

**UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES**



**“DISEÑO DEL ENLACE ENTRE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA  
MOLLEPATA A LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA  
SAN FRANCISCO A TRAVÉS DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA EN LA  
REGIÓN AYACUCHO, 2019”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Para optar el Título Profesional de

**INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

POZO ALCARRAZ, ANTHONY

**Villa El Salvador  
2019**

## **DEDICATORIA**

A mi familia, en especial a mis padres Donatila Alcarraz y Oscar Pozo, por ser siempre el ejemplo de vida y por demostrarme siempre su cariño, amor y apoyo incondicional.

A mis hermanos por los grandes momentos en mi vida, los cuales me sirvieron de inspiración.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios que me dio la vida y permitió que llegara hasta donde me encuentro, sin él nada sería posible.

A la Universidad por permitir formarme profesionalmente y en ella, a mis profesores que me apoyaron en el trascurso de mi carrera profesional.

A mis padres que fueron los grandes pilares en mi vida, tanto en mi carrera como a lo largo de mi vida, por su sacrificio y apoyo constante.

A mis hermanos por brindarme su apoyo cuando más lo necesité.

A mis compañeros y amigos, por el apoyo, respeto y amistad.

# ÍNDICE

	Pág.
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>11</b>
<b>CAPITULO I.....</b>	<b>12</b>
<b>1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>12</b>
1.1. Descripción de la Realidad Problemática .....	12
1.2. Justificación del Problema.....	13
1.3. Delimitación del Proyecto .....	13
1.3.1. Teórica .....	13
1.3.2. Temporal .....	13
1.3.3. Espacial.....	13
1.4. Formulación del Problema.....	14
1.4.1. Problema General .....	14
1.4.2. Problemas Específicos .....	14
1.5. Objetivos .....	14
1.5.1. Objetivo General .....	14
1.5.2. Objetivos Específicos .....	14
<b>CAPITULO II.....</b>	<b>15</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>15</b>
2.1. Antecedentes .....	15
2.1.1. Antecedentes Nacionales.....	15
2.1.2. Antecedentes Internacionales .....	16
2.2. Bases Teóricas.....	19
2.2.1. Infraestructura de Telecomunicaciones.....	19
2.2.1.1. Partes básicas de la red .....	19
2.2.1.2. Topología de red .....	20

2.2.2. Teoría sobre la Fibra Óptica.....	22
2.2.2.1. Principio de transmisión de la fibra óptica .....	22
2.2.2.2. Partes de la fibra óptica.....	24
2.2.3. Propagación Óptica.....	25
2.2.4. Clasificación de la Fibra Óptica .....	27
2.2.4.1. Por el modo de propagación .....	27
2.2.4.2. Por el perfil de índice de la fibra .....	28
2.2.4.3. Configuración de la fibra.....	28
2.2.5. Atenuación de la Fibra Óptica .....	30
2.2.5.1. Pérdidas de la fibra óptica por absorción .....	30
2.2.5.2. Pérdidas de la fibra óptica por flexión.....	31
2.2.5.3. Pérdidas de dispersión de Rayleigh y Mie.....	31
2.2.5.4. Pérdidas del conector de fibra óptica .....	32
2.2.6. Tipo de Cable de Fibra Óptica.....	32
2.2.6.1. Cable Armado .....	33
2.2.6.2. Cable ADSS .....	33
2.2.6.3. Cable Figura 8.....	34
2.2.6.4. OPGW (Optical Ground Wire) .....	35
2.2.7. Efecto Tracking .....	36
2.2.8. Tendido de Cables Ópticos .....	38
2.2.8.1. Tendido aéreo .....	39
2.2.8.2. Tendido subterráneo .....	39
2.2.9. Componentes de Enlace Óptico.....	40
2.2.9.1. ODF.....	40
2.2.9.2. Caja de empalme .....	41
2.2.9.3. Herrajes para CFO .....	41

2.2.9.4. Amortiguadores .....	44
2.2.9.5. Atenuador de efecto corona .....	44
2.2.10. Equipos de Medición Óptica.....	45
2.2.10.1. OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) .....	45
2.2.10.2. OLTS (Optical Loss Testers) .....	46
2.2.11. Normatividad .....	47
2.3. Definición de Términos Básicos .....	49
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>52</b>
<b>3. DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL .....</b>	<b>52</b>
3.1. Análisis de la Set Mollepata y Set San Francisco .....	52
3.1.1. Ubicación geográfica.....	52
3.1.2. Descripción actual de la red .....	54
3.2. Consideraciones Preliminares.....	56
3.3. Diseño de Ingeniería de Planta Externa.....	56
3.3.1. Criterios para el estudio de campo.....	56
3.3.2. Criterios de diseño de la red física .....	57
3.3.3. Desarrollo del diseño.....	61
3.3.3.1. Selección de ruta.....	62
3.3.3.2. Análisis del tipo de cable de fibra a usar .....	65
3.3.3.3. Componentes de Planta Externa.....	66
3.4. Presupuesto de atenuación.....	75
3.5. Diagrama de empalmes .....	78
3.6. Análisis de Costos y Cronograma .....	79
3.6.1. Costos de materiales.....	79
3.6.2. Costos de ingeniería y montaje .....	80
3.6.3. Cronograma de actividades.....	82

