operario, 01 Oficial, 01 ayudante
- Cámara de Empalme 2: 01 Operario, 01 Oficial, 01 Ayudante

Antes de ingresar a la cámara de empalme, se dejará ventilar por un tiempo de 15 min., de requerirse iluminación se adecuará de forma segura lámparas para mejorar el nivel de iluminación.

Antes de iniciar el tendido del cable los intermedios, se realizará una verificación de la comunicación, durante la etapa de tendido los intermedios comunicarán el paso de los cables.

El ingeniero residente del proceso de tendido, se comunicará con los intermedios para dar paso al winche y portabobina para el inicio del tendido.

A la entrada del entubado y en la fosa de empalme, el personal contará con lubricante que será aplicado a la cubierta del cable, para facilitar el deslizamiento, reduciendo la fricción del cable dentro de los ductos, será aplicado continuamente al paso del cable. Se contará además con plásticos en el piso y un recipiente para controlar el derrame del producto.

El cable en todo momento deberá ser jalado siempre sobre los rodillos, no sobre el terreno.

El tendido del cable es fase por fase, secuencial y de manera continuada.

Así mismo, en el ingreso al ducto (dentro de la fosa de empalme), a medida que va ingresando el cable, se le aplicará el lubricante (polywater tipo J). La aplicación deberá ser de forma continua.

Adicionalmente, se puede colocar bolsas de lubricantes en el cable guía, de manera que al pasar por el ducto deje regado interiormente dicho lubricante

En el ingreso a ductos, obligatoriamente se colocará una cuadrante campana tipo boca de trompeta.

A medida que va saliendo el cable de la bobina deberá ser revisado, ante la eventualidad de que presente algún defecto de fábrica. Por lo mismo, al momento que sale del enductado, éste también deberá ser revisado. Cualquier anomalía deberá ser comunicado inmediatamente a la supervisión y/o encargado.

El peso del cable XLPE de 1 000 mm² es de 19,60 kg/m.

Se recomienda que el tiro no supere en el caso más crítico los 5,000 kg de esfuerzo total.

Los encargados en cada punto, ante cualquier ocurrencia que amerite paralización del tendido, inmediatamente se deberá dar la orden por la radio. Los operadores del winche y porta bobina con freno, deberán estar atentos ante un aviso de paralización (se entiende que los operadores también podrán paralizar el tendido). Una vez superado la ocurrencia, se reanuda el tendido.

El radio mínimo de curvatura en el arrastre del cable será 1,80 metros y 1,08 metros en doblado de cable. El radio mínimo de curvatura del cable instalado será de > 20 veces al diámetro del cable (diámetro del cable: 113,8 mm)

El tiro de jalado del cable será controlado en el dinamómetro del winche.

El tendido se realizará fase por fase, secuencial y de manera continuada. De preferencia, el tendido de una fase será realizada en una sola jornada.

Concluido una de las fases, los rodillos se reubicarán para continuar con la siguiente fase y así sucesivamente, hasta concluir con las 06 fases.

Se instalarán los capuchones Termocontraible, una vez que se cortan los cables de energía, a este corte realizado será limpiado con trapo y alcohol para eliminar las virutas resultantes del corte.

Concluido el tendido de cable, se colocarán los soportes de los cables, y se retirarán todos los elementos que soportaban a estos; en los extremos fuera de los ductos los cables se peinarán a lo largo de la zanja, a una distancia de 25 cm de separación entre fases; y serán colocados sobre una cama de polvillo zarandeado

Las entradas y salidas de los ductos se sellarán, con la finalidad de impedir el ingreso de agua, partículas de material o cualquier otro elemento a los ductos.



Figura 32. Tendido de cable de energía.



Figura 33. Tendido de cable con uso de winche y freno.

Tabla 4.

Tiro máximo de tendido.

SECCIÓN DE CONDUCTOR DE COBRE (mm ²)	TIRO MÁXIMO DE TENDIDO (N)	ESFUERZO (N/mm ²) - (kg/mm ²)
1000	40 kN	40 - 4,1
1200	60 kN	50 - 5,1
1000	60 kN	60 - 6,1
1200	72 kN	60 - 6,1

Empalme

Los empalmes son accesorios que se usan para unir los cables que han quedado en las entradas y salidas de las cámaras, estos empalmes garantizan la unión entre cables para formar un circuito continuo.

Sistema de Puesta a tierra

Los sistemas de puestas a tierra se harán de acuerdo a la resistividad del terreno y los corrientes de corto circuito se instalarán por medio de contrapesos y cable copperweld con varillas y con uso de cemento conductivo.

Cajas Tripolares de Cruzamiento y Conexión de Pantalla a Tierra (Cross-Bonding)

Se emplearán para entrecruzar las pantallas conductoras de los tres cables de cada circuito. Estarán provistos de un limitador estático de tensión (SVL) para descargar a tierra eventuales sobretensiones en las pantallas conductoras. Deberán tener una carcasa a prueba de corrosión, con conexión a tierra y un grado de hermeticidad a prueba de elementos sólidos, humedad y agua.

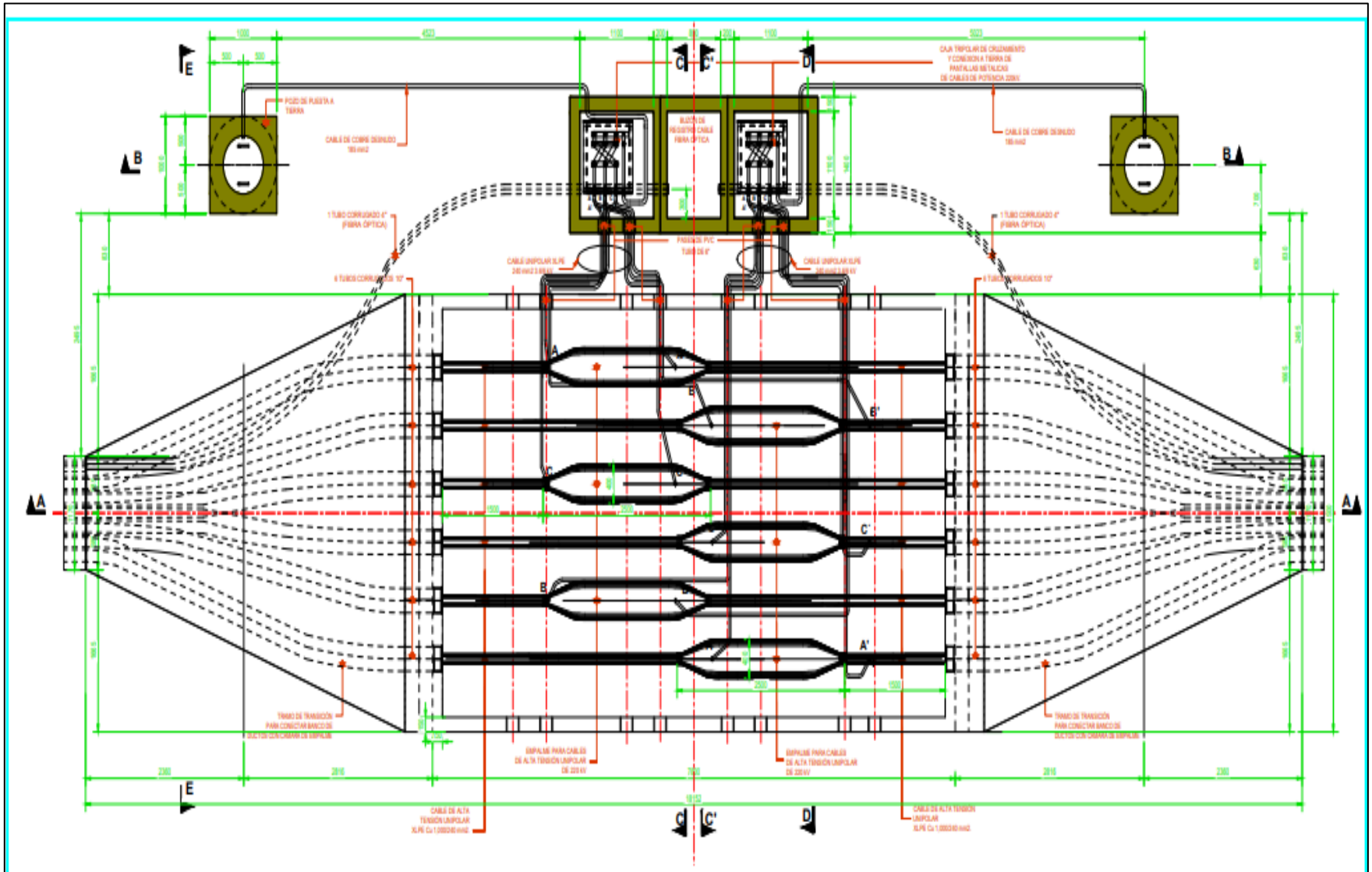


Figura 34. Esquema de cámara de empalme, puestas a tierra y cross bonding.

3.2 Resultados

3.2.1 Evaluación económica de alternativas de ruta

Bajo esta premisa se efectúa una comparación de costo de inversión, de las alternativas técnicamente viables.

Se efectúa una comparación de costos de manera general considerando los costos de Módulos de Inversión del Osinergmin 2019.

Tabla 5.

Módulo de Inversión LT-220COU0XXD0C310ES2.

ITEM	DESCRIPCION	CODIGO	COMPONENTE NACIONAL (US\$/KM)	COMPONENTE EXTRANJERA SIN CONSIDERAR (A) (US\$/KM)	ALUMINIO (US\$/KM)	COBRE (US\$/KM)	TOTAL COSTO MODULO \$US/Km
363	LÍNEA DE TRANSMISIÓN EN 220 KV, COSTA URBANA (Costa Urbana de 0 a 1000 msnm) - Instalación Subterránea - DOBLE TERNA - No Tiene - XLPE CU 1000 mm2	LT-220COU0XXD0C310ES2	1 057 104	169 881	0	1 076 904	2 303 889

Comparación de costos totales sin IGV, en US\$, tomando como referencia el módulo: LT-220COU0XXD0C310ES2 (línea de 220 kV en doble terna, con cable XLPE 1000 mm² Cu), que indica un costo de US\$ 2' 303 889 /km.

Tabla 6.

Comparación de costos de ruta.

ÍTEM	RUTA 1	RUTA 2
Longitud (km)	3.17	2.88
Costo US\$	7,303,328.13	6,635,200.32

INTERPRETACIÓN PARA DECIDIR TRAZO DE RUTA

Alternativa Ruta 1: No se observa mayor inconveniente en las avenidas recorridas, en el caso de la Av. Los Separadores cruce con Av. Los Castillos se debe considerar un plan estratégico para no causar caos vehicular en las horas punta.

Alternativa Ruta 2: No se observa mayor inconveniente, se considera que ingresar a la Av. Camino Real generaría menos caos vehicular, se tiene el espacio suficiente para construir la línea de transmisión.

De las dos rutas técnicamente factibles, las dificultades y limitaciones de ejecutar ambas rutas son similares, la comparación relativa es básicamente por los costos involucrados, que dependen de las longitudes de las rutas.

Por lo anterior, se recomienda que se adopte la Ruta 2 para el trazo de la línea de transmisión 220kV Sub Estación Industriales hasta la Sub Estación Sauces, debido a su menor longitud y costo relativos.

CARACTERÍSTICAS DEL DUCTO HDPE

El material de los ductos será de polietileno de alta densidad.

Tabla 7.

Diámetro de ducto HDPE.

DIÁMETRO NOMINAL	RELACIÓN DIMENSIONAL ESTÁNDAR (SDR) SEGÚN ASTM D3350	DIÁMETRO EXTERIOR Do (mm)	ESPESOR e (mm)	DIÁMETRO INTERIOR Di (mm)
8"	21	219,1	10,44	198,22
6"	21	168,3	8,00	152,30
4"	17	114,5	6,73	101,04
2"	13,5	60,3	4,47	51,36

CURVABILIDAD

Los ductos deberán ser capaces de instalarse en tramos curvos de hasta 90°, para lo cual el fabricante deberá especificar el radio mínimo de giro, en función del diámetro exterior.

OVALIDAD

Los ductos no deberán superar el 10% como porcentaje de ovalidad, según método de medición de la Norma ASTM D2122, que se sustenta en la siguiente relación:

$$\%Ovalidad = \frac{D_{oM} - D_{om}}{D_{o\text{promedio}}} * 100$$

D_{oM} = Diámetro exterior máximo

D_{om} = Diámetro exterior mínimo

$D_{o\text{promedio}}$ = Diámetro exterior promedio

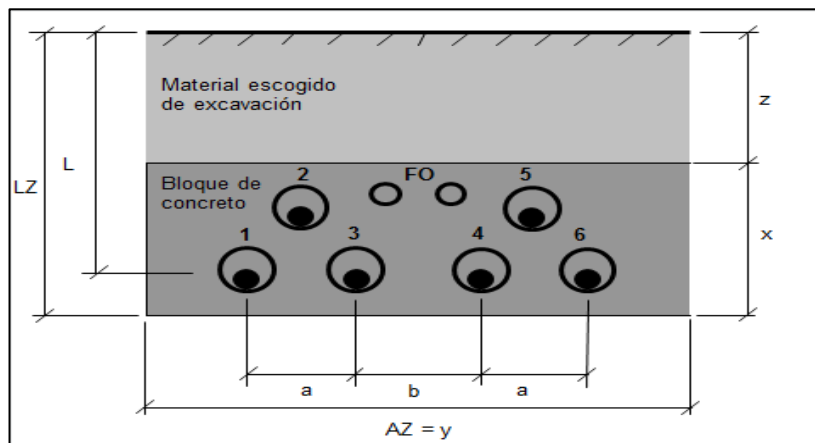


Figura 35. Disposición Triangular (T) para un Sistema en Doble Circuito.

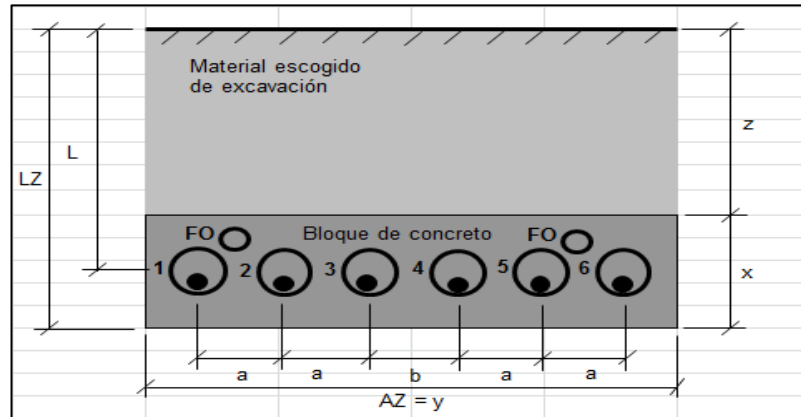


Figura 36. Disposición horizontal para un sistema en doble circuito.

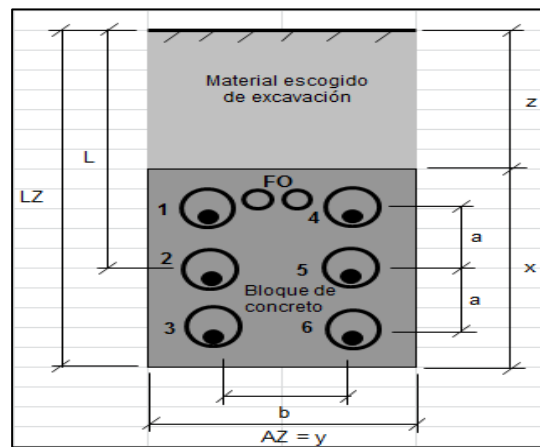


Figura 37. Disposición vertical (V) para un sistema en doble circuito.

3.2.2 Evaluación económica según tipo de sección.

Tabla 8.

Costos según tipo de sección.

DESCRIPCIÓN	SECCIÓN TRIANGULAR EQUILÁTERA	SECCIÓN VERTICAL	SECCIÓN HORIZONTAL
1. Partida de costo directo de zanja (S)	3'490,755.92	3'620,861.88	3'759,161.16
2. Partida de cinco cámaras de empalme normales, de concreto (S/.)	70,405.50		
3. Partida de cuatro cámaras de empalme normales y una extendida, de concreto (S/.)		116539.50	116,539.50
4. Total (S/.)	3'561,161.42	3737401.38	3,875,700.66

De acuerdo con los resultados mostrados y cumpliendo con los requisitos de potencia y condiciones de instalación, se concluye que la sección de instalación adecuada es la triangular equilátera.

3.2.3 Evaluación económica de cámara de empalme.

Tabla 9.

Costo cámara de empalme concreto simple.

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (US\$)	Subtotal (US\$)
Excavación	m3	85,6	12,0	1 027,0
Relleno material propio	m3	41,1	15,0	616,0
Relleno material de préstamo	m3	33,7	30,0	1 010,0
Eliminación	m3	65,7	10,0	657,0
Concreto	m3	10,87	140,0	1 522,0
Encofrado	m2	60,1	30,0	1 803,0
Acero de refuerzo	kg	454,8	1,9	864,0
COSTO DE LA CÁMARA DE EMPALME CON CONCRETO ARMADO (US\$)				7 500,0

Tabla 10.

Costo cámara de empalme concreto armado.

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (US\$)	Subtotal (US\$)
Excavación	m3	82,6	12,0	991,0
Relleno material propio	m3	22,1	15,0	332,0
Relleno material de préstamo	m3	33,7	30,0	1 010,0
Eliminación	m3	82,8	10,0	828,0
Concreto	m3	19,7	140,0	2 758,0
Encofrado	m2	69,2	30,0	2 076,0
Acero de refuerzo	kg	81,2	1,9	154,0
COSTO DE LA CÁMARA DE EMPALME CON CONCRETO SIMPLE (US\$)				8 150,0

Tabla 11.

Costo cámara de empalme con muro de ladrillo.

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (US\$)	Subtotal (US\$)
Excavación	m3	90,2	12,0	1 083,0
Relleno material propio	m3	42,8	15,0	643,0
Relleno material de préstamo	m3	33,7	30,0	1 010,0
Eliminación	m3	69,7	10,0	697,0
Concreto	m3	8,2	140,0	1 149,0
Encofrado	m2	37,5	30,0	1 126,0
Acero de refuerzo	kg	377,0	1,9	716,0
Muro de ladrillo de cabeza	m2	26,1	32,0	834,0
Tarrajeo interno de muros	m2	25,0	9,0	225,0
Tarrajeo externo de muros	m2	27,8	11,0	306,0
COSTO DE LA CÁMARA DE EMPALME CON MUROS DE LADRILLO (US\$)				7 789,0

La alternativa “Cámara de Empalme con Concreto Armado” es la opción de menor de costo y contempla un proceso constructivo que emplea un menor tiempo que la Alternativa “Cámara de Empalme con Muros de Ladrillo”.

Por esta razón, se recomienda la alternativa “Cámara de Empalme con Concreto Armado”.

CARACTERÍSTICAS DEL CABLE DE POTENCIA

- Intensidades máximas de corriente : Tipo Unipolar
- Tensión nominal : 220 kV eficaz (fase-fase)
- Tensión fase-tierra : 127 kV eficaz
- Tensión máxima : 245 kV eficaz (fase-fase)
- Conductor : 1000 mm² de cobre
- Pantalla conductora : 240 mm² de cobre
- Tipo de aislamiento : XLPE
- Espesor nominal de aislamiento : 25,56 mm
- Cubierta protectora : HDPE
- Diámetro exterior : 113,8 mm
- Peso : 19,95 kg/m
- Radio de giro : $\geq 2,2$ m (instalado)
: $\geq 2,9$ m (en el tendido)

CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN

Las características de operación de la línea subterránea son las siguientes

- Tensión nominal : 220 kV
- Tensión máxima de operación : 245 kV
- Tensión de impulso : 1050 kVp
- Temperatura en conductor de cable (AEIC CS9-06):
 - Operación normal : 90 °C
 - Operación de emergencia : 105 °C
 - Operación en cortocircuito : 250 °C
- Temperatura en la pantalla conductora del cable:
 - Operación en cortocircuito : 180 °C
- Temperatura en conductor de cables XLPE de conexión de pantalla conductora:
 - Operación en cortocircuito : 250 °C
- Temperatura en el conductor desnudo de puesta a tierra
 - Operación en cortocircuito : $1083/2$ °C (ϵ fusión del cobre/2)
- Corrientes de cortocircuito
 - 3 Φ : 40 kAeficaz
 - 2 Φ : 32 kAeficaz
 - 1 Φ - t : 32 kAeficaz
 - Duración del cortocircuito : 0,5 segundos

3.2.4 Cálculo de caída de tensión.

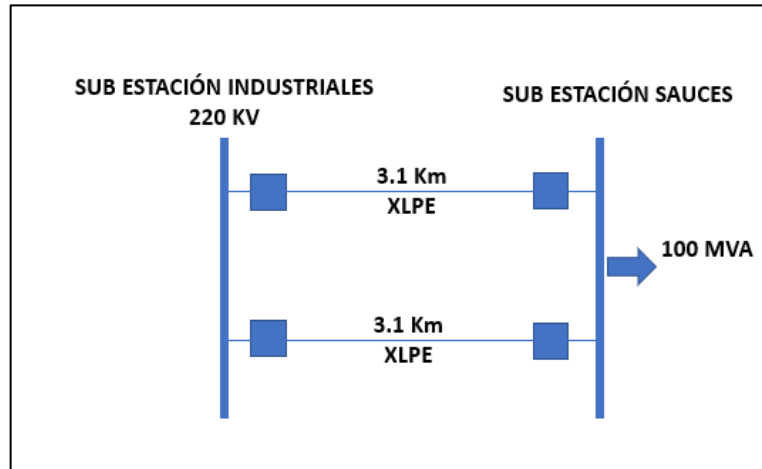


Figura 38. Diagrama de línea de transmisión doble terna.

Datos:

$$P = 100 \text{ MVA} = 90 \text{ MW}$$

$$L = 2.8 \text{ Km}$$

$$U_{2L} = 220 \text{ Kv}$$

$$\text{Tan} = 0.484 \text{ (dato } \cos = 0.9)$$

$$\theta = 90^\circ \text{ C}$$

$$R_{20}^\circ = 0.1194$$

Formula Caída de Tensión:

$$|\Delta U|_{\%} = \frac{P \times L \times (R_{\theta}^\circ + x'x \tan\phi)}{U_{2L}^2} \times 100$$

- Resistencia del conductor $R_{\theta}^\circ = R_{20}^\circ [1 + \alpha (\theta - 20)]$

Donde:

$$\alpha = \frac{1}{20 + T_{\theta}}$$

Por lo que:

$$\alpha_{Cu} = 0.003929 \text{ } ^\circ \text{ C}^{-1}$$

Reemplazando los datos obtenidos:

$$R_{\theta}^{\circ} = R_{20}^{\circ} [1 + \alpha (\theta - 20)]$$

$$R_{\theta}^{\circ} = 0.1194 [1 + 0,003929 (90 - 20)] = 0.152 \frac{\Omega}{km}$$

- **Reactancia del conductor; para esto necesitamos hallar:**

Radio Modificado

$$r' = e^{-1/4} x r$$

Donde:

$$r = \frac{D_{ext}}{2} = \frac{113.8 x 10^{-3}}{2} = 0.0569 m = 56.9 mm$$

Por lo tanto, el radio modificado es:

$$r' = e^{-1/4} x r$$

$$r' = e^{-1/4} x 56.9 x 10^{-3} = 44.31 mm$$

Distancia Media Geométrica DMG

$$DMG = \sqrt[3]{D_{12} x D_{23} x D_{31}} = \sqrt[3]{0.4 x 0.4 x 0.424} = 0.3m$$

Inductancia de la Línea

$$L'_a = 2 x 10^{-4} x \ln \frac{DMG}{r'}$$

$$L'_a = 2 x 10^{-4} x \ln \frac{0.3}{44.31 x 10^{-3}}$$

$$L'_a = 0.000383 \frac{Hr}{Km} = 0.383 x 10^{-3} \frac{Hr}{Km}$$

Reactancia por kilómetro

$$x' = W \times L'_a$$

$$x' = 2 \times \pi \times f \times L'_a$$

$$x' = 2 \times \pi \times 60 \times 0.48 \times 10^{-3} = 0.144 \frac{\Omega}{km}$$

Reemplazando los resultados en la formula caída de tensión:

$$|\Delta U|_{\%} = \frac{P \times L \times (R_{\theta}^{\circ} + x' \times \tan \phi)}{U_{2L}^2} \times 100$$

$$|\Delta U|_{\%} = \frac{90 \times 2.8 \times ((0.152/2) + (0.144/2) \times 0.484)}{220^2} \times 100 = 0.058\%$$

3.2.5 Cálculo de corriente de Cortocircuito.

CAPACIDAD DE CORTOCIRCUITO

Los cálculos de corrientes serán según prescripción de la Norma IEC

60949, los parámetros serán:

θ_1 = Temperatura Inicial (°C)

θ_2 = Temperatura Final (°C)

I_{AD} = Corriente Admisible (A)

T = tiempo cortocircuito (s)

β = 234.5 k para conductor de cobre

β = 228 k para conductor de aluminio

k = 226 A/mm para conductor de cobre

k = 148 para conductor de aluminio

S = Sección del conductor o pantalla (mm^2)

- **Conductor y pantalla conductora del cable XLPE de 220 Kv.**

Tipo de falla: Falla 3 Φ Conductor/Cobre

$$I_{AD}^2 \cdot t = k^2 \cdot S^2 \cdot \ln\left(\frac{\theta_2 + \beta}{\theta_1 + \beta}\right)$$

$$40.0^2 \cdot 0.5 = 226^2 \cdot S^2 \cdot \ln\left(\frac{250 + 234.5}{90 + 234.5}\right)$$

$$S = 196.8 \text{ mm}^2$$

Tipo de falla: Falla 3Φ Conductor/Cobre

$$I_{AD}^2 \cdot t = k^2 \cdot S^2 \cdot \ln\left(\frac{\theta_2 + \beta}{\theta_1 + \beta}\right)$$

$$202,5^2 \cdot 0,5 = 226^2 \cdot S^2 \cdot \ln\left(\frac{250 + 234,5}{90 + 234,5}\right)$$

$$S = 1000,74 \text{ mm}^2$$

Tipo de falla: Falla 1-Φ – Conductor /Cobre

$$I_{AD}^2 \cdot t = k^2 \cdot S^2 \cdot \ln\left(\frac{\theta_2 + \beta}{\theta_1 + \beta}\right)$$

$$32,0^2 \cdot 0,5 = 226^2 \cdot S^2 \cdot \ln\left(\frac{250 + 234,5}{90 + 234,5}\right)$$

$$S = 158,14 \text{ mm}^2$$

Tipo de falla: Falla 1-Φ – Pantalla /Cobre

$$I_{AD}^2 \cdot t = k^2 \cdot S^2 \cdot \ln\left(\frac{\theta_2 + \beta}{\theta_1 + \beta}\right)$$

$$32,0^2 \cdot 0,5 = 226^2 \cdot S^2 \cdot \ln\left(\frac{180 + 234,5}{80 + 234,5}\right)$$

$$S = 190,55 \text{ mm}^2$$

Tipo de falla: Falla 1-Φ – Pantalla /Cobre

$$I_{AD}^2 \cdot t = k^2 \cdot S^2 \cdot \ln\left(\frac{\theta_2 + \beta}{\theta_1 + \beta}\right)$$

$$32,0^2 \cdot 0,5 = 226^2 \cdot S^2 \cdot \ln\left(\frac{250 + 234,5}{80 + 234,5}\right)$$

$$S = 239,6 \text{ mm}^2$$

- **Cables de conexión de pantalla conductora**

Tipo de falla: Falla 1- Φ – Conductor /Cobre

$$I_{AD}^2 \cdot t = k^2 \cdot S^2 \cdot \ln\left(\frac{\theta_2 + \beta}{\theta_1 + \beta}\right)$$

$$32,0^2 \cdot 0,5 = 226^2 \cdot S^2 \cdot \ln\left(\frac{250 + 234,5}{32 + 234,5}\right)$$

$$S = 129,5 \text{ mm}^2$$

- **Conductor desnudo de puesta a tierra**

Tipo de falla: Falla 1- Φ – Conductor /Cobre

$$I_{AD}^2 \cdot t = k^2 \cdot S^2 \cdot \ln\left(\frac{\theta_2 + \beta}{\theta_1 + \beta}\right)$$

$$32,0^2 \cdot 0,5 = 226^2 \cdot S^2 \cdot \ln\left(\frac{541,5 + 234,5}{32 + 234,5}\right)$$

$$S = 136,96 \text{ mm}^2$$

3.2.6 Presupuesto contractual de obra: Línea de Transmisión 220 Kv.

PRESUPUESTO						
PROYECTO:		L.T. Subterránea 220 Kv SET Industriales - SET Sauces				
TRABAJO:		Presupuesto Subterráneo				
CONTRATISTA:		COBRA PERÚ S.A.				
UBICACIÓN:		SANTA ANITA - ATE VITARTE				PRESUPUESTO TOTAL S/.
Fecha :		15/05/2019				8,273,658.53
ITEM	CODIGO	DESCRIPCIÓN	UND	COSTO UNITARIO (S/)	METRADO CANTIDAD	COSTO TOTAL (S/)
1.00		CAPITULO 1: OBRAS PROVISIONALES				950,312.93
1.01	700302	Cerco Opaco Provisional	M	44.15	410.00	18,100.42
1.02	700303	Cerco calado de señalización y restricción al tránsito.	M	7.23	6,660.00	48,151.80
1.03	700305	Cintados de seguridad en doble fila	M	2.45	3,330.00	8,158.50
1.04	750085	Alquiler de grupo electrogeno hasta 20 Kw. trifasico 220 VAC	H	80.31	260.00	20,881.81
1.05	750088	Mantenimiento de obras provisionales mayores	Und	20,052.94	1.00	20,052.94
1.06	750089	Instalaciones provisionales mayores	MES	5,898.92	6.00	35,393.54
1.07	750131	Vigilancia movilizada nocturna	SEM	3,161.88	8.00	25,295.02
1.08	750194	Colocación de Hitos de Señalización	und	49.13	62.00	3,046.26
1.09	750195	Verificación del levantamiento topográfico, replanteo de línea, marcación de puntos, trazo de ejes.	M	2.33	3,120.00	7,281.98
1.10	750217	Servicios higiénicos para el personal (DISAL)	MES	533.77	48.00	25,621.04
1.11	750220	Equipo de seguridad para señalización vías de alta transitabilidad	Und	546.22	31.00	16,932.80
1.12	750226	Confección plano replanteo de trabajos ejecutados de cables subterráneos	GLB	4,837.59	1.00	4,837.59
1.13	750260	Vehiculo contra impacto y/o señalización	DIA	542.12	200.00	108,423.17
1.14	750264	Vehiculo contingencia	DIA	542.12	270.00	146,372.40
1.15	750290	Lavamano portatil para el personal	MES	173.52	96.00	16,657.92
1.16	750291	Lavaojos para el personal	MES	173.52	36.00	6,246.72
1.17	750292	Estación de Emergencia	Und	175.05	24.00	4,201.20
1.18	750255	Almacenes	M2	68.77	2,469.88	169,845.30
1.19	AD001	Movilizacion y desmovilizacion de maquinarias y equipos	GLB	32,861.38	1.00	32,861.38
1.20	AD002	Instalación de señalización para trabajos en vías de 75X75 cm	Und	51.20	814.00	41,676.80
1.21	AD003	Instalación de señalización para trabajos en vías de 120X75 cm	Und	63.73	100.00	6,373.00
1.22	AD004	Vigilancia diurna en Obra solicitado por LDS (Turno de 12 horas)	TURNO	234.91	186.00	43,693.26
1.23	AD005	Vigilancia nocturna en Obra solicitado por LDS (Turno de 12 horas)	TURNO	305.39	186.00	56,802.54
1.24	AD006	Vigilancia de desvío de Tránsito (turno 12 horas)	DIA	293.58	260.00	76,330.80
1.25	AD007	Pase Peatonal de 2,20x0,90	Und	147.39	48.00	7,074.72
2.00		CAPITULO 2: EXCAVACIÓN DE ZANJAS Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS				6,075,156.42
2.01	750062	Rotura del asfalto de pista (espesor 4")	M2	48.29	5,239.25	253,021.74
2.02	750063	Reparación de veredas	M2	81.29	454.00	36,905.23
2.03	750064	Reparación de pista asfalto (espesor 4")	M2	126.86	5,239.25	664,667.76
2.04	750065	Eliminación de Desmonte (Asfalto)	M3	82.01	838.28	68,751.09
2.05	750065	Eliminación de Desmonte (Excavación)	M3	82.01	13,270.60	1,088,380.85
2.06	750077	Reposición de grass	M2	19.70	3,769.92	74,270.72
2.07	750084	Excavación con martillo neumático	m3	347.86	20.00	6,957.29
2.08	750086	Suministro e instalación de concreto desde 100 kg/cm2 hasta 150 kg/cm2 para bases de estructuras o postes	M3	368.87	1,647.00	607,526.13
2.09	750091	Relleno compactado con material de excavación	M3	48.15	962.16	46,332.09
2.10	750092	Relleno compactado con material de planta	M3	101.92	6,917.40	705,038.75
2.11	750093	Suministro e instalación de concreto desde 260 kg/cm2 hasta 300 kg/cm2 para bases de estructuras o postes	M3	417.84	732.00	305,856.30
2.12	750134	Excavación manual en terreno normal	M3	86.91	2,517.66	218,806.34
2.13	750135	Excavación con máquina retroexcavadora	M3	51.06	8,652.65	441,846.13
2.14	750136	Instalación y retiro de entibado	M2	38.94	11,626.84	452,702.31
2.15	750193	Suministro, transporte e instalación de cinta de polietileno señalización para cable subterráneo	M	0.92	9,150.00	8,435.02
2.16	750196	Nivelación del terreno	M2	9.25	3,037.80	28,095.46
2.17	750231	Reposición de sardineles	M	69.43	383.00	26,591.51
2.18	750232	Instalación de tubos HDP de 8" Diametro (Tubo HDPE de 10")	M	20.54	18,300.00	375,879.64
2.19	750233	Instalación de tubos HDP de 2" ó 4" Diametro para fibra optica y/o cable sintenax	M	9.73	3,050.00	29,664.73
2.20	750252	Demolicion y retiro de concreto	M3	470.61	732.00	344,487.11
2.21	750222	Pañeteo de excavaciones con mezcla de cemento	M2	14.28	933.30	13,330.93
2.22	AD008	Relleno fluido f c =30 en cruzadas	M3	311.48	377.25	117,506.87
2.23	AD009	Planchas metalicas para cruce vehicular min e=1/2"(incluye refuerzos)	M2	39.95	541.20	21,620.94
2.24	AD010	Cubierta para zanjas con paneles de madera	M	22.28	3,050.00	67,954.00
2.25	AD011	Demolicion de elementos de concreto armado (localizado)	M3	347.86	5.00	1,739.32
2.26	AD012	Planchas metalicas para cruce vehicular min e=1"(incluye refuerzos)	M2	79.90	665.98	53,212.12
2.27	AD013	Entibados Metalicos	M2	38.94	400.00	15,576.00

3.00		CAPITULO 3: CÁMARAS DE EMPALME (5 Un)				285,924.18
3.01	750062	Rotura del asfalto de pista (espesor 4")	M2	48.29	247.80	11,967.13
3.02	750064	Reparación de pista asfalto (espesor 4")	M2	126.86	247.80	31,436.69
3.03	750065	Eliminación de Desmonte (Asfalto)	M3	82.01	37.74	3,095.55
3.04	750065	Eliminación de Desmonte (Excavación)	M3	82.01	673.89	55,268.63
3.05	750086	Suministro e instalación de concreto desde 100 kg/cm2 hasta 150 kg/cm2	M3	368.87	8.18	3,019.11
3.06	750093	Suministro e instalación de concreto desde 210 kg/cm2 hasta 250 kg/cm2	M3	417.84	72.54	30,308.75
3.07	750134	Excavación manual en terreno normal	M3	86.91	50.08	4,352.38
3.08	750135	Excavación con máquina retroexcavadora	M3	51.06	436.30	22,279.38
3.09	750137	Instalación y retiro de moldajes	M2	73.58	467.58	34,404.14
3.10	750159	Suministro e instalación de armaduras de acero de Fy: 4200 kg/cm2 Fu:6300 kg/cm2	KG	8.55	4,403.32	37,662.31
3.11	750189	Suministro, transporte y distribución de polvillo especial zarandeado en zanja	M3	104.62	186.96	19,558.93
3.12	750092	Relleno compactado con material de planta	M3	101.92	185.22	18,878.09
3.13	750191	Suministro, transporte e instalación de locetones de concreto para protección 1 circuito cable subterráneo 1 Locetón de 0.75 x	M	95.93	130.00	12,470.28
3.14	AD013	Instalación de sumidero	UN	71.93	17.00	1,222.79
4.00		CAPITULO 4: SOPORTES EN GALERIA DE SET INDUSTRIALES Y SET LOS SAUCES				94,636.08
4.01	750133	Suministro de estructuras metálicas	kg	15.96	4250	67,851.07
4.02	750216	Colocacion de pernos de anclaje para fijar soportes (instalacion de soportes metalicos)	UN	24.68	688	16,980.64
4.03	750252	Demolición y retiro de concreto	M3	470.61	1.4	658.86
4.04	AD015	Instalación de abrazaderas amagnéticas	u	20.60	444	9,145.51
5.00		CAPITULO 5: Tendido de Cable				793,253.58
5.01	750001	Limpieza de cámaras subterráneas	UN	263.84	5	1,319.18
5.02	750144	Set de pruebas para cable aislado	UN	351.16	78	27,390.52
5.03	750145	Señalización de cables subterráneos	UN	171.78	40	6,871.24
5.04	750176	Tendido en zanja de cable aislado superior a 630 mm ² y hasta 1000 mm ² de sección	M	23.09	19200	443,288.33
5.05	750186	Pruebas de línea y energizamiento	UN	7,009.64	2	14,019.29
5.06	750188	Peinado de terna de cables subterráneos	M	2.30	254	584.52
5.07	750263	Limpieza de ductos con mandril	M	6.25	18720	116,988.07
5.08	750270	Transporte de Bobinas de cable	Viaje	5,965.58	18	107,380.51
5.09	750271	Transporte de equipos de tendido de cable	Viaje	2,897.33	3	8,692.00
5.10	AD016	Transporte de accesorios de 220 kV (cable de continuidad, terminales, empalmes, tuberías, etc)	Viaje	3,302.15	2	6,604.30
5.11	AD017	Transporte para devolucion de Materiales Sobrantes - Bobinas	Viaje	3,302.15	12	39,625.80
5.12	AD018	Transporte para devolucion de Materiales Sobrantes - Cables, etc.	Viaje	3,302.15	3	9,906.45
5.13	AD019	Instalacion de sello de ductos con sikabum	UN	30.00	72	2,160.09
5.14	750187	Ejecucion de Punta Muerta	UN	116.99	72	8,423.28
6.00		CAPITULO 6: Montaje de empalmes				21,713.13
6.01	AD020	Apoyo de personal para la ejecucion de empalme en las camaras de empalme o SET, esto comprende el suministro de grupo electrogeno, carpa.	Día	1,085.66	20	21,713.13
7.00		CAPITULO 7: Montaje de terminales				10,525.04
7.01	AD021	Apoyo de personal para la ejecucion de terminales en las SET's.	UN	877.09	12	10,525.04
8.00		CAPITULO 8: Puesta a Tierra				42,137.18
8.01	750034	Instalación de pozo de línea de tierra	UN	1,357.34	10	13,573.40
8.02	750275	Zanja para cable de tierra 0,5x0,6 en todo terreno	M	59.36	100	5,936.00
8.03	750211	Suministro de tierra vegetal	M3	91.42	56	5,119.36
8.04	750235	Instalación de cajas de aterramiento cross bonding-completo	UN	387.07	8	3,096.53
8.05	750235	Instalación de cajas de aterramiento directo a tierra -completo	UN	387.07	8	3,096.53
8.06	750256	Tendido de conductor desnudo hasta 120 mm ²	m	10.54	220	2,317.83
8.07	AD023	Instalacion de cable aislado hasta 240 mm ² de sección en camara de empalme	M	12.00	750	8,997.53
		TOTAL DE COSTO A EJECUTAR S/. SIN INCLUIR IGV				8,273,658.53

3.2.7 Rendimientos óptimos para concluir en la fecha de cronograma de obra.

Para tener un control del avance de obra como gestión de proyecto es importante saber la planificación de acuerdo con lo establecido en el cronograma de obra, de tal modo que de acuerdo con la planificado poder generar una Curva “S” que será el indicador de como esta en avance a la fecha actual del proyecto.