<b>4. CONCLUSIONES .....</b>	<b>84</b>
<b>5. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>85</b>
<b>6. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>86</b>
<b>7. ANEXOS .....</b>	<b>90</b>

## LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Partes del Sistema de Comunicaciones.....	19
<i>Figura 2.</i> Planta Externa Aérea.....	20
<i>Figura 3.</i> Planta Externa Subterránea.....	20
<i>Figura 4.</i> Topología lógica y física.....	21
<i>Figura 5.</i> Topologías de red.....	21
<i>Figura 6.</i> Reflexión total.....	23
<i>Figura 7.</i> Reflexión interna total.....	23
<i>Figura 8.</i> Reflexión interna total en sistema óptico.....	24
<i>Figura 9.</i> Composición típica de una Fibra Óptica.....	24
<i>Figura 10.</i> Espectro de Frecuencias Ópticas.....	26
<i>Figura 11.</i> Bandas de Transmisión Óptica de Bajas Pérdidas.....	26
<i>Figura 12.</i> Clasificación de la Fibra Óptica.....	29
<i>Figura 13.</i> Atenuación de la fibra óptica.....	30
<i>Figura 14.</i> Tipos de mal alineado de conector.....	32
<i>Figura 15.</i> Cable Soterrado de Fibra Óptica.....	33
<i>Figura 16.</i> Cable ADSS de Fibra Óptica.....	34
<i>Figura 17.</i> Cable Figura 8 de Fibra Óptica.....	35
<i>Figura 18.</i> Cable OPGW de Fibra Óptica.....	35
<i>Figura 19.</i> Campo eléctrico generado por los cables de energía.....	36
<i>Figura 20.</i> Cable óptico degradado por el efecto Tracking.....	37
<i>Figura 21.</i> Despliegue de CFO ADSS en líneas de AT y MT.....	38
<i>Figura 22.</i> Tendido aéreo de cable de fibra óptica.....	39
<i>Figura 23.</i> Tendido subterráneo de cable de fibra óptica.....	40
<i>Figura 24.</i> ODF para rack.....	40
<i>Figura 25.</i> Caja de empalme para fibra óptica (Mufa).....	41
<i>Figura 26.</i> Herrajes para cables de fibra óptica.....	42
<i>Figura 27.</i> Retenciones o amarres para cable de fibra óptica ADSS.....	42
<i>Figura 28.</i> Preformados de Retención o Terminales.....	43
<i>Figura 29.</i> Herrajes para torres.....	43
<i>Figura 30.</i> Herrajes de paso o suspensión.....	44



<i>Figura 31.</i> Amortiguadores en torres.....	44
<i>Figura 32.</i> Corona coil.....	45
<i>Figura 33.</i> Equipo de medición OTDR.....	46
<i>Figura 34.</i> Equipo de medición OLTS.....	47
<i>Figura 35.</i> Ubicación geografica de Set Mollepata y Set San Francisco.....	53
<i>Figura 36.</i> Plano Eléctrico del Proyecto.....	55
<i>Figura 37.</i> Flujo de Levatamiento de Información.....	57
<i>Figura 38.</i> Vano y Flecha.....	59
<i>Figura 39.</i> Caja de empalme y reserva de fibra óptica.....	60
<i>Figura 40.</i> Diseño del Enlace de Fibra Óptica en Planta Externa.....	62
<i>Figura 41.</i> Línea Eléctrica Mollepata – San Francisco (L-6079).....	63
<i>Figura 42.</i> Enlace Set Mollepata – Set San Francisco en BaseCamp.....	64
<i>Figura 43.</i> Cable de Fibra Óptica ADSS PRYSMIAN.....	66
<i>Figura 44.</i> Cable de fibra óptica ZTT.....	73
<i>Figura 45.</i> Distancia entre Subestaciones.....	76
<i>Figura 46.</i> Diagrama de Empalmes.....	78
<i>Figura 47.</i> Diagrama de actividades del Proyecto.....	82
<i>Figura 48.</i> Cronograma del Proyecto en el programa Microsoft Project.....	83

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. <i>Nomenclatura de Bandas Ópticas.</i> .....	27
Tabla 2. <i>Características de la línea de transmisión.</i> .....	55
Tabla 3. <i>Tipo de Cable ADSS - SPAN.</i> .....	58
Tabla 4. <i>Cuadro de Vano y SPAN.</i> .....	58
Tabla 5. <i>Cuadro de Vano y Flecha.</i> .....	59
Tabla 6. <i>Cuadro de Vano y Amortiguador.</i> .....	61
Tabla 7. <i>Comparación de Tendido de Cable de Fibra Óptica.</i> .....	64
Tabla 8. <i>Comparación entre cable ópticos ADSS, OPGW y Figura 8.</i> .....	65
Tabla 9. <i>Cuadro de Ubicación Geográfica de Estructuras.</i> .....	66
Tabla 10. <i>Metraje de Cable de Fibra Óptica Aérea.</i> .....	71
Tabla 11. <i>Distribución de Carretes.</i> .....	72
Tabla 12. <i>Cantidad de Materiales del Enlace.</i> .....	73
Tabla 13. <i>Coeficiente de atenuación Cable Óptico PRYSMIAN / ZTT.</i> .....	76
Tabla 14. <i>Costos de Materiales del Enlace.</i> .....	79
Tabla 15. <i>Cuadro Detallado de Costos del Proyecto.</i> .....	81

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación lleva por título “Diseño del enlace entre la subestación eléctrica Mollepata a la subestación eléctrica San Francisco a través del cable de fibra óptica en la región Ayacucho, 2019”, para optar el título de “Ingeniero Electrónico y Telecomunicaciones”, presentado por el bachiller Anthony Pozo Alcarraz.