Este control es determinante para llevar al éxito una obra ya que en la ejecución podemos tener márgenes por debajo de lo planificado al saber esto podemos tomar medidas en cómo controlar o reprogramar los avances diarios de tal forma que podamos estar seguros de que la obra en ejecución será exitosa.

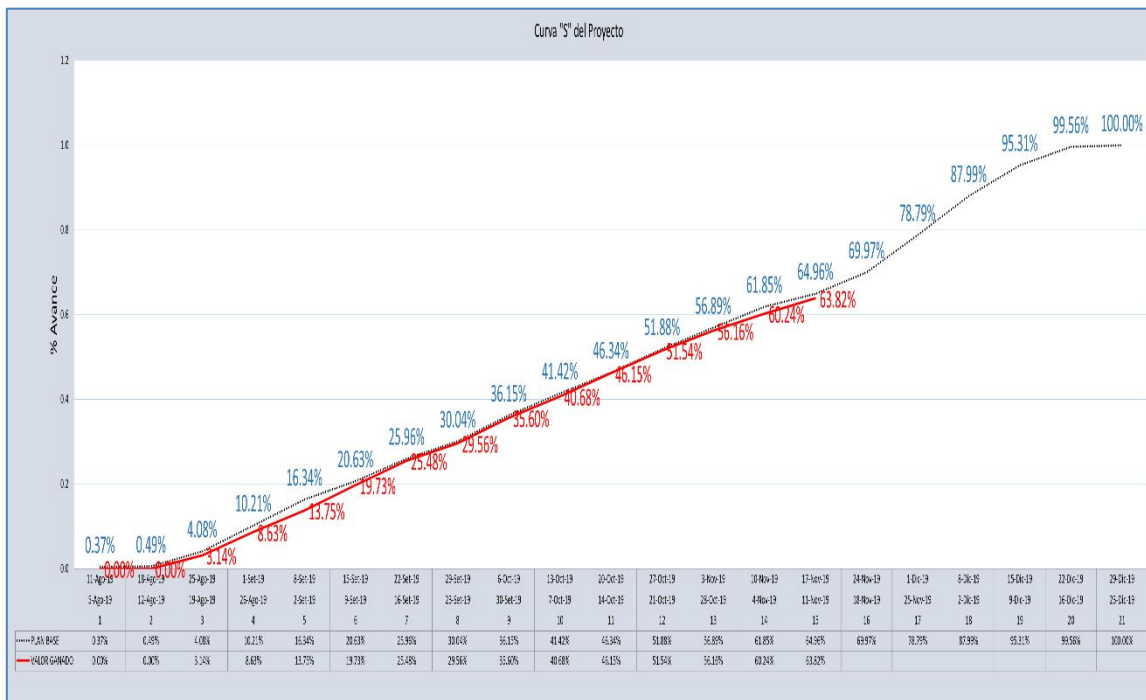


Figura 39. Curva S del Proyecto.

3.2.8 Rendimiento óptimo planificado.

	UND	Metrado (M)	Peso Propio	A (1/M)	FECHA		DIAS	DIAS ASIGNADOS	METRADO	METRADO RESTANTE	CONTROL 2	ACUMULA DO TOTAL
					INICIAL	FINAL						
LT SUBTERRÁNEO 220 KV INDUSTRIALES - LOS SAUCES		1.00	68%		5/08/2019	27/12/2019						
L.T Subterránea		1.00	100%		5/08/2019	27/12/2019						
CAPÍTULO 1: OBRAS PROVISIONALES		1.00	1%		5/08/2019	27/12/2019						
Mantenimiento de obras provisionales mayores	Und	1	33%	1.00	5/08/2019	27/12/2019	145.00	145.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Verificación del levantamiento topográfico, replanteo	M	3120	12%	0.00	5/08/2019	22/11/2019	110.00	110.00	3,120.00	3120.00	3120.00	3120.00
Movilización y desmovilización de maquinarias y	GLB	1	55%	1.00	5/08/2019	13/08/2019	9.00	9.00	1.00	1.00	1.00	1.00
CAPÍTULO 2: EXCAVACIÓN DE ZANJAS Y		1.00	83%		21/08/2019	21/12/2019						
TRAMO 6 GALVANI (CASTILLOS - EDISON) (482		1.00	17%		21/08/2019	25/09/2019						
Excavación manual en terreno normal	M	509.00	15%	0.00	21/08/2019	20/09/2019	31.00	31.00	509.00	509.00	509.00	509.00
Eliminación de Desmonte (Excavación)	M	509.00	25%	0.00	21/08/2019	20/09/2019	31.00	31.00	509.00	509.00	509.00	509.00
Instalación y retiro de entibado	M	509.00	10%	0.00	21/08/2019	20/09/2019	31.00	31.00	509.00	509.00	509.00	509.00
Instalación de tubos HDP de 8" Diametro (Tubo HDPE	M	509.00	7%	0.00	22/08/2019	21/09/2019	31.00	31.00	509.00	509.00	509.00	509.00
Suministro e instalación de concreto desde 100	M	509.00	15%	0.00	22/08/2019	21/09/2019	31.00	31.00	509.00	509.00	509.00	509.00
Relleno compactado con material de planta	M	509.00	14%	0.00	23/08/2019	23/09/2019	32.00	32.00	509.00	509.00	509.00	509.00
Reparación de pista asfalto (espesor 4")	M	509.00	14%	0.00	25/08/2019	25/09/2019	32.00	32.00	509.00	509.00	509.00	509.00
TRAMO 5 CAMINO REAL - CASTILLOS (399 m)		1.00	14%		28/09/2019	28/10/2019						
Excavación manual en terreno normal	M	449.00	15%	0.00	28/09/2019	24/10/2019	27.00	27.00	449.00	449.00	449.00	449.00
Eliminación de Desmonte (Excavación)	M	449.00	25%	0.00	28/09/2019	24/10/2019	27.00	27.00	449.00	449.00	449.00	449.00
Instalación y retiro de entibado	M	449.00	10%	0.00	28/09/2019	24/10/2019	27.00	27.00	449.00	449.00	449.00	449.00
Instalación de tubos HDP de 8" Diametro (Tubo HDPE	M	449.00	7%	0.00	30/09/2019	25/10/2019	26.00	26.00	449.00	449.00	449.00	449.00
Suministro e instalación de concreto desde 100	M	449.00	15%	0.00	30/09/2019	25/10/2019	26.00	26.00	449.00	449.00	449.00	449.00
Relleno compactado con material de planta	M	449.00	14%	0.00	1/10/2019	26/10/2019	26.00	26.00	449.00	449.00	449.00	449.00
Reparación de pista asfalto (espesor 4")	M	449.00	14%	0.00	3/10/2019	28/10/2019	26.00	26.00	449.00	449.00	449.00	449.00
TRAMO 7 GALVANI (EDISON - FRANKLIN) (259 m)		1.00	9%		30/10/2019	20/11/2019						
Excavación manual en terreno normal	M	199.00	15%	0.01	30/10/2019	15/11/2019	17.00	17.00	199.00	199.00	199.00	199.00
Eliminación de Desmonte (Excavación)	M	199.00	25%	0.01	30/10/2019	15/11/2019	17.00	17.00	199.00	199.00	199.00	199.00
Instalación y retiro de entibado	M	199.00	10%	0.01	30/10/2019	15/11/2019	17.00	17.00	199.00	199.00	199.00	199.00
Instalación de tubos HDP de 8" Diametro (Tubo HDPE	M	199.00	7%	0.01	31/10/2019	16/11/2019	17.00	17.00	199.00	199.00	199.00	199.00
Suministro e instalación de concreto desde 100	M	199.00	15%	0.01	31/10/2019	16/11/2019	17.00	17.00	199.00	199.00	199.00	199.00
Relleno compactado con material de planta	M	199.00	14%	0.01	2/11/2019	18/11/2019	17.00	17.00	199.00	199.00	199.00	199.00
Reparación de pista asfalto (espesor 4")	M	199.00	14%	0.01	4/11/2019	20/11/2019	17.00	17.00	199.00	199.00	199.00	199.00
TRAMO 8 GALVANI (FRANKLIN - SET SAUCES		1.00	14%		21/11/2019	21/12/2019						
Excavación manual en terreno normal	M	329.00	15%	0.00	21/11/2019	17/12/2019	27.00	27.00	329.00	329.00	329.00	329.00
Eliminación de Desmonte (Excavación)	M	329.00	25%	0.00	21/11/2019	17/12/2019	27.00	27.00	329.00	329.00	329.00	329.00
Instalación y retiro de entibado	M	329.00	10%	0.00	21/11/2019	17/12/2019	27.00	27.00	329.00	329.00	329.00	329.00
Instalación de tubos HDP de 8" Diametro (Tubo HDPE	M	329.00	7%	0.00	22/11/2019	18/12/2019	27.00	27.00	329.00	329.00	329.00	329.00
Suministro e instalación de concreto desde 100	M	329.00	15%	0.00	22/11/2019	18/12/2019	27.00	27.00	329.00	329.00	329.00	329.00
Relleno compactado con material de planta	M	329.00	14%	0.00	23/11/2019	19/12/2019	27.00	27.00	329.00	329.00	329.00	329.00
Reparación de pista asfalto (espesor 4")	M	329.00	14%	0.00	25/11/2019	21/12/2019	27.00	27.00	329.00	329.00	329.00	329.00
TRAMO 1 FRUTALES (SET SAUCES - SODIMAC)		1.00	11%		21/08/2019	13/09/2019						
Excavación manual en terreno normal	M	310.00	15%	0.00	21/08/2019	10/09/2019	21.00	21.00	310.00	310.00	310.00	310.00
Eliminación de Desmonte (Excavación)	M	310.00	25%	0.00	21/08/2019	10/09/2019	21.00	21.00	310.00	310.00	310.00	310.00
Instalación y retiro de entibado	M	310.00	10%	0.00	21/08/2019	10/09/2019	21.00	21.00	310.00	310.00	310.00	310.00
Instalación de tubos HDP de 8" Diametro (Tubo HDPE	M	310.00	7%	0.00	22/08/2019	11/09/2019	21.00	21.00	310.00	310.00	310.00	310.00
Suministro e instalación de concreto desde 100	M	310.00	15%	0.00	22/08/2019	11/09/2019	21.00	21.00	310.00	310.00	310.00	310.00
Relleno compactado con material de planta	M	310.00	14%	0.00	22/08/2019	11/09/2019	21.00	21.00	310.00	310.00	310.00	310.00
Reparación de pista asfalto (espesor 4")	M	310.00	14%	0.00	24/08/2019	13/09/2019	21.00	21.00	310.00	310.00	310.00	310.00
TRAMO 2 FRUTALES (SODIMAC - MAESTRO) (378		1.00	13%		16/09/2019	13/10/2019						
Excavación manual en terreno normal	M	389.00	15%	0.00	16/09/2019	10/10/2019	25.00	25.00	389.00	389.00	389.00	389.00
Eliminación de Desmonte (Excavación)	M	389.00	25%	0.00	16/09/2019	10/10/2019	25.00	25.00	389.00	389.00	389.00	389.00
Instalación y retiro de entibado	M	389.00	10%	0.00	16/09/2019	10/10/2019	25.00	25.00	389.00	389.00	389.00	389.00
Instalación de tubos HDP de 8" Diametro (Tubo HDPE	M	389.00	7%	0.00	16/09/2019	10/10/2019	25.00	25.00	389.00	389.00	389.00	389.00
Suministro e instalación de concreto desde 100	M	389.00	15%	0.00	17/09/2019	11/10/2019	25.00	25.00	389.00	389.00	389.00	389.00
Relleno compactado con material de planta	M	389.00	14%	0.00	17/09/2019	11/10/2019	25.00	25.00	389.00	389.00	389.00	389.00
Reparación de pista asfalto (espesor 4")	M	389.00	14%	0.00	19/09/2019	13/10/2019	25.00	25.00	389.00	389.00	389.00	389.00
TRAMO 3 FRUTALES (MAESTRO - SEPARADORA)		1.00	10%		16/10/2019	9/11/2019						
Excavación manual en terreno normal	M	299.00	15%	0.00	16/10/2019	5/11/2019	21.00	21.00	299.00	299.00	299.00	299.00
Eliminación de Desmonte (Excavación)	M	299.00	25%	0.00	16/10/2019	5/11/2019	21.00	21.00	299.00	299.00	299.00	299.00
Instalación y retiro de entibado	M	299.00	10%	0.00	17/10/2019	6/11/2019	21.00	21.00	299.00	299.00	299.00	299.00
Instalación de tubos HDP de 8" Diametro (Tubo HDPE	M	299.00	7%	0.00	17/10/2019	6/11/2019	21.00	21.00	299.00	299.00	299.00	299.00
Suministro e instalación de concreto desde 100	M	299.00	15%	0.00	18/10/2019	7/11/2019	21.00	21.00	299.00	299.00	299.00	299.00
Relleno compactado con material de planta	M	299.00	14%	0.00	18/10/2019	7/11/2019	21.00	21.00	299.00	299.00	299.00	299.00
Reparación de pista asfalto (espesor 4")	M	299.00	14%	0.00	21/10/2019	9/11/2019	20.00	20.00	299.00	299.00	299.00	299.00
TRAMO 4 SEPARADORA (FRUTALES - C. REAL)		1.00	12%		18/11/2019	14/12/2019						
Excavación manual en terreno normal	M	289.00	15%	0.00	18/11/2019	10/12/2019	23.00	23.00	289.00	289.00	289.00	289.00
Eliminación de Desmonte (Excavación)	M	289.00	25%	0.00	18/11/2019	10/12/2019	23.00	23.00	289.00	289.00	289.00	289.00
Instalación y retiro de entibado	M	289.00	10%	0.00	18/11/2019	10/12/2019	23.00	23.00	289.00	289.00	289.00	289.00
Instalación de tubos HDP de 8" Diametro (Tubo HDPE	M	289.00	7%	0.00	19/11/2019	11/12/2019	23.00	23.00	289.00	289.00	289.00	289.00
Suministro e instalación de concreto desde 100	M	289.00	15%	0.00	19/11/2019	11/12/2019	23.00	23.00	289.00	289.00	289.00	289.00
Relleno compactado con material de planta	M	289.00	14%	0.00	20/11/2019	12/12/2019	23.00	23.00	289.00	289.00	289.00	289.00
Reparación de pista asfalto (espesor 4")	M	289.00	14%	0.00	22/11/2019	14/12/2019	23.00	23.00	289.00	289.00	289.00	289.00

CAPITULO 3: CÁMARAS DE EMPALME (5 Un)			1.00	4%		21/09/2019	2/12/2019						
CÁMARA DE EMPALME N° 04			1.00	20%		21/09/2019	7/10/2019						
Excavación con máquina retroexcavadora	UND	1.00	12%	1.00		21/09/2019	23/09/2019	3.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Eliminación de Desmonte (Excavación)	UND	1.00	18%	1.00		24/09/2019	24/09/2019	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Suministro e instalación de armaduras de acero de	UND	1.00	22%	1.00		26/09/2019	27/09/2019	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Suministro e instalación de concreto desde 210	UND	1.00	10%	1.00		30/09/2019	1/10/2019	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Relleno compactado con material de planta	UND	1.00	12%	1.00		2/10/2019	2/10/2019	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Instalación Sistema Puesta a Tierra	UND	2.00	13%	0.50		3/10/2019	5/10/2019	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Reparación de pista asfalto (espesor 4")	UND	1.00	14%	1.00		7/10/2019	7/10/2019	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
CÁMARA DE EMPALME N° 03			1.00	20%		25/10/2019	11/11/2019						
Excavación con máquina retroexcavadora	UND	1.00	12%	1.00		25/10/2019	26/10/2019	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Eliminación de Desmonte (Excavación)	UND	1.00	18%	1.00		28/10/2019	28/10/2019	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Suministro e instalación de armaduras de acero de	UND	1.00	22%	1.00		30/10/2019	31/10/2019	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Suministro e instalación de concreto desde 210	UND	1.00	10%	1.00		2/11/2019	4/11/2019	3.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Relleno compactado con material de planta	UND	1.00	12%	1.00		6/11/2019	6/11/2019	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Instalación Sistema Puesta a Tierra	UND	2.00	13%	0.50		7/11/2019	9/11/2019	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Reparación de pista asfalto (espesor 4")	UND	1.00	14%	1.00		11/11/2019	11/11/2019	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
CÁMARA DE EMPALME N° 05			1.00	20%		16/11/2019	2/12/2019						
Excavación con máquina retroexcavadora	UND	1.00	12%	1.00		16/11/2019	18/11/2019	3.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Eliminación de Desmonte (Excavación)	UND	1.00	18%	1.00		19/11/2019	19/11/2019	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Suministro e instalación de armaduras de acero de	UND	1.00	22%	1.00		21/11/2019	22/11/2019	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Suministro e instalación de concreto desde 210	UND	1.00	10%	1.00		25/11/2019	26/11/2019	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Relleno compactado con material de planta	UND	1.00	12%	1.00		27/11/2019	27/11/2019	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Instalación Sistema Puesta a Tierra	UND	2.00	13%	0.50		28/11/2019	30/11/2019	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Reparación de pista asfalto (espesor 4")	UND	1.00	14%	1.00		2/12/2019	2/12/2019	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
CÁMARA DE EMPALME N° 01			1.00	20%		11/10/2019	27/10/2019						
Excavación con máquina retroexcavadora	UND	1.00	12%	1.00		11/10/2019	12/10/2019	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Eliminación de Desmonte (Excavación)	UND	1.00	18%	1.00		14/10/2019	14/10/2019	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Suministro e instalación de armaduras de acero de	UND	1.00	22%	1.00		16/10/2019	17/10/2019	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Suministro e instalación de concreto desde 210	UND	1.00	10%	1.00		19/10/2019	21/10/2019	3.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Relleno compactado con material de planta	UND	1.00	12%	1.00		22/10/2019	22/10/2019	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Instalación Sistema Puesta a Tierra	UND	2.00	13%	0.50		23/10/2019	25/10/2019	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Reparación de pista asfalto (espesor 4")	UND	1.00	14%	1.00		27/10/2019	27/10/2019	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
CÁMARA DE EMPALME N° 02			1.00	20%		6/11/2019	22/11/2019						
Excavación con máquina retroexcavadora	UND	1.00	12%	1.00		6/11/2019	7/11/2019	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Eliminación de Desmonte (Excavación)	UND	1.00	18%	1.00		8/11/2019	8/11/2019	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Suministro e instalación de armaduras de acero de	UND	1.00	22%	1.00		11/11/2019	12/11/2019	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Suministro e instalación de concreto desde 210	UND	1.00	10%	1.00		14/11/2019	15/11/2019	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Relleno compactado con material de planta	UND	1.00	12%	1.00		16/11/2019	16/11/2019	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Instalación Sistema Puesta a Tierra	UND	1.00	13%	1.00		18/11/2019	20/11/2019	3.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Reparación de pista asfalto (espesor 4")	UND	1.00	14%	1.00		22/11/2019	22/11/2019	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
CAPITULO 4: Tendido de Cable			1.00	12%		23/11/2019	27/12/2019						
SET INDUSTRIALES - CE1			1.00	17%		23/11/2019	7/12/2019						
Transporte de Bobinas de cable, equipos de movilizad	UND	6.00	22%	0.17		25/11/2019	25/11/2019	1.00	1.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Limpieza de ductos con mandril	M	3,324.00	15%	0.00		23/11/2019	25/11/2019	3.00	3.00	3,324.00	3,324.00	3,324.00	3,324.00
Tendido en zanja de cable aislado superior a 630 mm²	M	3,324.00	57%	0.00		27/11/2019	30/11/2019	4.00	4.00	3,324.00	3,324.00	3,324.00	3,324.00
Set de pruebas para cable aislado	UND	1.00	5%	1.00		2/12/2019	2/12/2019	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Rotulado y sellado de ductos	UND	6.00	1%	0.17		6/12/2019	7/12/2019	2.00	2.00	6.00	6.00	6.00	6.00
CÁMARA 1 A CÁMARA 2			1.00	17%		28/11/2019	12/12/2019						
Transporte de Bobinas de cable, equipos de movilizad	UND	6.00	22%	0.17		29/11/2019	29/11/2019	1.00	1.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Limpieza de ductos con mandril	M	2,718.00	15%	0.00		28/11/2019	29/11/2019	2.00	2.00	2,718.00	2,718.00	2,718.00	2,718.00
Tendido en zanja de cable aislado superior a 630 mm²	M	2,718.00	57%	0.00		2/12/2019	5/12/2019	4.00	4.00	2,718.00	2,718.00	2,718.00	2,718.00
Set de pruebas para cable aislado	UND	1.00	5%	1.00		6/12/2019	6/12/2019	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Rotulado y sellado de ductos	UND	6.00	1%	0.17		11/12/2019	12/12/2019	2.00	2.00	6.00	6.00	6.00	6.00
CÁMARA 2 A CÁMARA 3			1.00	17%		12/12/2019	27/12/2019						
Transporte de Bobinas de cable, equipos de movilizad	UND	6.00	22%	0.17		13/12/2019	13/12/2019	1.00	1.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Limpieza de ductos con mandril	M	2,664.00	15%	0.00		12/12/2019	13/12/2019	2.00	2.00	2,664.00	2,664.00	2,664.00	2,664.00
Tendido en zanja de cable aislado superior a 630 mm²	M	2,664.00	57%	0.00		16/12/2019	19/12/2019	4.00	4.00	2,664.00	2,664.00	2,664.00	2,664.00
Set de pruebas para cable aislado	UND	1.00	5%	1.00		20/12/2019	20/12/2019	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Rotulado y sellado de ductos	UND	6.00	1%	0.17		26/12/2019	27/12/2019	2.00	2.00	6.00	6.00	6.00	6.00
CÁMARA 3 A CÁMARA 4			1.00	17%		3/12/2019	17/12/2019						
Transporte de Bobinas de cable, equipos de movilizad	UND	6.00	22%	0.17		4/12/2019	4/12/2019	1.00	1.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Limpieza de ductos con mandril	M	3,252.00	15%	0.00		3/12/2019	4/12/2019	2.00	2.00	3,252.00	3,252.00	3,252.00	3,252.00
Tendido en zanja de cable aislado superior a 630 mm²	M	3,252.00	57%	0.00		6/12/2019	10/12/2019	5.00	5.00	3,252.00	3,252.00	3,252.00	3,252.00
Set de pruebas para cable aislado	UND	1.00	5%	1.00		11/12/2019	11/12/2019	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Rotulado y sellado de ductos	UND	6.00	1%	0.17		16/12/2019	17/12/2019	2.00	2.00	6.00	6.00	6.00	6.00
CÁMARA 4 A CÁMARA 5			1.00	17%		7/12/2019	21/12/2019						
Transporte de Bobinas de cable, equipos de movilizad	UND	6.00	22%	0.17		9/12/2019	9/12/2019	1.00	1.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Limpieza de ductos con mandril	M	2,898.00	15%	0.00		7/12/2019	9/12/2019	3.00	3.00	2,898.00	2,898.00	2,898.00	2,898.00
Tendido en zanja de cable aislado superior a 630 mm²	M	2,898.00	57%	0.00		11/12/2019	14/12/2019	4.00	4.00	2,898.00	2,898.00	2,898.00	2,898.00
Set de pruebas para cable aislado	UND	1.00	5%	1.00		16/12/2019	16/12/2019	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Rotulado y sellado de ductos	UND	6.00	1%	0.17		20/12/2019	21/12/2019	2.00	2.00	6.00	6.00	6.00	6.00
CÁMARA 5 A SET SAUCES			1.00	17%		17/12/2019	27/12/2019						
Transporte de Bobinas de cable, equipos de movilizad	UND	6.00	22%	0.17		18/12/2019	18/12/2019	1.00	1.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Limpieza de ductos con mandril	M	3,660.00	15%	0.00		17/12/2019	18/12/2019	2.00	2.00	3,660.00	3,660.00	3,660.00	3,660.00
Tendido en zanja de cable aislado superior a 630 mm²	M	3,660.00	57%	0.00		20/12/2019	23/12/2019	4.00	4.00	3,660.00	3,660.00	3,660.00	3,660.00
Set de pruebas para cable aislado	UND	1.00	5%	1.00		23/12/2019	23/12/2019	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Rotulado y sellado de ductos	UND	6.00	1%	0.17		26/12/2019	27/12/2019	2.00	2.00	6.00	6.00	6.00	6.00

HORAS HOMBRE PLANIFICADAS

Las horas hombre trabajadas serán planificadas de acuerdo con los rendimientos óptimos por cuadrillas.

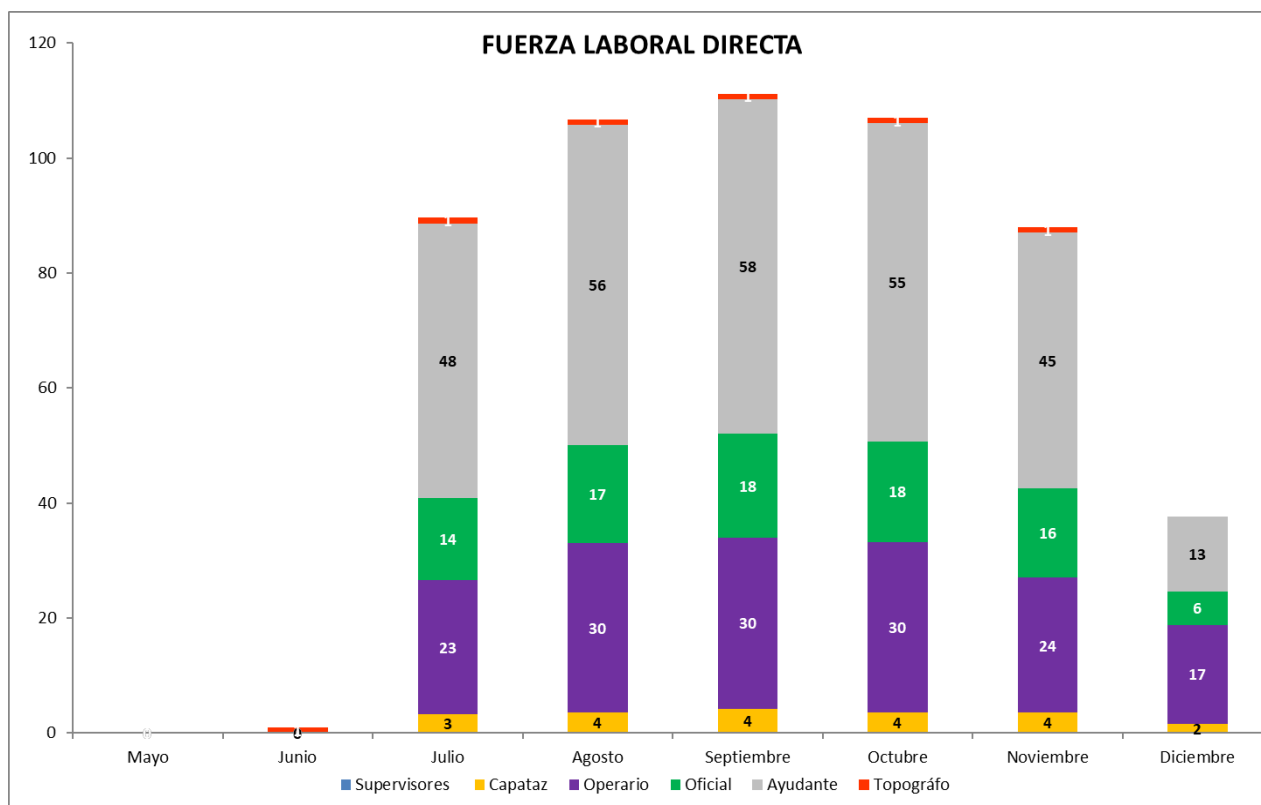


Figura 40. Histograma para ejecución del proyecto.

Capataz	0	0	3	4	4	4	4	2
Operario	0	0	23	30	30	30	24	17
Oficial	0	0	14	17	18	18	16	6
Ayudante	0	0	48	56	58	55	45	13
Topógrafo	0	1	1	1	1	1	1	
Mes	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Total Personal	0	1	90	107	111	107	88	38
Total HH	-	210	18,816	22,418	23,352	22,470	18,480	7,896
Total HH (Acumulado)	-	210	19,026	41,444	64,796	87,266	105,746	113,642

Figura 41. Horas Hombre planificadas.

CONCLUSIONES

- 1) Se concluye que se ha optimizado la construcción de la línea de transmisión 220kV Sub Estación Industriales hasta la Sub Estación Sauces, se basa en la selección de ruta y el gasto por km que originaria según el Módulo de Inversiones de Osinergmin 2019.
- 2) Se concluye que para la máxima corriente de cortocircuito que el cable experimenta de 40 kV eficaz (cortocircuito trifásico) la sección será de 197.68 mm² Cu. Por lo tanto, la sección del conductor de 1000mm² Cu excede al requerimiento del circuito máximo, además el conductor del cable soporta mejor la corriente monofásica- tierra por ser este valor menos que la trifásica y como resultado referencial para un conductor de cable de 1000mm² Cu tiene una capacidad de cortocircuito 202.5 kA eficaz.
- 3) Los procedimientos de trabajo de las Obras Civiles y Electromecánicas son una herramienta fundamental en la ejecución de las diferentes tareas de un proyecto, puesto que por este medio se informa hasta el último elemento productivo de lo que se quiere lograr, cómo debe ser ejecutado y los riesgos presentes en cada actividad.
- 4) El costo óptimo en la construcción de la línea de transmisión es S/. 8,273,658.53 este valor se obtiene después de evaluar las partidas en el presupuesto de obra, el cronograma de ejecución con las horas hombre acumuladas y los rendimientos óptimos para terminarlo en el plazo establecido.

RECOMENDACIONES

- 1) Las líneas de transmisión subterráneas se deben ejecutar la mayoría de las veces porque pasa por un terreno urbano.
- 2) El diseño típico de la posición de los tubos en el banco cuto dependerá de las interferencias que se hayan encontrado en el proceso y de acuerdo con el perfil de la zanja se pondrá en tresbolillo o en flat.
- 3) Para la ejecución de obras es necesario la gestión de proyectos para tener un control real de los trabajos efectuados y verificar los rendimientos óptimos, de esta forma aseguramos el éxito de la obra.
- 4) Se recomienda para la selección de ruta verificar con los módulos actualizados de Osinergmin ya que al ser un ente regular cada año estos módulos se actualizan.

BIBLIOGRAFÍA

ALBARRÁN, K. (2012). *Ingeniería básica para el diseño y proyecto de líneas de transmisión.* (Tesis de Pos Grado). Universidad Autónoma de México. México.

MUJAL, R (2013). *Cálculos y líneas eléctricas.* Barcelona, España: EDITORIAL UPC.

WILDI, T. (2007). *Maquinas Eléctricas y Sistemas de Potencia.* México: EDITORIAL PEARSON.

CHECA, L (2000). *Líneas de Transporte de Energía.* México: EDITORIAL ALFAOMEGA

KERRY Z. (2013). *Evaluación de la eficiencia energética y diseño óptimo de una línea de distribución en media tensión-10kv.:* Piura. Recuperado de <https://www.slideshare.net/yorkelis/elementos-de-una-linea-de-transmision>

TURAN G. (1987). *Electric Power Transmission System Engineering Analysis and Design.* New York: EDITORIAL CRC Press.

RAMIREZ J. (1986). *Manual autodidáctico de líneas subterráneas.* España: EDITORIAL Ceac.

BERNAL, K. (2017) *Metodología para la selección a 115Kv por medio de un sistema de información geográfica (Especialización en geomática).* Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá.

TRASHORRAS, J. (2016) *Montaje de redes subterráneas de alta tensión.* España: EDITORIAL MARCOMBO

BIGGAR, D. (2014) *The economics of electricity markets.* Australia: Editorial Wiley

ANEXOS

ANEXO N° 1

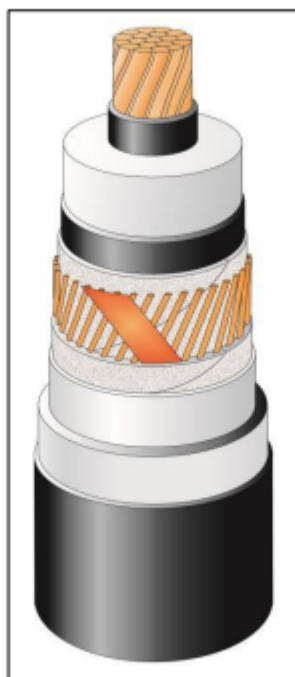
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL CABLE

TECHNICAL SPECIFICATION

2XS(FL)H-GC-WTC 1x1000RMS/240 127/220 (245)kV ICEA S-108-720; IEC 62067

CONSTRUCTION ^(*)

- Round, stranded and compacted watertight copper conductor. Milliken type.
- Extruded semi-conducting conductor screen
- Insulation XLPE – dry cured
- Extruded semi-conducting insulation screen
- Semi-conducting swelling tapes
- Metallic screen:
copper wires screen and copper equalizing tapes
- Semi-conducting swelling tapes
- Longitudinal aluminum foil
- Outer serving – black PE type ST8 halogen, flame retardant
- Graphite coated



The picture is informative only
– not in scale

APPLICATION

- Laying in ground (wet or dry locations)
- Laying in air
- Laying in ducts

Highest permissible conductor temperature

- Continuous operation 90°C
- Overload 105°C
- Short circuit 250°C
(duration max 5 s)

Laying is possible without any special measures at natural cable temperatures and ambient temperature not lower than -5°C, under Tele-Fonika supervision

MARKING

TF KABLE, product name, date of manufacture, standard, meter marking

DESCRIPTION	UNIT	DETAILS
CONSTRUCTION DATA	U_o/U/U_m	127/220 (245)kV
Conductor		
<input type="checkbox"/> material		Copper 5
<input type="checkbox"/> number of wires	No	
Nominal cross sectional area	mm ²	1000
Conductor diameter and tolerance	mm	39.4 ^{+0.4}
Min. / Nom. thickness semi-conducting XLPE on conductor	mm / Ø	0.80 / 1.6 / 42.5
Nominal insulation thickness XLPE	mm	25.56
Insulation thickness: minimum at a point	mm	23.0
Diameter over insulation – nominal	mm	93.9
Min. / Nom. thickness semi-conducting XLPE on insulation	mm / Ø	1.02 / 1.6 / 97.5
Thickness of semi-conducting swelling tape	No x mm	2 x ~ 0.35
Metallic screen	mm ²	240
<input type="checkbox"/> Copper wires	No x mm	64 x 2.2
<input type="checkbox"/> Copper equalizing tape	No x mm x mm	2 x 10 x 0.18
Mean diameter over metallic screen	mm	102.0
Thickness of semi-conducting swelling tape	No x mm	2 x ~ 0.35
Thickness of aluminum foil	mm	0.2
Diameter over aluminum foil	mm	103.9
Nominal thickness of outer serving / min. at any point	mm / mm	4.8 / 4.0
Thickness of graphite coated	mm	~ 0.1
Approximate overall diameter completed cable (D _c)	mm	113.8
Weight of complete cable (approx.)	kg/km	19950
DELIVERY DATA		
Flange diameter of steel drum	m	3.7
<input type="checkbox"/> Type		37XP
Maximum length per drum	m	632
Weight of heaviest reel, including cable	kg	15100

^(*) Diameters are calculated values and subject to manufacturing tolerances

ELECTRICAL DATA at 60Hz		
Maximum D.C. conductor resistance at 20°C	Ω/km	0.0176
Maximum A.C. conductor resistance at 90°C	Ω/km	0.0234
Maximum D.C. metallic screen resistance at 20°C	Ω/km	0.077
Maximum D.C. aluminum foil resistance at 20°C	Ω/km	0.410
Operating inductance		
<input type="checkbox"/> flat formation ^(*)	mH/km	0.598
<input type="checkbox"/> trefoil formation ^(**)	mH/km	0.675
Induction reactance		
<input type="checkbox"/> flat formation ^(*)	Ω/km	0.225
<input type="checkbox"/> trefoil formation ^(**)	Ω/km	0.254
Capacitance	μF/km	0.175 (+ 8 %)
Capacitance reactance	kΩ/km	15.49
Impedance		
<input type="checkbox"/> flat formation ^(*)	Ω/km	0.227
<input type="checkbox"/> trefoil formation ^(**)	Ω/km	0.256
Zero sequence reactance	Ω/km	0.093
Max. electric stress at conductor screen / (at insulation)	kV/mm	7.45 / 3.45
Dielectric losses (tg δ = 0.001) – per phase	W/m	1.041
Partial discharge test – at 1.5U ₀	pC	≤ 5
Charging current – per phase	A/km	8.20
Charging power	kVA/km	1084
Earth fault current – per phase	A/km	20.60
MECHANICAL DATA		
Recommended min. bending radius for laying	m	2.90
Recommended permissible bending radius at final installation	m	2.2
Maximum permissible pulling force:	kN	40
SHORT CIRCUIT CURRENTS		
Maximum permissible thermal short-circuit (IEC 60949)	<i>Current for →</i>	
Phase conductor 90 → 250°C	kA	144
Metallic screen 80 → 250°C	kA	52.9
AMPACITY ^(***) – Bonding of the metallic screens		Single point
Cables in:		LF=0.7 / LF=1.0
<input type="checkbox"/> trefoil formation	A	800 / 672
TESTS		
AC voltage test (2.5U ₀ ; 30min.)	kV	318
Impulse voltage (BIL)	kV	1050
Partial discharge test (1.5U ₀)	kV	190