En estos últimos años con el crecimiento acelerado de la tecnología en el ámbito de las telecomunicaciones, el Perú decretó un plan de desarrollo de Banda Ancha donde se podrá acceder a internet en altas velocidades y a sus múltiples servicios, contenidos y aplicaciones. Con uso de la tecnología de banda ancha mediante la fibra óptica se tiene la capacidad de entregar confiable y simultáneamente todos los servicios que fluyen por las vías de la información, ofreciendo capacidades de ancho de banda casi ilimitadas y cada vez más económica.

ELECTROCENTRO S.A. es la empresa encargada de realizar actividades propias del servicio público de electricidad, distribución y comercialización de energía eléctrica que hace uso de plataformas informáticas para el soporte de las actividades comerciales, las mismas que requieren un sistema de comunicación confiable y continuo. En la subestación San Francisco perteneciente a la Unidad de Negocio de ELECTROCENTRO, en la actualidad no dispone de un sistema de conectividad de red de datos confiable y segura que genera limitación de sus servicios y la poca atención oportuna a sus clientes, para ello, el desarrollo de este proyecto es realizar el diseño de planta externa para el tendido del cable de fibra óptica entre dos subestaciones eléctricas utilizando infraestructura existente sobre líneas de transmisión de 66 KV.

La estructura que se ha seguido en este proyecto se compone de 3 capítulos. El primer capítulo comprende el planteamiento del problema, el segundo capítulo el desarrollo del marco teórico y el tercer capítulo corresponde al desarrollo del proyecto.

## **CAPITULO I**

### **1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1. Descripción de la Realidad Problemática**

Hoy en día, el uso de los avances tecnológicos es fundamental para el desarrollo de las grandes organizaciones como lo es para las empresas eléctricas, debido a que una empresa sin la adecuada utilización de la información, comunicación, manejo de datos y aplicaciones, muy difícilmente ofrece un buen desempeño a sus usuarios.

Actualmente en la subestación eléctrica San Francisco, ubicado en el distrito de Ayna de la región Ayacucho, no dispone de un sistema de conectividad de red de datos confiable y segura que limita la gestión de información comercial de sus servicios eléctricos, usa deficiente sus plataformas tecnológicas debido al menor ancho de banda disponible en su sistema que resulta la poca atención oportuna y reclamos constantes de sus clientes además de no poder ampliar su cobertura de atención a la Zona del Vraem siendo el 58% de la población pobres y un 22% pobres extremos, de una población total de 508 966 personas, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI 2017).

Por lo tanto, en la subestación eléctrica San Francisco no se encuentra conectada a una red de banda ancha y no cuenta con un diseño de planta externa para su posterior implementación mediante cable fibra óptica en infraestructuras de líneas de alta tensión, que pueda conectarse con la subestación principal Mollepata ubicada en el distrito de Ayacucho.

## **1.2. Justificación del Problema**

El presente proyecto tiene por finalidad mejorar la calidad y prestación de los servicios en general a los usuarios de Electrocentro ubicados en zona del VRAEM aplicando eficientemente sus distintas plataformas tecnológicas, de ello, el interés de diseñar una red de comunicación de punto a punto entre la subestación San Francisco con la subestación Mollepata haciendo uso de infraestructura eléctrica existente.

La importancia de este proyecto radica en utilizar el cable de fibra óptica como medio físico por ser más confiable y segura, con un mayor tiempo de vida y de mantenimiento no tan periódico en relación a otras redes de comunicación.

## **1.3. Delimitación del Proyecto**

### **1.3.1. Teórica**

El presente trabajo se centrará en:

Redes de fibra óptica y sus aplicaciones para tendido de planta externa en líneas de alta tensión.

### **1.3.2. Temporal**

El periodo comprende desde noviembre de 2018 al mes de abril de 2019.

### **1.3.3. Espacial**

El proyecto se realizará entre la subestación eléctrica Mollepata y la subestación San Francisco con despliegue del cable de fibra óptica por los distritos de Ayacucho, Quinua, Tambo y Ayna pertenecientes a la región Ayacucho.

Importante precisar, el presente trabajo se enfocará solo en el diseño de la planta externa del enlace más no en los detalles de transmisión de información, tampoco en detalles de la elección de equipos de comunicaciones.

## **1.4. Formulación del Problema**

### **1.4.1. Problema General**

¿Cómo diseñar el enlace entre la subestación eléctrica Mollepata a la subestación eléctrica San Francisco mediante el cable de fibra óptica en la región Ayacucho?