Marking:

N2XS2Y – 1X1000 MM2 + P240 MM2 – 133/230KV- 2016 -TELE - FONIKA - LUZ DEL SUR - LONGITUD CORRELATIVA

^(*) Distance between cable axes laid in flat formation 300 mm

^(**) Distance between cable axes laid in trefoil formation 350 mm

^(***) Current rating guideline (Calculated with Cymcap 5.3 based on IEC Pub. 60287 and the following conditions)

- Ground temperature 25°C
- Ground thermal resistivity 1.5 K·m/W
- Concrete thermal resistivity 1.0 K·m/W
- Loaf Factor 0.78
- Air temperature 35°C

⁽¹⁾ Diameters are calculated values and subject to manufacturing tolerances

CONSTRUCTION DETAILS



Round stranded segmental waterlighth copper conductor.
Type Milliken with 5 segments.
Diameter: 39.4 mm

Extruded semi-conducting conductor screen (Borealis – IE05925)
Thickness: minimum / nominal 0.8 mm/ 1.6 mm

Insulation XLPE - dry cured (Borealis – LE4244EHV)
Thickness: minimum at a point / nominal 23.0 mm/25.56 mm

Extruded semi-conducting insulation screen (Borealis – IE05925)
Thickness: minimum / nominal 1.02 mm/ 1.6 mm

Semi conducting swelling tapes.
Thickness: 2x 0.35 mm

Metalle screen whites copper screen and copper equalizing tapes
Diameter copper mires / copper tapes: 2.2 mm/0.18 mm

Semi – conducting swelling tapes.
Thickness 2 x 0.35 mm

Longitudinal aluminum foil
Thickness: 0.2 mm

Outer sheath – PE type ST8 halogen flame dire resistant
Thickness minimum at a point / nominal 4.0 mm /4.8 mm

Graphite layer

ANEXO N° 2

ESPECIFICACIONES TECNICAS HDPE

TEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	SOLICITADO
1	Nombre del fabricante (*)		Información del Fabricante
2	País de origen (*)		Información del Fabricante
3	Ubicación de fábrica (*)		Información del Fabricante
4	Normas de clasificación celular (**)		ASTM D3350 y ASTM F2160
5	Tipos de pruebas de clasificación celular (**)		Según se indica en ASTM F2160
6	Norma de medición de ovalidad (**)		ASTM D2122
7	Clasificación celular de los ductos según ASTM D3350 (**)		334470E
8	Ducto de 8" de diámetro nominal		
8.1	SDR del ducto de 8" (**)		21
8.2	Dimensiones del ducto de 8": diámetro exterior/espesor/diámetro interior (**)	mm	219,1/10,44/198,22
8.3	Radio de giro mínimo del ducto de 8" como factor del diámetro exterior del ducto (*)		≥ 25
8.4	Longitud de sección del ducto de 8" (*)	m	12
8.5	Peso de sección del ducto de 8" (*)	kg	
9	Ducto de 6" de diámetro nominal		
9.1	SDR del ducto de 6" (**)		21
9.2	Dimensiones del ducto de 6": diámetro exterior/espesor/diámetro interior (**)	mm	168,3/8,00/152,30
9.3	Radio de giro mínimo del ducto de 6" como factor del diámetro exterior del ducto (*)		≥ 25
9.4	Longitud de sección del ducto de 6" (*)	m	12
9.5	Peso de sección del ducto de 6" (*)	kg	
10	Ducto de 4" de diámetro nominal		
10.1	SDR del ducto de 4" (**)		17
10.2	Dimensiones del ducto de 4": diámetro exterior/espesor/diámetro interior (**)	mm	114,5/6,73/101,40
10.3	Radio de giro mínimo del ducto de 4" como factor del diámetro exterior del ducto (*)		≥ 25
10.4	Longitud de sección del ducto de 4" (*)	m	12
10.5	Peso de sección del ducto de 4" (*)	kg	
11	Ducto de 2" de diámetro nominal		
11.1	SDR del ducto de 2" (**)		13.5
11.2	Dimensiones del ducto de 2": diámetro exterior/espesor/diámetro interior (**)	mm	60,3/4,47/51,36
11.3	Radio de giro mínimo del ducto de 2" como factor del diámetro exterior del ducto (*)		≥ 25
11.4	Longitud de sección del ducto de 2" (*)	m	12
11.5	Peso de sección del ducto de 2" (*)	kg	
12	Color de los ductos: de color claro con estabilización UV (**)		Sí
13	Forma de los ductos: del tipo mecánico (*)		Tipo "campana"

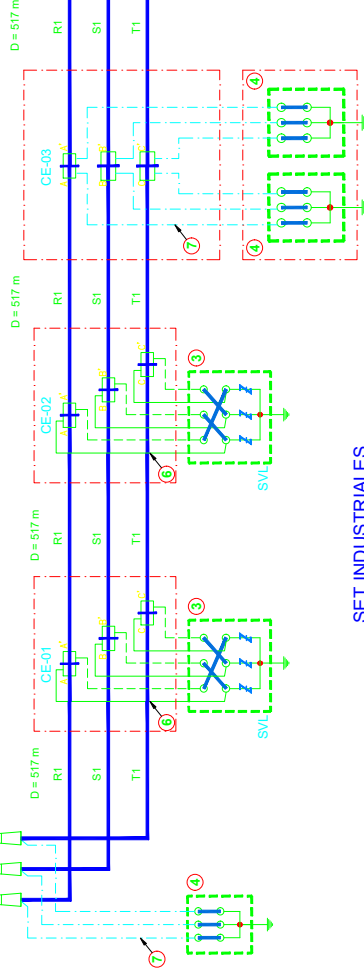
TEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	SOLICITADO
14	ficie lisa interior y exteriormente en los ductos, sin rayaduras, protuberancias, elementos extraños y otros, tal que se garantice un bajo coeficiente de fricción interior (**)		Sí
15	ntaje de ovalidad de los ductos con método de medición según ASTM D2122 (**)		$\leq 10\%$
16	os con característica de no propagar llama de fuego (**)		Sí
17	ado de ductos: en la superficie exterior se marcará información relativa a sus características (*)		Sí

ANEXO N° 3
DIAGRAMA UNIFILAR

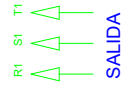
TRAMO MAYOR 1

TERMINALES GIS SET INDUSTRIALES

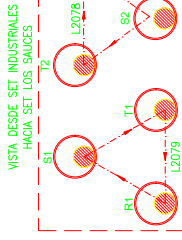
L2078



SET INDUSTRIALES LINEA 1/L2078

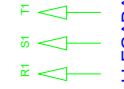


SALIDA



VISTA DESDE SET INDUSTRIALES HACIA SET LOS SAUCES

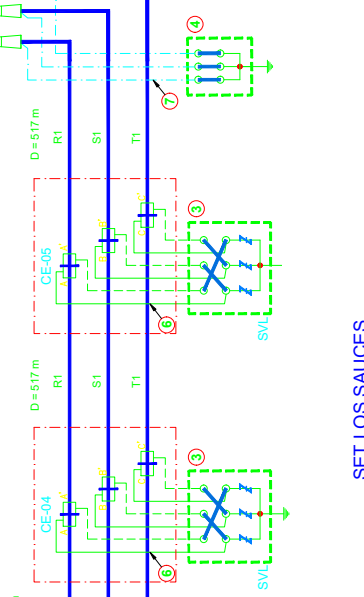
SET LOS SAUCES LINEA 1/L2078



LLEGADA

TRAMO MAYOR 2

TERMINALES GIS SET LOS SAUCES



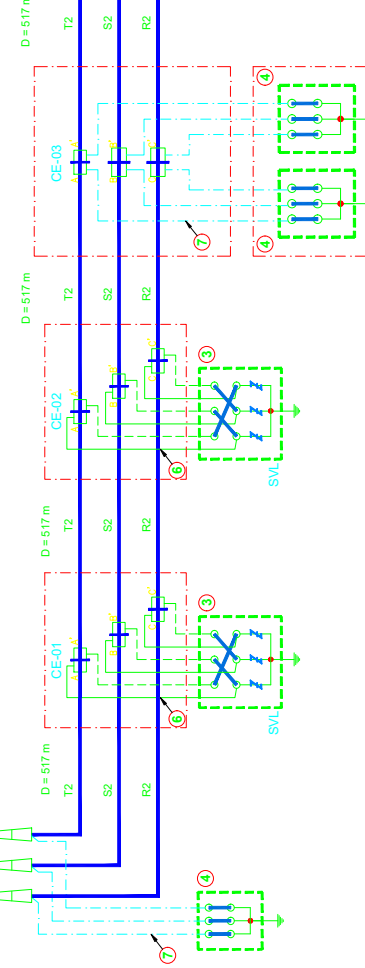
PLANOS DE REFERENCIA
DICT-INS19-EM-PL-001
DICT-INS19-EM-PL-002

UBICACION Y TRAZO DE RUTA
PLANIMETRIA

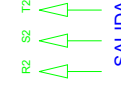
TRAMO MAYOR 1

TERMINALES GIS SET INDUSTRIALES

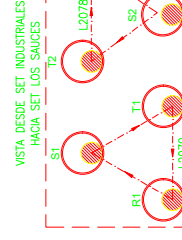
L2079



SET INDUSTRIALES LINEA 2/L2079

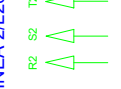


SALIDA



VISTA DESDE SET INDUSTRIALES HACIA SET LOS SAUCES

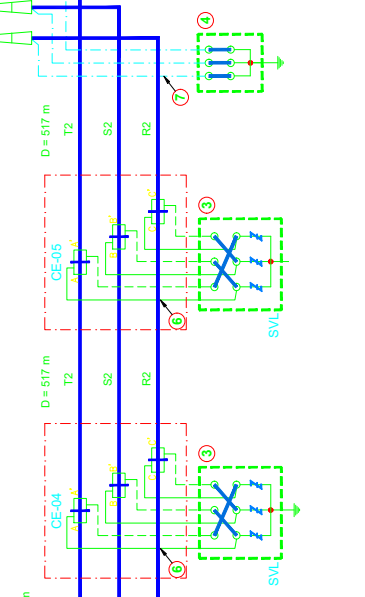
SET LOS SAUCES LINEA 2/L2079



LLEGADA

TRAMO MAYOR 2

TERMINALES GIS SET LOS SAUCES



ITEM	SIMBOLO	DESCRIPCION	CANT.
1		EMPALME UNIPOLAR AISLANTE PARA CABLES 220 KV A : INGRESO DE CABLE A' : SALIDA DE CABLE	30
2		TERMINAL INTERIOR TIPO G. I.S. PARA CABLE UNIPOLAR ALPE 220 KV	12
3		CAA DE CONEXION CROSS BONDING DE PANTALLAS Y A TIERRA, PARA 6 CABLES UNIPOLARES DE 220KV CON LIMITADOR ESTATICO DE TENSION DE 5KV (6A)	08
4		CAA DE CONEXION DIRECTA A TIERRA, PARA PANTALLAS DE 03 CABLES UNIPOLARES DE 220 KV, SIN LIMITADOR DE TENSION.	08
5		CABLE UNIPOLAR DE POTENCIA ALPE 1000/240 mm2 DE 220KV	19.500
6		CABLES UNIPOLARES PARA CONEXION DE PANTALLAS CONDUCTORAS DE CABLES 220 KV EN CAMARAS DE EMPALME 260mm ² U0/U (Um) = 3,6/6 (7,2) KV	600
7		CABLES UNIPOLARES PARA CONEXION DE PANTALLAS CONDUCTORAS DE CABLES 220KV U0/U (Um) = 3,6/6 (7,2) KV	220

DESCRIPCION			FECHA		
REV.	A	11/04/19	REVISOR	J. RUIZ	11/04/19
APROB.			PROYECTISTA		
ELAB.			VERIFICADOR		
CONT.			ELABORADOR		

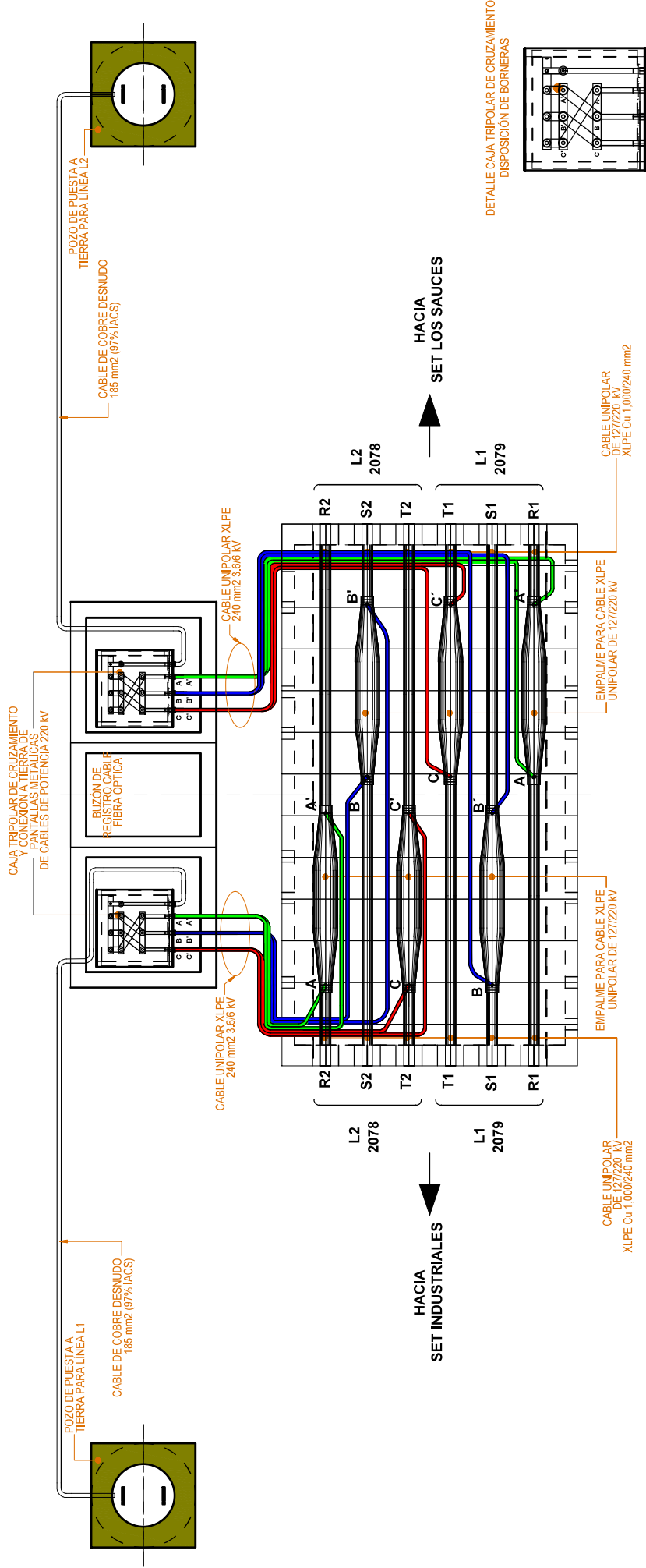
UNIDAD PARA REVISION INTERNA.	INGENIERIA DE DETALLE	ESQUEMA UNIPOLAR	REVISOR	A	INDIC.	A1	YFE	J. VIDAL
PROYECTO	LINEA DE TRANSMISION SUBTERRANEA 220 KV SET INDUSTRIALES - SET LOS SAUCES	PLANIMETRIA	REVISOR	J. RUIZ	FECHA	11/04/19	YFE	J. VIDAL
PARA	INGENIERIA DE DETALLE	ESQUEMA UNIPOLAR	REVISOR	A	INDIC.	A1	YFE	J. VIDAL
PARA N°	DICT-INS19-EM-PL-001	DICT-INS19-EM-PL-002	REVISOR	J. RUIZ	FECHA	11/04/19	YFE	J. VIDAL
DIPLO.	INGENIERIA Y CONSTRUCCION LINEAS TRANSMISION		REVISOR	J. RUIZ	FECHA	11/04/19	YFE	J. VIDAL

LUZ DEL SUR S.A.A.	
DIPLO. INGENIERIA Y CONSTRUCCION LINEAS TRANSMISION	
PROYECTO	LINEA DE TRANSMISION SUBTERRANEA 220 KV SET INDUSTRIALES - SET LOS SAUCES
PARA	INGENIERIA DE DETALLE ESQUEMA UNIPOLAR
PARA N°	DICT-INS19-EM-PL-001 DICT-INS19-EM-PL-002
DIPLO.	INGENIERIA Y CONSTRUCCION LINEAS TRANSMISION

ANEXO N° 4

ARQUITECTURA DE CÁMARA DE EMPALME

VISTA DE PLANTA

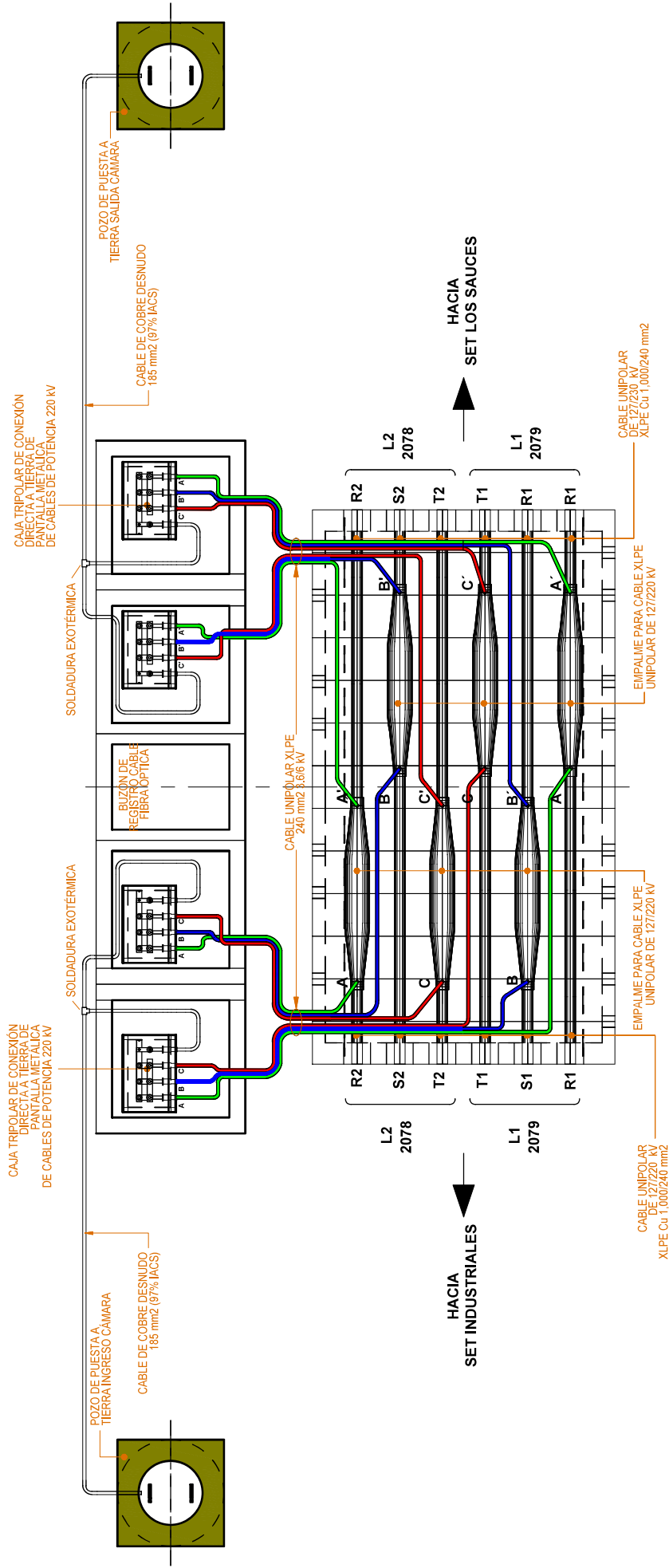


NOTAS:

- Todas las unidades mencionadas estn en milímetros.
- La ubicaci3n final de las cajas de conexi3nado y los pozos de P.A.T. será determinada en obra.
- La separaci3n mínima entre la cámara de empalme y las cajas de conexi3nado será de 0,50 m.