### **1.4.2. Problemas Específicos**

- ¿Cómo desarrollar el análisis para el diseño del enlace físico del cable de fibra óptica en infraestructuras eléctricas?
- ¿Qué criterios se requiere en el diseño del enlace óptico de planta externa para infraestructuras eléctricas?
- ¿Cuál es el cable de fibra óptica a adecuado para infraestructuras de líneas de alta tensión?
- ¿Cuáles con los componentes requeridos para el diseño del enlace físico del cable de fibra óptica en infraestructuras eléctricas?

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo General**

Diseñar el enlace entre la subestación eléctrica Mollepata a la subestación eléctrica San Francisco mediante el cable de fibra óptica en la región Ayacucho.

### **1.5.2. Objetivos Específicos**

- Desarrollar el análisis para el diseño del enlace físico del cable de fibra óptica en infraestructuras eléctricas
- Indicar los criterios para el diseño del enlace óptico en planta externa para la línea eléctrica de alta tensión.
- Determinar el cable de fibra óptica adecuado para infraestructuras de líneas de alta tensión.
- Indicar con los componentes requeridos para el diseño del enlace físico del cable de fibra óptica en infraestructuras eléctricas.

## CAPITULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes

Existen trabajos de investigaciones nacionales e internacionales con problemas similares al presente proyecto, los cuales se menciona a continuación:

##### 2.1.1. Antecedentes Nacionales

- Horma Von Ehren, Eduardo. (2006), realizó la tesis de *“Diseño del enlace de comunicaciones entre La Central Térmica de Chilca y La Subestación Eléctrica de San Juan”* en la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú, para optar al título de Ingeniero Electrónico. Concluyendo lo siguiente:
  - Se tendrá disponibilidad del enlace de comunicación las 24 horas del día, todos los días del año y con un ancho de banda suficiente.
  - El enlace de comunicaciones será altamente confiable, ya que la tecnología de fibra óptica es inmune a interferencias electromagnéticas y la atenuación de la señal a transmitir es mínima.
  - El enlace de comunicaciones cubrirá los requerimientos iniciales para los servicios de teleprotección, SCADA y telefonía. Y podrá también cubrir futuros servicios que se requieran, gracias al gran ancho banda de la fibra óptica.
  - El costo de implementación del enlace de comunicaciones es económicamente factible y el costo de mantenimiento será mínimo.
- Farfán Tejada, Helard O. (2017), realizó el trabajo informe de *“Implementación de enlace de fibra óptica Arequipa - Cusco”* en la Facultad

de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales de la Universidad Católica de Santa María, para optar al título de Ingeniero Electrónico. Concluyendo lo siguiente:

- Con la implementación del enlace de fibra óptica entre Arequipa – Cusco, se mejora los servicios de telecomunicaciones del departamento de Cusco, incrementando la velocidad de las conexiones de internet, la capacidad y cobertura del servicio de telefonía móvil, la telefonía fija y el servicio de radiodifusión por cable.
  - La ciudad de Cusco es la primera etapa del desarrollo de fibra óptica en la sierra del país y este enlace es la base para poder expandirse a otras ciudades del Perú.
  - Este enlace es escalable, permitiendo poder incorporar más longitudes de onda, las cuales podrán ser de 10Gbps, 40Gbps y de 100Gbps, según sea la necesidad de la demanda de los servicios de telecomunicaciones.
- Izquierdo Calixto, Daniel A. (2013), realizó el informe de suficiencia de *“Diseño e Implementación de planta externa de una red backbone de fibra óptica”* en la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad Nacional de Ingeniería, para optar al título de Ingeniero de Telecomunicaciones. Concluyendo lo siguiente:
    - Las evoluciones de las comunicaciones hacen que la necesidad de transmisión de datos incremente en cuanto a capacidades y distancias considerables.
    - Los factores intrínsecos, los factores extrínsecos, las características ópticas y geométricas de la fibra determinan el tipo de fibra y su manera más eficiente de uso.

### **2.1.2. Antecedentes Internacionales**

- Ortiz Ortiz, Carlos A. (2012), realizó el proyecto de *“Plan de acción de un canal de comunicación por fibra óptica para la optimización del flujo de información en el sistema de sub-transmisión de la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A.”* en la Facultad de Ingeniería de



Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato Ecuador, para optar al título de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones. Concluyendo en lo siguiente:

- Al analizar el sistema actual de comunicación que dispone la EEASA para el control de las subestaciones que forman el anillo y sus derivaciones a 69Kv se pudo obtener un panorama general de estudio del nuevo sistema de comunicación mediante fibra óptica.
  - Por el difícil acceso a las diferentes subestaciones, siendo por terrenos quebrados y privados la mejor solución en la actualidad en tendido de fibra óptica aérea para empresas proveedoras de energía eléctrica es de tipo OPWG pero debido al alto voltaje que circula por las líneas de transmisión y que las subestaciones no son nuevas, motivos por lo que se debería contratar personal altamente calificado y proveer de cortes de energía, no fue una buena solución proponer este tipo de tendido de cable óptico, siendo la mejor solución el cable ADSS que además de ser totalmente dieléctrico las tensiones en la infraestructura es mínima.
- Maldonado Salazar, Bryron E. (2012), realizó el proyecto de *“Enlace de fibra óptica para automatizar el Banco IV 230/69/13.8 KV, 195 MVA de Guate Sur”* en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para optar el título de Ingeniero Electricista. Concluyendo en lo siguiente:
    - La fibra óptica en la actualidad juega un papel importante dentro de la rama de las comunicaciones y enlaces de datos, debido que en ocasiones es más barata que un sistema satelital e incluso que un sistema inalámbrico para determinado tipo de información que se desea enviar.
    - Las características de la fibra óptica permiten aplicaciones de las que actualmente están siendo explotadas en el área de alta tensión, como la inmunidad que este medio presenta a la inducción electromagnética que sufren el medio convencional de cobre y además brinda propiedades que permiten el aumento de las capacidades y velocidades de transmisión de

datos. Es por ello que la fibra óptica va a la vanguardia en el mundo de las comunicaciones, ya que se podrá tener todo tipo de comunicación desde cualquier parte de donde nos encontremos.

- Yacchirema Lumbi, Gladys C. (2016), Se realizó el proyecto de “*Sistema de comunicación de alta disponibilidad para la transmisión de datos entre la central y las subestaciones de la corporación nacional de electricidad empresa pública unidad de negocio bolívar*” en la Facultad de Ingeniería en Sistemas Electrónica e Industrial de la Universidad técnica de Ambato Ecuador, para optar el título de Ingeniero Electrónico y Comunicaciones. Concluyendo en lo siguiente:
  - El análisis de los medios de comunicación determinó que, la fibra óptica es el medio guiado más eficiente y seguro, que permite alcanzar grandes distancias con altas velocidades sin la necesidad de repetidores. Donde el cable óptico de tipo ADSS estándar G.655 cumple con las necesidades de la CNEL EP Bolívar, a más de emplear las estructuras existentes como postes y torres propiedad de la Corporación, la red se complementa con una topología doble anillo para brindar al nuevo sistema redundancia en el caso de fallos y alta disponibilidad durante la prestación de servicios.

## 2.2. Bases Teóricas

### 2.2.1. Infraestructura de Telecomunicaciones

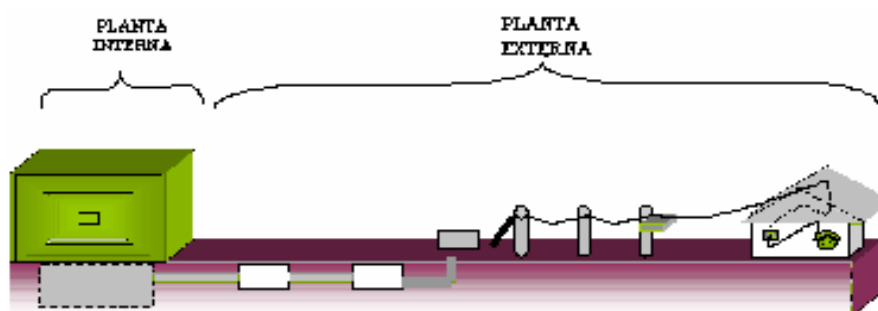
“Es el conjunto de elementos que conforman el sistema de comunicaciones” (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2011, “Glosario”, s.p.).

Tiene dos partes básicas: Planta interna y Planta externa. Como se muestra en la Figura 1.

#### 2.2.1.1. Partes básicas de la red

Planta Interna:

“Conjunto de equipos e instalaciones que se ubican dentro de la edificación que alberga la central, cabecera o nodo del servicio de telecomunicaciones” (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2011, “Glosario”, s.p.).



*Figura 1. Partes del Sistema de Comunicaciones.*

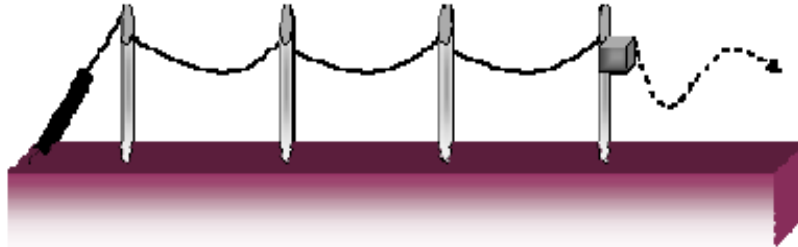
Fuente: <http://redesdeaccesouisrael.blogspot.com/2017/06/fibra-optica.html>

Planta Externa:

“Conjunto de construcciones, cables, instalaciones, equipos y dispositivos que se ubican fuera de los edificios e instalaciones del operador de telecomunicaciones, hasta el Terminal de Distribución” (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2011, “Glosario”, s.p.).

La planta externa podrá ser:

- Aérea: “Cuando los elementos que conforman la planta externa están fijados en postes o estructuras” (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2011, “Glosario”, s.p.). Como se muestra en la Figura 2.



*Figura 2. Planta Externa Aérea.*

Fuente: <http://redesdeaccesouisrael.blogspot.com/2017/06/fibra-optica.html>

- Subterránea: “Cuando los elementos que conforman la planta externa se instalan en canalizaciones, cámaras, ductos y conductos” (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2011, “Glosario”, s.p.). Como se muestra en la Figura 3.