 DPTO. INGENIERIA Y CONSTRUCCION LINEAS TRANSMISION			
PROYECTO:	LINEA DE TRANSMISION SUBTERRANEA 220 KV SET INDUSTRIALES - SET LOS SAUCES		
FECHA:	17/04/19		
ELABORADO POR:	ING. J. A. VALL		
REVISADO POR:	ING. J. A. VALL		
APROBADO POR:	ING. J. A. VALL		
FECHA:	17/04/19		
PROYECTO:	LINEA DE TRANSMISION SUBTERRANEA 220 KV SET INDUSTRIALES - SET LOS SAUCES		
FECHA:	17/04/19		
ELABORADO POR:	ING. J. A. VALL		
REVISADO POR:	ING. J. A. VALL		
APROBADO POR:	ING. J. A. VALL		
FECHA:	17/04/19		
PROYECTO:	LINEA DE TRANSMISION SUBTERRANEA 220 KV SET INDUSTRIALES - SET LOS SAUCES		
FECHA:	17/04/19		
ELABORADO POR:	ING. J. A. VALL		
REVISADO POR:	ING. J. A. VALL		
APROBADO POR:	ING. J. A. VALL		
FECHA:	17/04/19		

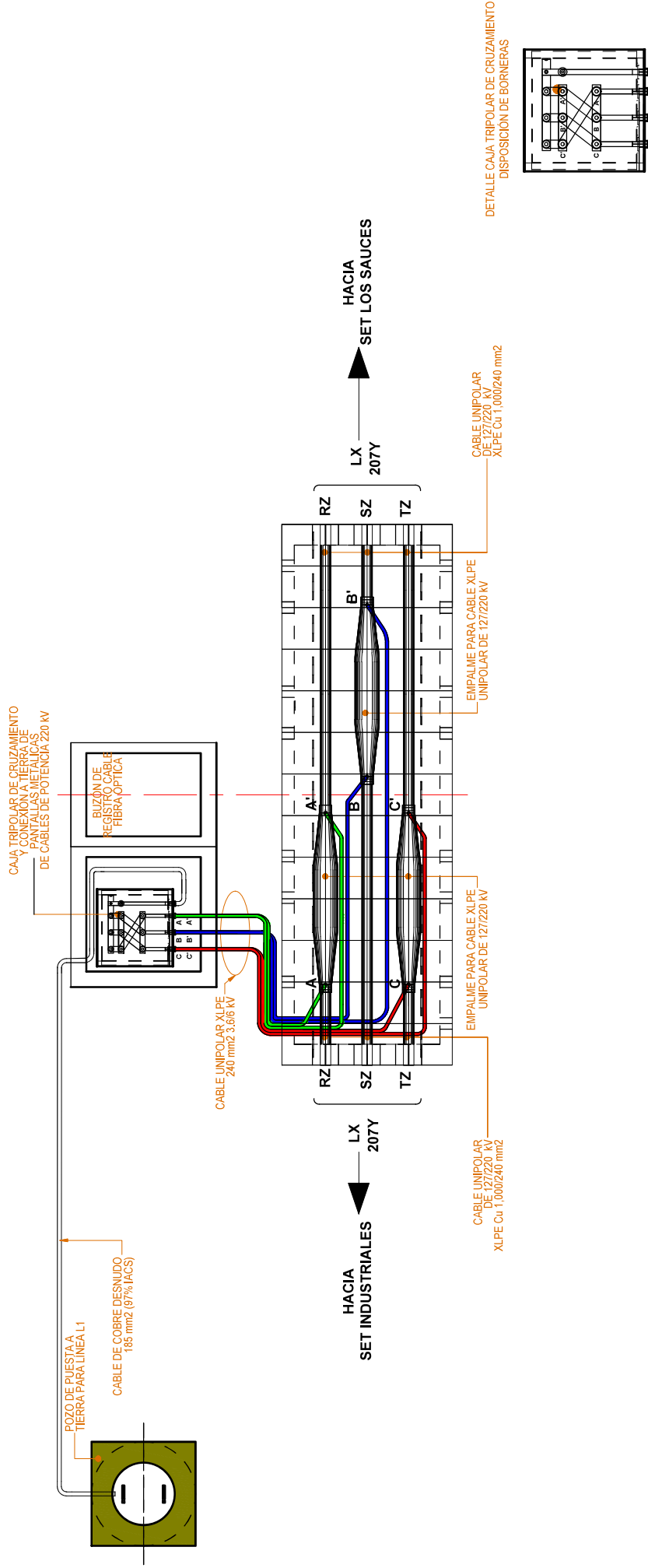
VISTA DE PLANTA



DPTO. INGENIERIA Y CONSTRUCCION LINEAS TRANSMISION	
PROYECTO:	LINEA DE TRANSMISION SUBTERRANEA 220 KV SET INDUSTRIALES - SET LOS SAUCES
P.M.M.:	CAMBIO DE BUENAS PRAS. I Y CASAS DE ALTERNAMIENTO PARA CONEXION DIRECTA
NUMO F.:	FOLIO 1 DE 1
FECHA:	17/04/19
AUT.:	A3
DISEÑO:	A3
VERIFICACION:	A3

- NOTAS:
- Todas las unidades mencionadas están en milímetros.
 - La ubicación final de las cajas de conexionado y los pozos de P.A.T. será determinada en obra.
 - La separación mínima entre la cámara de empalme y las cajas de conexionado será de 0,50 m.

VISTA DE PLANTA

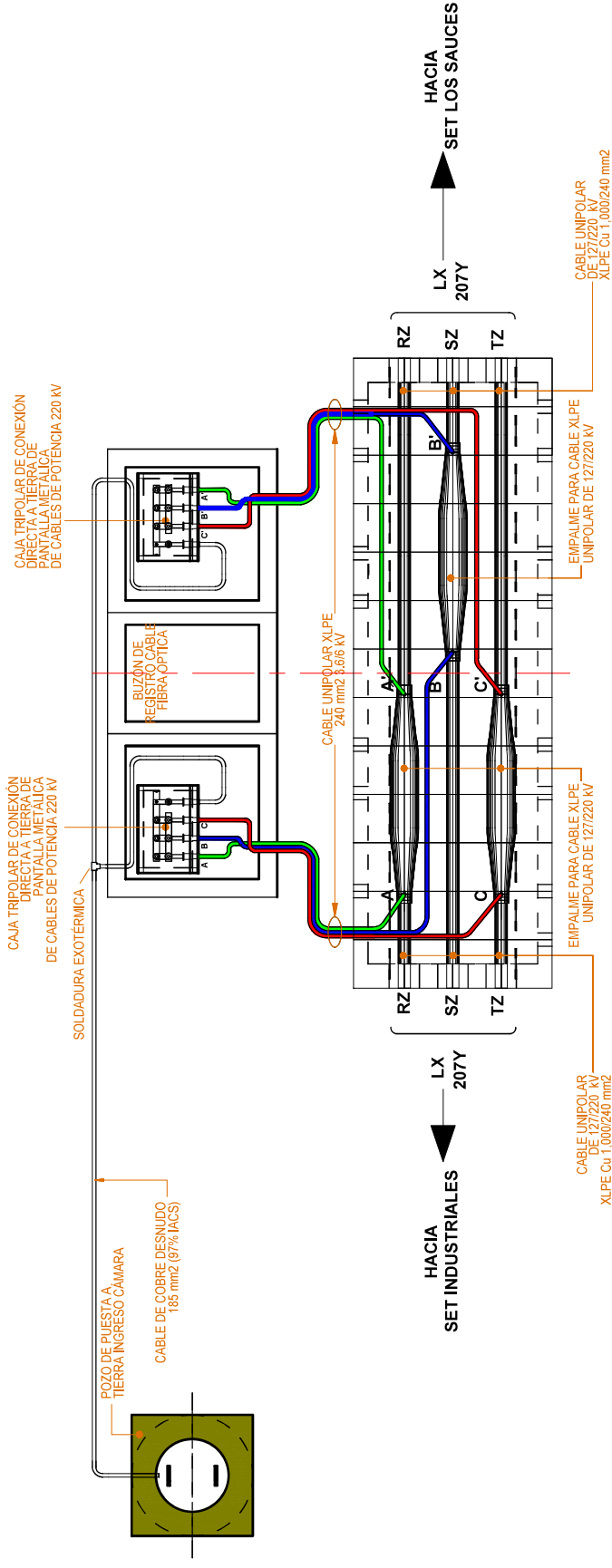


NOTAS:

- Todas las unidades mencionadas están en milímetros.
- La ubicación final de las cajas de conexión y los pozos de P.A.T. será determinada en obra.
- La separación mínima entre la cámara de empalme y las cajas de conexión será de 0.50 m.
- Las variables "x", "y" y "z", dependerán de la terna a la que se haga referencia si es la terna 1 los valores son L1, 2079, R1 S1 y T1, y si es la terna 2 los valores son L2, 2078, R2, S2 y T2.

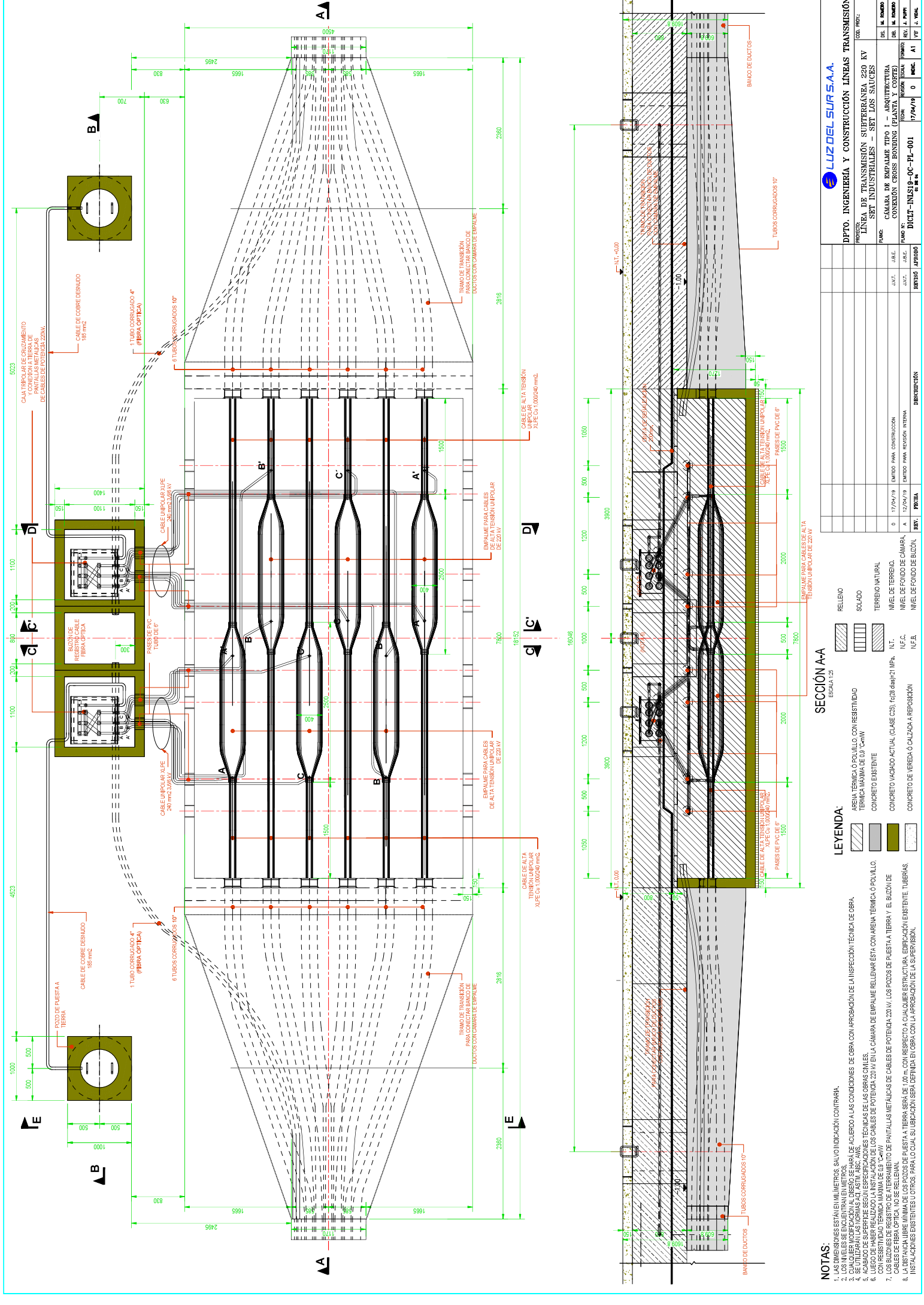
LUZ DEL SUR S.A.A.																							
DPTO. INGENIERIA Y CONSTRUCCION LINEAS TRANSMISION																							
PROYECTO: LINEA DE TRANSMISION SUBTERRANEA 220 KV SET INDUSTRIALES - SET LOS SAUCES																							
COD. PROY: 000000																							
P.M.O.: 000000																							
DESCRIPCION: OBRAS DE REPARACION Y CABLES DE ALUMINIO TIPO II CROSS-BONDING DE 127/220 KV PARA CONEXION A TIERRA DE PANTALLAS METÁLICAS DE CABLES DE POTENCIA 220 KV																							
FECHA: 17/04/19																							
AUTOR: J. VILLALBA																							
DISEÑADOR: J. VILLALBA																							
REVISOR: J. VILLALBA																							
APROBADO: J. VILLALBA																							
AUTORIDAD: SUBCOMISION																							

VISTA DE PLANTA



- NOTAS:
- Todas las unidades mencionadas están en milímetros.
 - La ubicación final de las cajas de conexionado y los pozos de P.A.T. será determinada en obra.
 - La separación mínima entre la cámara de empalme y las cajas de conexionado será de 0.50 m.
 - Las variables "X", "Y" y "Z" dependerán de la terna a la que se haga referencia si es la terna 1 los valores son L1, 2079, R1 S1 y T1, y si es la terna 2 los valores son L2, 2078, R2, S2 y T2.

DPTO. INGENIERIA Y CONSTRUCCION LINEAS TRANSMISION PROYECTO: LINEA DE TRANSMISION SUBTERRANEA 220 KV SET INDUSTRIALES - SET LOS SAUCES	
COD. PROY.	
FECHA	
IMP.	
0 17/04/19 A 11/04/19	ENTIDAD PARA CONSTRUCCION ENTIDAD PARA RESERVA INTERNA
AUT. JABE AUT. JABE	AUT. JABE AUT. JABE
17/04/19 0	M.C. A3 17/04/19
DE M. ROMERO DE M. ROMERO DE M. ROMERO DE M. ROMERO	DE M. ROMERO DE M. ROMERO DE M. ROMERO DE M. ROMERO

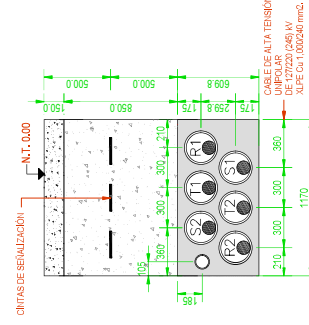
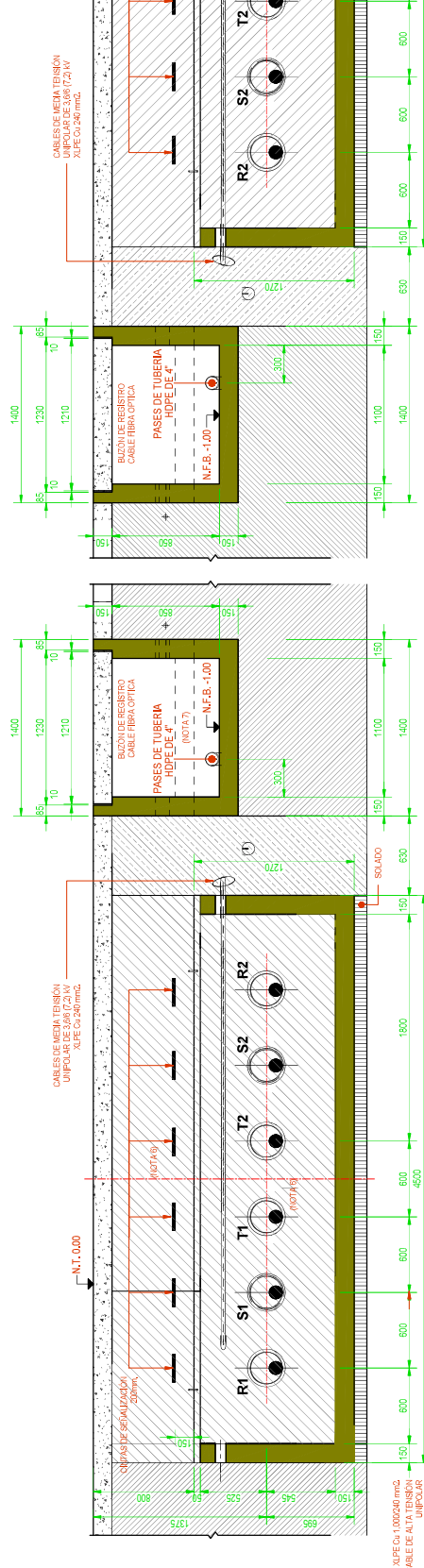
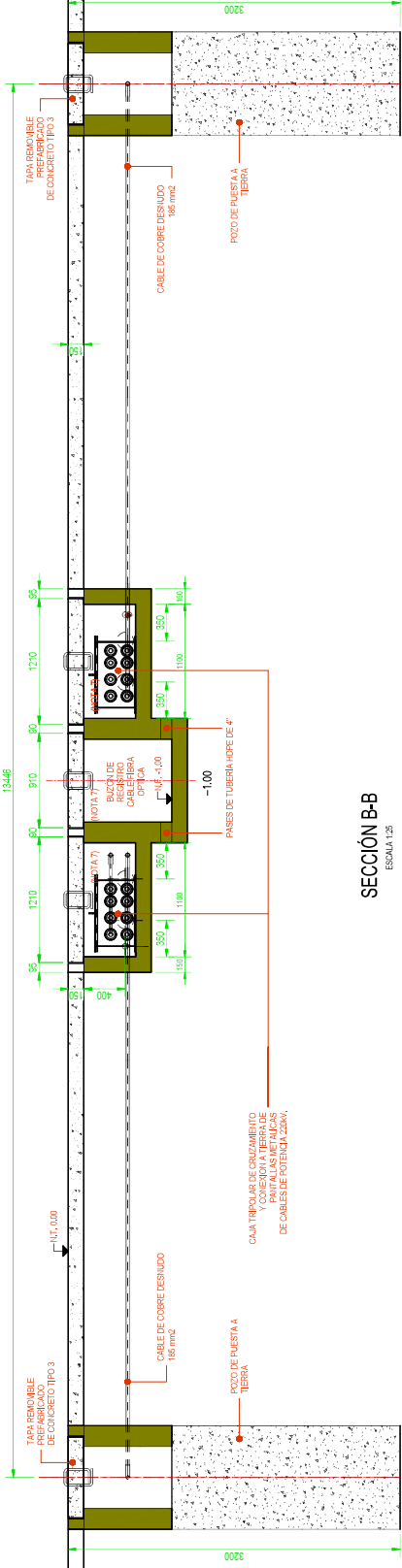


DPTO. INGENIERIA Y CONSTRUCCION LINEAS TRANSMISION		DES. M. ROMERO	REV. J. PAPP	FECH. 17/04/19	0	MEC.	A1	YF. J. VIAL
PROYECTO: LINEA DE TRANSMISION SUBTERRANEA 220 KV SET INDUSTRIALES - SET LOS SUZCOS		FECH. 17/04/19	0	MEC.	A1	YF. J. VIAL		
PLANS: CÁMARA DE EMPALME TIPO I - ARQUITECTURA CONEXION CROSS BONDING (PLANTA Y CORTE)		FECH. 17/04/19	0	MEC.	A1	YF. J. VIAL		
PLANO N°: DICT-IND-03-CC-PL-001		FECH. 17/04/19	0	MEC.	A1	YF. J. VIAL		
EMITIDO PARA CONSTRUCCION		REVISADO	APROBADO					
EMITIDO PARA REVISION INTERNA								
DESCRIPCION								

RELLENO	AREIA TÉCNICA O PÓLVOLO CON RESISTIVIDAD TÉCNICA MÁXIMA DE 50 Ω CM
SOAJADO	CONCRETO EXISTENTE
TERREJO NATURAL	CONCRETO MOLDADO ACTUAL (CLASE C25). (C25 diáf-F1 MPa. N.T.)
NIVEL DE TERREJO	CONCRETO DE TERREDA CALZADA A REPOSICIÓN (N.F.C.)
NIVEL DE FONDO DE CÁMARA	
N.F.C.	