*Figura 3. Planta Externa Subterránea.*

Fuente: <http://redesdeaccesouisrael.blogspot.com/2017/06/fibra-optica.html>

#### **2.2.1.2. Topología de red**

Ramírez. (2007) Las redes están compuestas por nodos que necesitan estar conectados para comunicarse y ofrecer de forma eficiente sus funciones de acceso a los usuarios y de conexión hacia los demás nodos. Partiendo de esto se

denomina topología a la forma en que están conectados los nodos, lo que asigna características particulares a la red (p. 24).

Dentro del concepto de topología se pueden diferenciar dos aspectos.

Topología física y topología lógica; la topología lógica es el método por el cual se comunican los nodos unos con otros en la red, en cambio una topología física es el trazado real físico del cableado y de los nodos en la red (Rupaylla, 2014, s.p.).

La topología física depende del medio y se puede implementar con la misma configuración que la topología lógica. Como se muestra en la Figura 4.

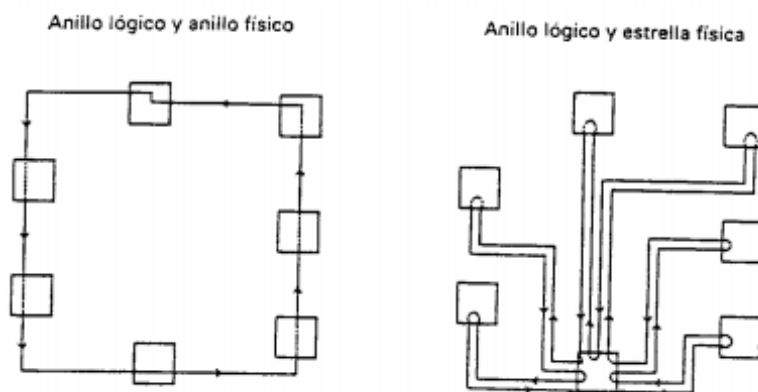


Figura 4. Topología lógica y física.

Existen varios tipos de topología como se muestra en la Figura 5, las más comunes son:

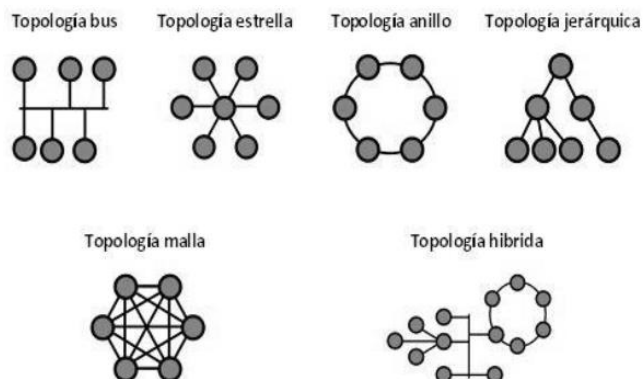


Figura 5. Topologías de red.

- a) Topología bus: Todos los hosts se conectan a un solo cable (Backbone).
- b) Topología anillo: Conecta un host con el siguiente y al último host con el primero.
- c) Topología estrella: Conecta todos los cables con un punto central de concentración, puede trabajar más extensamente conectando varias estrellas entre sí.
- d) Topología híbrida: El bus, la estrella y el anillo se combinan algunas veces para formar combinaciones de redes híbridas.
- e) Topología jerárquica: El sistema se conecta con un computador que controla el tráfico de la topología.
- f) Topología malla: Todos los hosts se conectan con el resto de los mismos.

### **2.2.2. Teoría sobre la Fibra Óptica**

Ramirez y Chimbo. (2013) La fibra óptica es un medio de transmisión muy usado en las redes de datos, por el que viajan datos en forma de pulsos de luz. Se propaga por el núcleo de la fibra con un ángulo límite de refracción total, Gobernado por la ley de Snell. Los hilos de fibra óptica son filamentos de vidrio o plástico de un espesor entre 10 y 300 micrones. Transportan mensajes en forma de haces de luz, Llevan mensajes en forma de haces de luz viajan de un extremo a otro, (incluyendo curvas y esquinas) sin interrupción. Las fibras ópticas se pueden usar, tanto en redes LAN, como en grandes redes geográficas tipo WAN (como enlaces de fibra óptica para empresas de telefonía) (2013, p.30).

#### **2.2.2.1. Principio de transmisión de la fibra óptica**

Ramirez y Chimbo. (2013) El principio de transmisión de luz por fibra óptica se basa en la reflexión interna total, de forma que toda la luz se refleja sin pérdidas hacia el interior de la fibra. Para evitar pérdidas por dispersión de luz debida a impurezas, el núcleo de la fibra óptica está recubierto por una capa con un índice de refracción mucho menor; las reflexiones se producen en la superficie que separa la fibra óptica y el recubrimiento. (p.30).

Reflexión Total: Es el fenómeno que se produce cuando un rayo de luz atraviesa un medio de índice de refracción  $n_2$  menor que el índice de refracción  $n_1$  en el que

éste se encuentra, se refracta de tal modo que no es capaz de atravesar la superficie entre ambos medios reflejándose completamente. Como se muestra en la Figura 6.

Este fenómeno solo se produce para ángulos de incidencia superiores a un cierto valor crítico,  $i=L$ .