NOTAS:

1. LAS DIMENSIONES ESTÁN EN MILÍMETROS, SALVO INDICACIÓN CONTRARIA.
2. LOS NIVELES SE ENCUENTRAN EN METROS.
3. SE DEBE REALIZAR LA VERIFICACIÓN DE ACUERDO A LAS CONDICIONES DE OBRA CON APROBACIÓN DE LA INSPECCIÓN TÉCNICA DE OBRA.
4. SE UTILIZARÁN LAS NORMAS A.C.I. AS.T.M. A.S.C. A.S.S.
5. ACABADO DE SUPERFICIE SEGÚN ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS OBRAS CIVILES.
6. LUEGO DE HABER REALIZADO LA INSTALACIÓN DE LOS CABLES DE POTENCIA 220 VV, DEBE REALIZARSE LA VERIFICACIÓN DE LA TENSIÓN EN LA CÁMARA DE POTENCIA 220V VV.
7. LOS BULZONES DE REGISTRO DE ATERRAMIENTO DE PANTALLAS METÁLICAS DE CABLES DE POTENCIA 220 VV, LOS POZOS DE PUESTA A TIERRA Y EL BULZÓN DE CABLES DE FIBRA ÓPTICA DEBEN SER RELEVADOS EN LA MEMORIA DE CÁMARA DE POTENCIA 220V VV.
8. A CUALQUIER ESTRUCTURA, IDENTIFICACIÓN EXISTENTE, TUBERÍAS, INSTALACIONES EXISTENTES U OTROS PARA LO CUAL, SU UBICACIÓN SERÁ DEFINIDA EN OBRA CON LA APROBACIÓN DE LA SUPERVISIÓN.



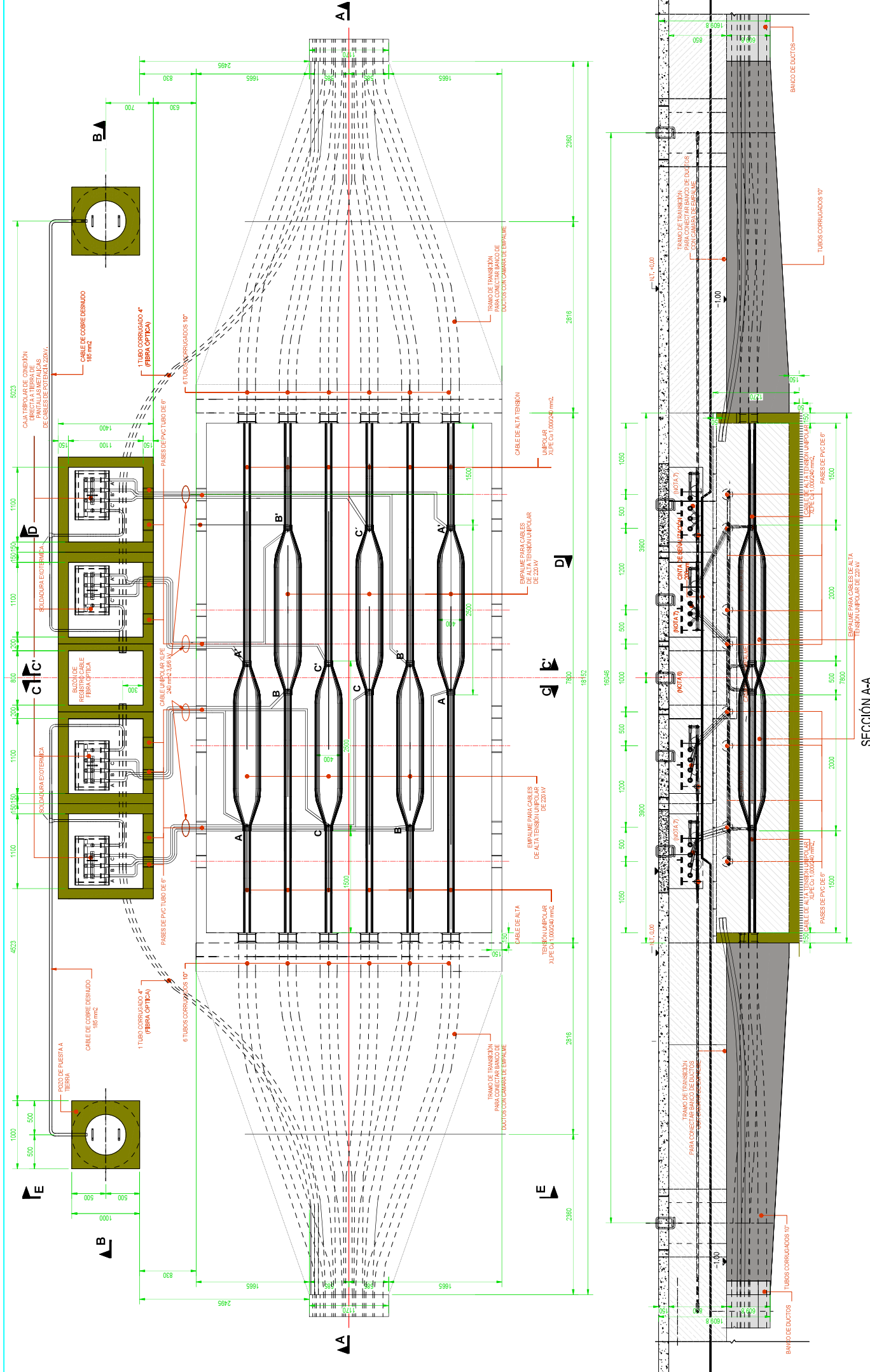
LEYENDA:

- ARENA TÉRMICA O POLVILLO CON RESISTIVO TÉRMICO MÁXIMA DE 0,3 °C/mV
- CONCRETO EXISTENTE
- CONCRETO VACIADO ACTUAL (CLASE C25) (A28 88ah-7) MPa.
- CONCRETO DE VEREDA O CALZADA A REPOBICIÓN
- RELLENO
- SOLADO
- TERRENO NATURAL

- N.T. NIVEL DE TERRENO.
- N.F.C. NIVEL DE FONDO DE CÁMARA.
- N.F.B. NIVEL DE FONDO DE BULZÓN.

DPTO. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN LINEAS TRANSMISIÓN	
PROYECTO	LINEA DE TRANSMISIÓN SUBTERRANEA 220 KV SET INDUSTRIALES - SET LOS SAUCES
PLANS	CÁMARA DE EQUIPAMIENTO TIPO I - ARQUITECTURA CUSAMUN, CROSS BONDING (CORTESES)
PLANO N.º	DI-CTI-IND-LS-01-01-001
FECHA	7/9/13
PROY. J. BELLA	REV. J. BELLA
DIS. M. ROMERO	DIS. M. ROMERO
EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA
AVT. J. BELLA	DIS. M. ROMERO
AVT. J. BELLA	DIS. M. ROMERO

LUZ DEL SUR S.A.A.	
DPTO. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN LINEAS TRANSMISIÓN	
PROYECTO	LINEA DE TRANSMISIÓN SUBTERRANEA 220 KV SET INDUSTRIALES - SET LOS SAUCES
PLANS	CÁMARA DE EQUIPAMIENTO TIPO I - ARQUITECTURA CUSAMUN, CROSS BONDING (CORTESES)
PLANO N.º	DI-CTI-IND-LS-01-01-001
FECHA	7/9/13
PROY. J. BELLA	REV. J. BELLA
DIS. M. ROMERO	DIS. M. ROMERO
EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA
AVT. J. BELLA	DIS. M. ROMERO
AVT. J. BELLA	DIS. M. ROMERO



SECCIÓN A-A
ESCALA 1:25

- LEYENDA:**
- ARENA TÉCNICA O PÓVEDO CON RESISTIVO TÉCNICO MÁXIMO DE 0,9 C-MV
 - CONCRETO EXISTENTE
 - CONCRETO MOLDADO ACTUAL (CLASE C25; f_{ct} 0,88; f_{td} 21 MPa; N.T.)
 - CONCRETO DE VEREDA O CALZADA A REPOSICIÓN
 - N.F.C.
 - N.F.A.

- NOTAS:**
1. LAS DIMENSIONES ESTÁN EN MILÍMETROS, SALVO INDICACIÓN CONTRARIA.
 2. LOS NIVELES SE ENCUENTRAN EN METROS.
 3. CUALQUIER MODIFICACIÓN AL DISEÑO SE HARÁ DE ACUERDO A LAS CONDICIONES DE OBRA CON APROBACIÓN DE LA INSPECCIÓN TÉCNICA DE OBRA.
 4. EL ACABADO DE SUPERFICIE SEGUIRÁ LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS OBRAS CIVILES.
 5. LUEGO DE HABER REALIZADO LA INSTALACIÓN DE LOS CABLES DE POTENCIA, 230 kV EN LA CÁMARA DE EMPALME RELENAR ESTA CON ARENA TÉCNICA O PÓVEDO CON RESISTIVO TÉCNICO MÁXIMO DE 0,9 C-MV.
 6. LOS BUZONES DE REGISTRO DE ATERRAMIENTO DE PANTALLAS METÁLICAS DE CABLES DE POTENCIA 230 kV, LOS POZOS DE PUESTA A TIERRA Y EL BUZÓN DE CABLES DE FIBRA ÓPTICA NO SE RELLENAN EN PUESTA A TIERRA, SINO CON RESPECTO A CUALES EXISTE TUBERÍA, EDIFICACIÓN EXISTENTE, TUBERÍAS, INSTALACIONES EXISTENTES U OTROS, PARA LO CUAL SU UBICACIÓN SE DEFINIRÁ EN LA APROBACIÓN DE LA SUPERVISIÓN.

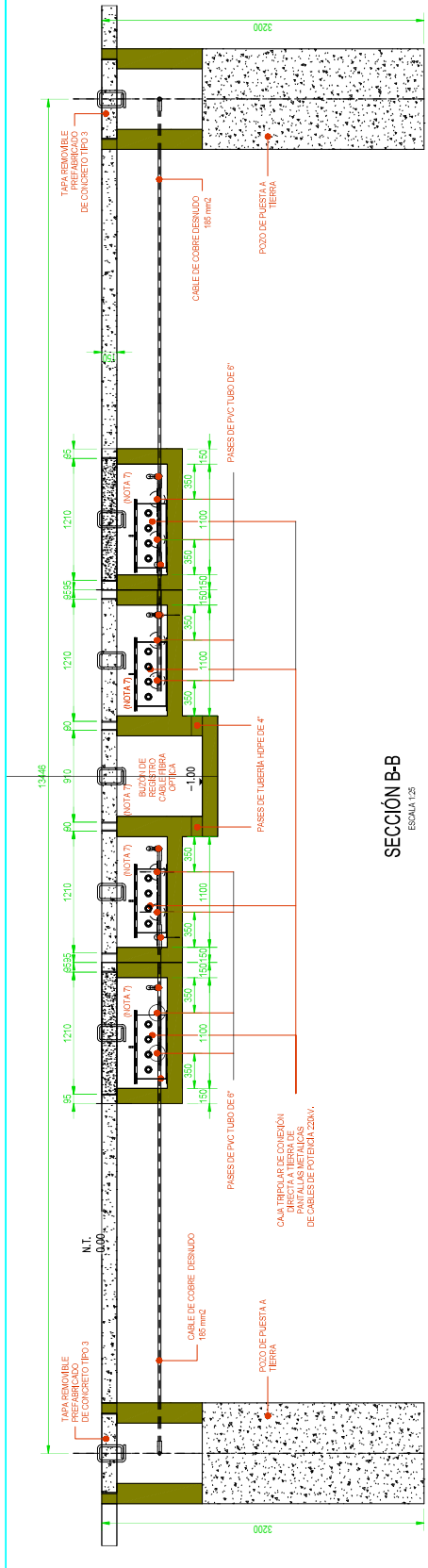
DPTO. INGENIERIA Y CONSTRUCCION LINEAS TRANSMISION		US. M. ROMERO	REV. J. PAPI	17/04/19	0	MEC.	A1	V.F.	J. VIAL
PROYECTO: LINEA DE TRANSMISION SUBTERRANEA 220 KV SET INDUSTRIALES - SET LOS SUICES		DR. M. ROMERO	REV. J. PAPI	17/04/19	0	MEC.	A1	V.F.	J. VIAL
PLANO N°: DICTP-INLS-00-PL-001		DR. M. ROMERO	REV. J. PAPI	17/04/19	0	MEC.	A1	V.F.	J. VIAL
EMITIDO PARA CONSTRUCCION		EMITIDO PARA REVISION INTERNA		DISCREPCION		PRCHA		REVISOR APROBADO	

0	17/04/19	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	J.P.	J.P.	J.P.	J.P.	J.P.	J.P.	J.P.
A	12/04/19	EMITIDO PARA REVISION INTERNA	J.P.	J.P.	J.P.	J.P.	J.P.	J.P.	J.P.

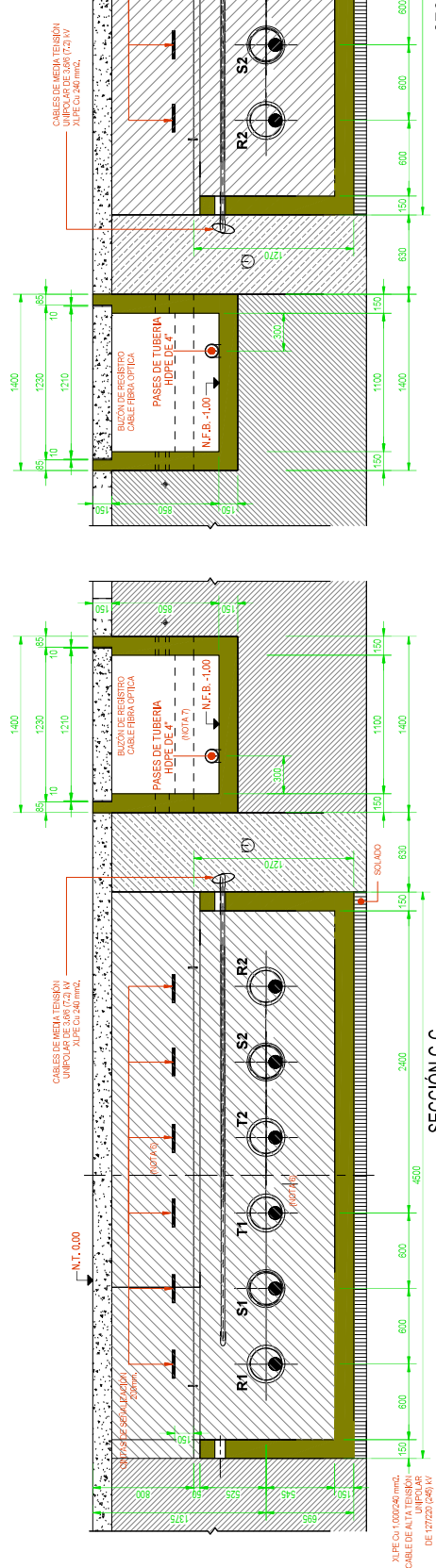
RELLENO
 SOLADO
 TERREJO NATURAL
 NIVEL DE TERREJO
 N.T.
 N.F.C.
 N.F.A.

NOTAS:

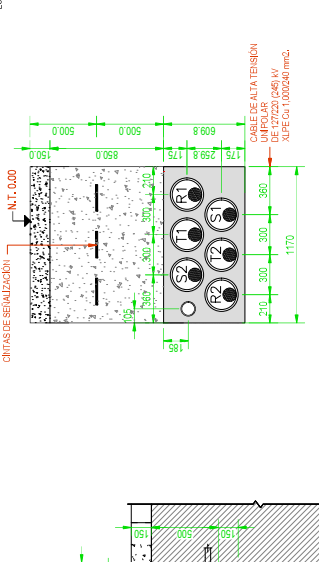
1. LAS DIMENSIONES ESTÁN EN MILÍMETROS, SALVO INDICACIÓN CONTRARIA.
2. LOS NIVELES SE ENCUENTRAN EN METROS.
3. CUALQUIER MODIFICACIÓN AL DISEÑO SE HARÁ DE ACUERDO A LAS CONDICIONES DE LA OBRA.
4. SE DEBE MANTENER EL NIVEL DE ACEROS EN LA CIMENTACIÓN DE LA OBRA.
5. SE DEBE MANTENER EL NIVEL DE ACEROS EN LA CIMENTACIÓN DE LA OBRA.
6. ACABADO DE SUPERFICIE SEGÚN ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS OBRAS CIVILES.
7. LUEGO DE HABER REALIZADO LA INSTALACIÓN DE LOS CABLES DE POTENCIA 220 kV EN LA CÁMARA DE EMPALME RELENAR ESTA CON AREJA TÉRMICA O PÓVILLO, CON RESISTIVIDAD ELÉCTRICA AL MENOS DE 100 Ω·m.
8. LAS CONDICIONES DE ATERRAMIENTO DE PANTALLAS METÁLICAS DE CABLES DE POTENCIA 220 kV, LOS POZOS DE PUESTA A TIERRA Y EL BUZÓN DE CABLES DE FIBRA ÓPTICA, NO SE REVELAN.
9. LA DISTANCIA LIBRE MÍNIMA DE LOS POZOS DE PUESTA A TIERRA SERÁ DE 1,00 m, CON RESPECTO A LA PARED DE LA CÁMARA DE EMPALME, EN LAS INSTALACIONES EXISTENTES U NUEVAS, Y DE 0,50 m, EN LOS POZOS DE PUESTA A TIERRA, EN LAS OBRAS NUEVAS, EN LAS QUE LA OBRA QUE SE CONSTRUYA EN LA OBRA CON LA APROBACIÓN DE LA SUPERVISIÓN.