El ángulo límite se calcula a partir de la ley de Snell:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2, \text{ sustituyendo el ángulo } \theta_2 = 90^\circ$$

$$n_2 < n_1$$

$$L(\text{ángulo límite}) = \arcsen (n_2/n_1)$$

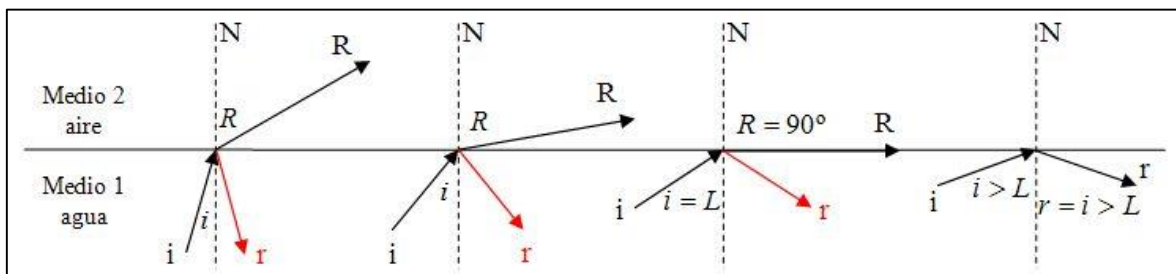


Figura 6. Reflexión total.

Fuente: <http://denewtonaheisemberg.blogspot.com/2013/12/optica-v.html>

La reflexión interna total: Se utiliza en fibra óptica para conducir la luz a través de la fibra sin pérdidas de energía. En una fibra óptica el material interno tiene un índice de refracción más grande que el material que lo rodea. El ángulo de la incidencia de la luz es crítico para la base y su revestimiento y se produce una reflexión interna total que preserve la energía transportada por la fibra. Como se muestra en la Figura 7.

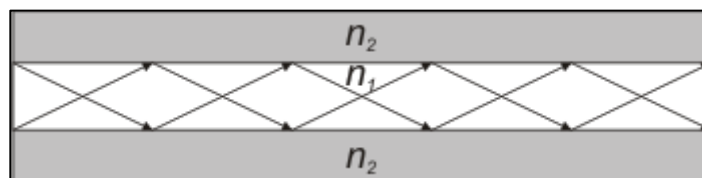


Figura 7. Reflexión interna total.

Fuente: <http://denewtonaheisemberg.blogspot.com/2013/12/optica-v.html>

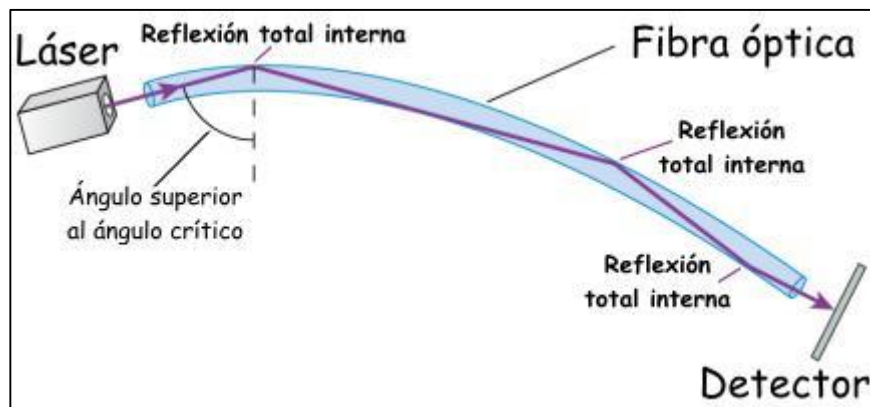


Figura 8. Reflexión interna total en sistema óptico.

Fuente: <https://mgmdenia.wordpress.com/2014/01/12/fibra-optica/>

### 2.2.2.2. Partes de la fibra óptica

Un hilo de fibra está conformado por tres partes: EL Núcleo (core), el Revestimiento (cladding) y el Recubrimiento. Cada una de las partes tiene funciones especiales tanto para protección del hilo de fibra como para evitar pérdidas producidas por el escape de los rayos que se propagan en el interior del medio óptico. (Gómez, 2015, p. 3). Como se muestra en la Figura 9.

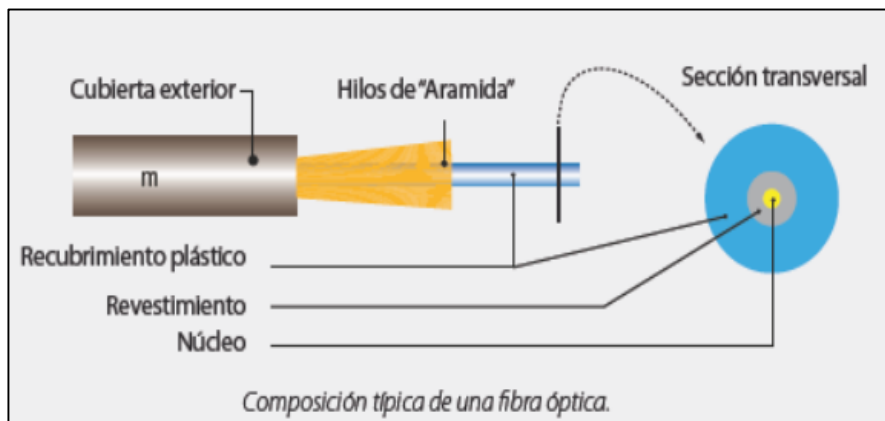


Figura 9. Composición típica de una Fibra Óptica.