SECCIÓN B-B
ESCALA 1:20



SECCIÓN C-C
ESCALA 1:20



SECCIÓN E-E
ESCALA 1:20

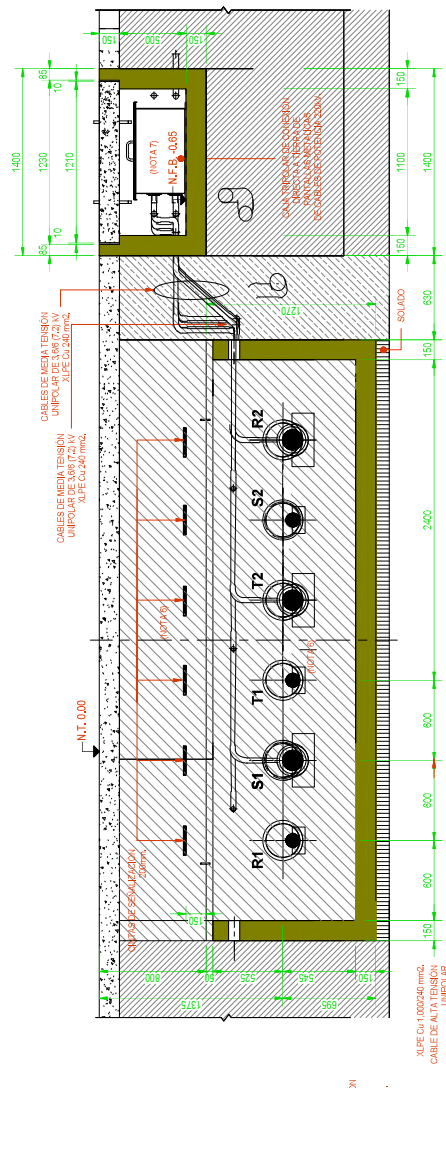
LEYENDA:

- AREJA TÉRMICA O PÓVILLO CON RESISTIVIDAD TÉRMICA MÁXIMA DE 0,9 Ω·m
- CONCRETO EXISTENTE
- CONCRETO VACIADO ACTUAL (CLASE C30, f_{ct} 0,8 MPa - 21 MPa).
- CONCRETO DE VEREDA O CALZADA A REPOSICIÓN
- RELLENO
- SOLADO
- TERRENO NATURAL
- N.T. NIVEL DE TERRENO.
- N.F.C. NIVEL DE FONDO DE CÁMARA.
- N.F.B. NIVEL DE FONDO DE BUZÓN.

DPTO. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN LINEAS TRANSMISIÓN	
PROYECTO	LINEA DE TRANSMISIÓN SUBTERRANEA 220 KV SET INDUSTRIALES - SET LOS SAUCES
PLANO	CÁMARA DE EMPALME TIPO 1 - ARQUITECTURA CONEXIÓN DIRECTA A TIERRA (CORPES)
PLANO Nº	DICI-IND-01-01-01
FECHA	7/9/18
ELABORADO	AT
REVISADO	AT
APROBADO	AT
DISCIPLINA	DISCIPLINA
EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA
FECHA	FECHA
DISCIPLINA	DISCIPLINA
EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA
FECHA	FECHA
DISCIPLINA	DISCIPLINA
EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA
FECHA	FECHA
DISCIPLINA	DISCIPLINA

DPTO. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN LINEAS TRANSMISIÓN	
PROYECTO	LINEA DE TRANSMISIÓN SUBTERRANEA 220 KV SET INDUSTRIALES - SET LOS SAUCES
PLANO	CÁMARA DE EMPALME TIPO 1 - ARQUITECTURA CONEXIÓN DIRECTA A TIERRA (CORPES)
PLANO Nº	DICI-IND-01-01-01
FECHA	7/9/18
ELABORADO	AT
REVISADO	AT
APROBADO	AT
DISCIPLINA	DISCIPLINA
EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA
FECHA	FECHA
DISCIPLINA	DISCIPLINA
EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA
FECHA	FECHA
DISCIPLINA	DISCIPLINA
EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA
FECHA	FECHA
DISCIPLINA	DISCIPLINA

SECCIÓN D-D
ESCALA 1:20



SECCIÓN D-D
ESCALA 1:20

ANEXO N° 5

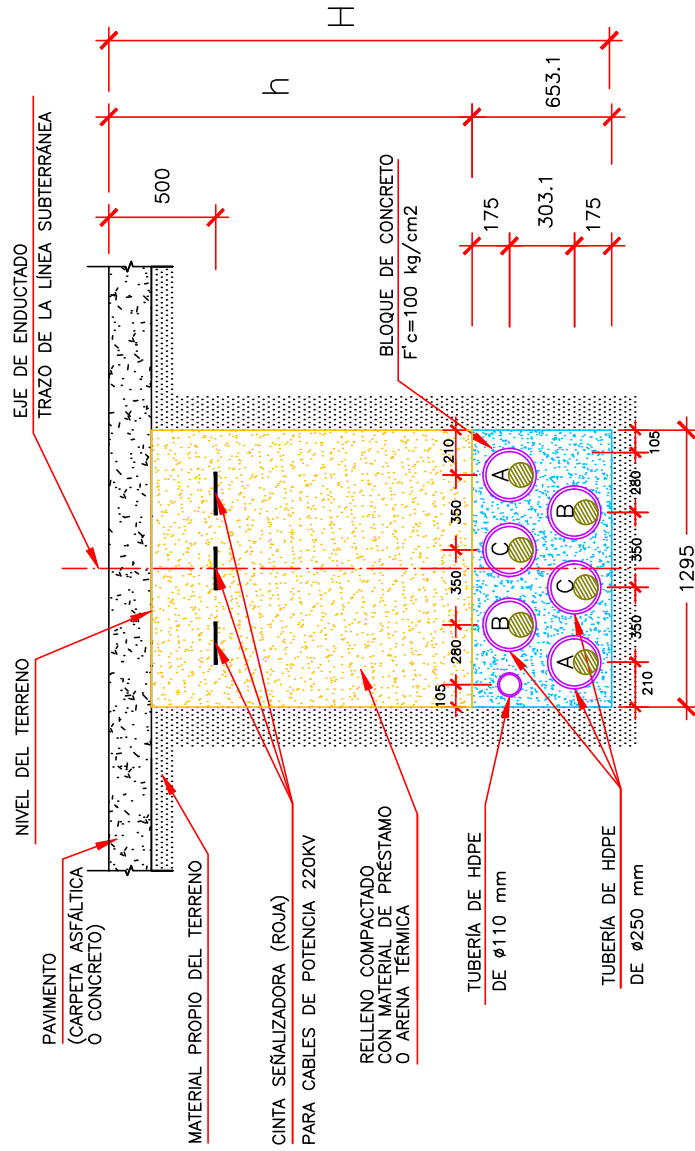
EJEMPLO DE PERFIL DE INTERFERENCIAS

ANEXO N° 6

DETALLES TÍPICOS DE DUCTOS

L.T. 220 KV INDUSTRIALES – SAUCES

ENDUCTADO TÍPICO 2



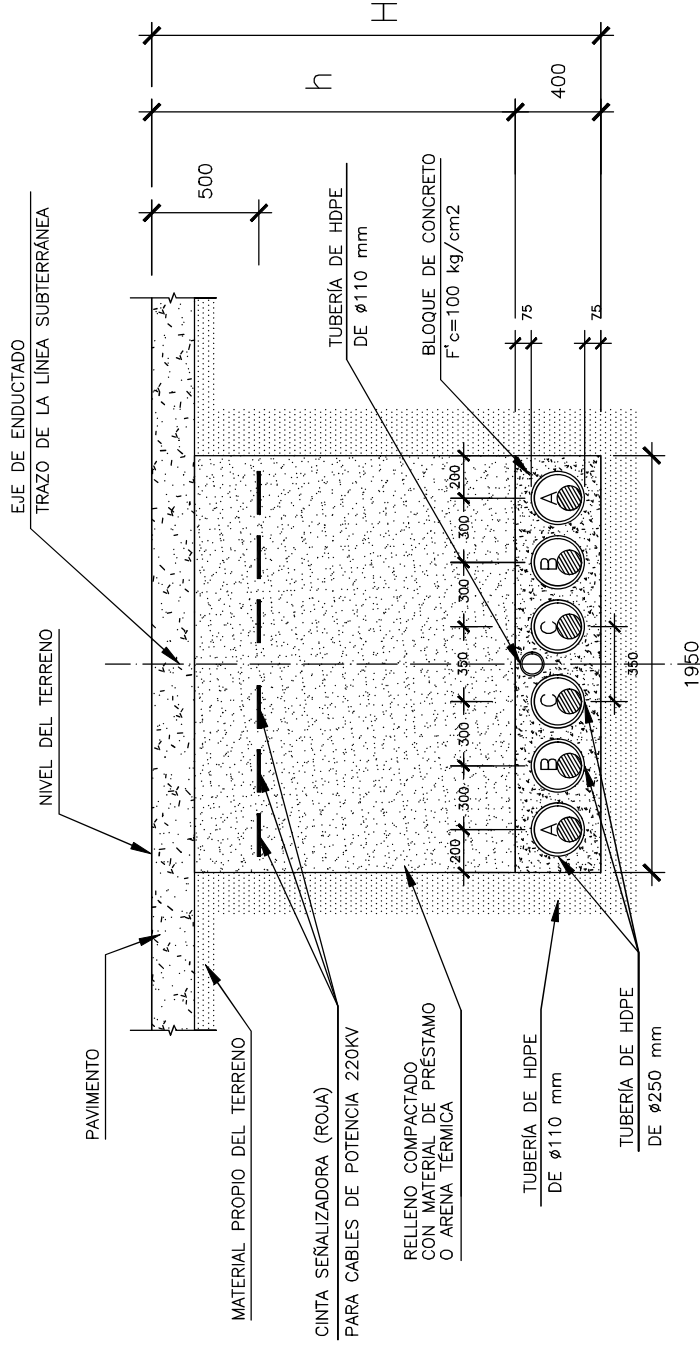
ENDUCTADO TÍPICO 2 L.T. 220 KV IN-SA			
DIMENSIONES	UND	MÍN	MÁX
Enterramiento "h"	mm	2100	2800
Profundidad "H"	mm	2753.1	3253.1
Volumen excavación	m ³ /m	3.56	4.47
Volumen concreto	m ³ /m	0.54	0.54

NOTA:

- EL MATERIAL DE RELLENO A EMPLEAR SERÁ DE UNA RESISTIVIDAD TÉRMICA DE 0.90 °C*m/W O MENOR.
- TODAS LAS DISTANCIAS INDICADAS SE ENCUENTRAN EN MILÍMETROS.
- LA PROFUNDIDAD DE ENTERRAMIENTO "h" DEPENDE DE LAS DISTANCIAS DE SEGURIDAD E INTERFERENCIAS EXISTENTES O PROYECTADAS IDENTIFICADAS EN EL RECORRIDO Y PERFIL DE LA LÍNEA.

		DPTO. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN LÍNEAS TRANSMISIÓN	
PROYECTO:	LÍNEA DE TRANSMISIÓN SUBTERRÁNEA 220 KV SET INDUSTRIALES – SET LOS SAUCES	COD. PROJ.:	
PLANO:	DETALLE DE ENDUCTADOS ENDUCTADO TÍPICO 2: TRIANGULAR INYERTIDO	DES.:	M. ROMERO
PLANO N.º:	DICLIT-INLS19-EM-PL-004	DB.:	M. ROMERO
FECHA:	12/04/19	REVISOR:	ESCALA: A3
REVISOR:	J. VIDAL	FECHA:	1/25
REVISOR:	J. PUPPI	FECHA:	A3
REVISOR:	J. VIDAL	FECHA:	A3

L.T. 220 KV INDUSTRIALES – SAUCES ENDUCTADO TÍPICO 4



ENDUCTADO TÍPICO 4 L.T. 220 KV IN-LS			
DIMENSIONES	UND	MÍN	MÁX
Enterramiento "h"	mm	1000	3500
Profundidad "H"	mm	1400	3900
Volumen excavación	m ³ /m	2.73	7.61
Volumen concreto	m ³ /m	0.48	0.48

NOTA:
 - EL MATERIAL DE RELLENO A EMPLEAR SERÁ DE UNA RESISTIVIDAD TÉRMICA DE 0.9 m²C/W O MENOR.
 - TODAS LAS DISTANCIAS INDICADAS SE ENCUENTRAN EN MILÍMETROS.
 - LA PROFUNDIDAD DE ENTERRAMIENTO "h" DEPENDE DE LAS DISTANCIAS DE SEGURIDAD E INTERFERENCIAS EXISTENTES O PROYECTADAS IDENTIFICADAS EN EL RECORRIDO Y PERFIL DE LA LÍNEA.

LUZ DEL SUR S.A.A.		DPTO. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN LÍNEAS TRANSMISIÓN	
PROYECTO:	LÍNEA DE TRANSMISIÓN SUBTERRÁNEA 220 KV SET INDUSTRIALES – SET LOS SAUCES	COD. PROJ.:	
PLANO:	DETALLE DE ENDUCTADOS ENDUCTADO TÍPICO 4: PLAT HORIZONTAL	DES.:	M. ROMERO
PLANO N°:	DICLIT-INLS19-EM-PL-004	DB.:	M. ROMERO
FECHA:	12/04/19	FORMO:	J. PUPPI
REVISIÓN:	1/25	REVISOR:	J. VIDAL
REV.:	FECHA	DESCRIPCIÓN	APROBÓ
A	29/01/19	EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA	J.B.E.
B	04/04/19	ACTUALIZADO POR RESISTIVIDAD TÉRMICA	J.F.V.T.
C	12/04/19	REDUCCIÓN DE 01 TUBERÍA PARA F.O.	J.F.V.T.

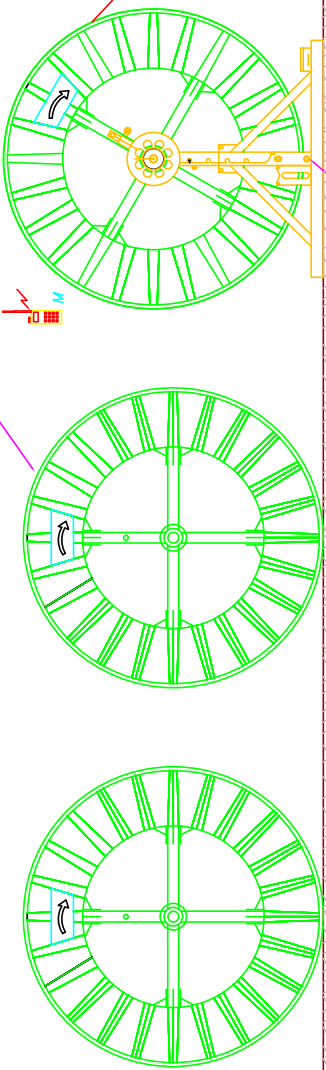
ANEXO N° 7

DETALLE DE MANIOBRA PARA TENDIDO DE CABLE 1000MM2

UBICACION DE ALZABOBINA

BOBINAS DE CABLE
1000 mm²

CABLE
1000 mm²



EQUIPOS Y HERRAMIENTAS
ALZABOBINA 30 TN (01)
POLINES TIPO V (08)
CAMPANA CUADRANTE (01)
POLINES LARGOS (03)
DACOS DE CONCRETO (02)
TECLE DE CADENA DE 3 TN (02)
ESTRIBOS DE 4M DE Φ (04)

PERSONAL CAMARA
SOTO VALERO SAMUEL (OPERARIO)
HINDROZA ZABIE EDWARD (AYUDANTE)
MEJIA MOTA RENE (AYUDANTE)

SUPERVISOR
EBER GONZALES MMS (SUPERVISOR)
MARCELINO HUAYRATA ORCEZO (CAPATAZ)

PERSONAL PRELLEBRICADO
PABLO GORDOVALUIS (OPERARIO)
CARDENAS MADRID (AYUDANTE)
SILVASAIRE VICTOR (AYUDANTE)

PERSONAL ALZABOBINA
CESAR SOTO VALERO (OPERADOR)
JUAN ESPINO MANRIQUE (OFICIAL)
GUEVARA CAMPOS PABLO (AYUDANTE)

CABALLETE ALZABOBINA
30 TN

10000

2800

7800

SENTIDO DE
DESENRROLLADO

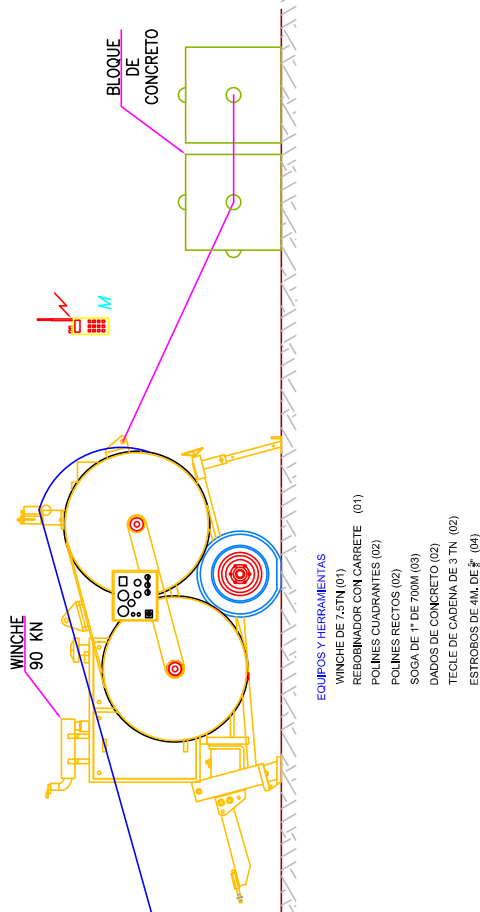
PERSONAL INTERVENIENDO
MEJIA BLANCO DAVID (OPERARIO)

UBICACION DE WINCHE

SUPERVISOR
NESTOR VELASQUEZ (SUPERVISOR)

PERSONAL WINCHE
JHONNY BAUTISTA CUISPE (OPERADOR)
NUÑEZ YUPANQUI (OFICIAL)
VELA PEZO KERVIN (AYUDANTE)
DONGO TINCO PASCUAL (AYUDANTE)

PERSONAL CAMARA
LEON GAMBIA MIGUEL (OPERARIO)
CUISPE TRINIDAD NILTON (OPERARIO)



EQUIPOS Y HERRAMIENTAS
WINCHE 7,5TN (01)
REBOBINADOR CON CARRETE (02)
POLINES CUADRANTES (02)
POLINES RECTOS (02)
SOGA DE 1" DE 700M (03)
DADOS DE CONCRETO (02)
TECLE DE CADENA DE 3 TN (02)
ESTROBOS DE 4M DE 2" (04)

SOGA NYLON 1"



CABLE
1000 mm²

7800

SENTIDO DE JALADO