Fuente: <https://sites.google.com/site/desarrollosticaura/proyecto-de-ict/stdp-y-tba/4-fibra-optica>



- **Núcleo:** Parte de la fibra por donde se propagan los haces de luz y presenta un alto índice de refracción. El diámetro del núcleo influye en las características de transmisión de los diferentes tipos de fibra.
- **Revestimiento:** Parte de la fibra que tiene un índice de refracción ligeramente menor que el núcleo y permite confinar los haces de luz dentro del mismo.
- **Recubrimiento:** Parte externa que aísla y brinda protección mecánica a la fibra. (Gómez, 2015, p. 3).

### 2.2.3. Propagación Óptica

La propagación de ondas electromagnéticas es a través de diferentes medios, ya sea en el medio metálico, en el vacío o en un medio dieléctrico. El espectro de las ondas electromagnéticas comprende el rango desde las Ondas largas de radio hasta las ondas cortas de Radiación Cósmica. Dentro de este espectro electromagnético existe un rango de longitudes de ondas que son visibles al ojo humano, esta onda es desde 400nm que corresponde al color violeta hasta los 700nm del color rojo. (Izquierdo, 2013, p.5). Como se muestra en la Figura 10.

$$f=C/\lambda\dots (1)$$

Las longitudes de onda ( $\lambda$ ) y las frecuencias ( $f$ ) están relacionadas al espectro:

Dónde:  $C = 3 \times 10^8$  m/s (Velocidad de la luz en el aire)

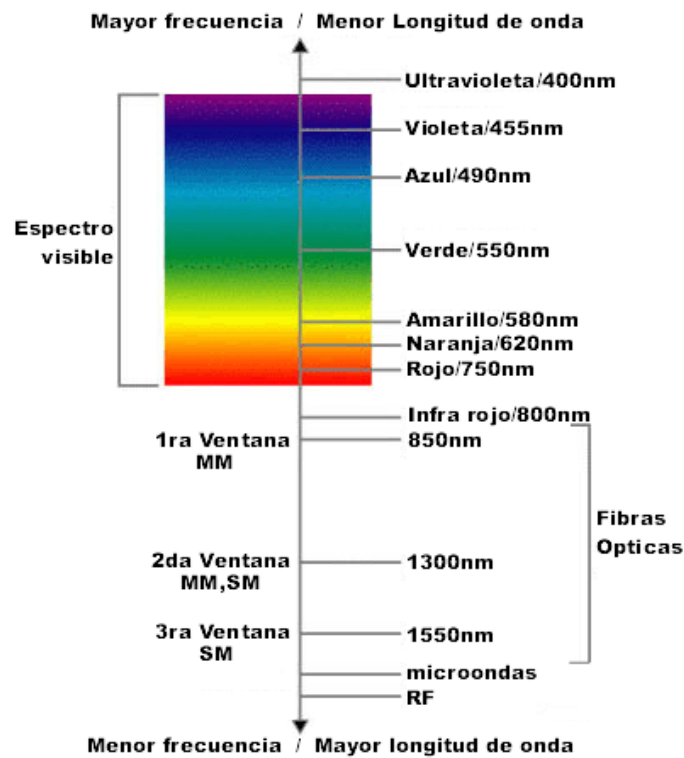


Figura 10. Espectro de Frecuencias Ópticas.

Fuente: <http://www.yio.com.ar/fo/ventanas.html>

“Además, existen dos regiones que están asociadas a la óptica: Las regiones infrarrojo (750nm a 4000nm) y ultravioleta (5nm a 390nm)” (Izquierdo, 2013, p.6).

### Bandas Ópticas

El auge de la fibra óptica está estrechamente ligado al uso de una región específica de espectro óptico donde la atenuación óptica es baja. Estas regiones, llamadas ventanas, se ubican en áreas de alta absorción y corresponden a las siguientes longitudes de onda, expresadas en nanómetros. (Frontado y Goatache, 2011, p. 22). Como se muestra en la Figura 11.

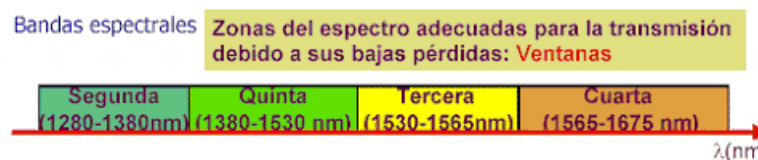


Figura 11. Bandas de Transmisión Óptica de Bajas Pérdidas.

Fuente: (Instituto Nacional de Investigación y Capacitación de Telecomunicaciones del Perú, 2014, p.9).

Tabla 1. *Nomenclatura de Bandas Ópticas.*

Banda	Descriptor	Rango (nm)
O	Original	1260-1360
E	Extendida	1360-1460
S	Corta	1460-1530
C	Convencional	1530-1565
L	Larga	1565-1625
U	Ultra-Larga	1625-1675

Fuente: (Instituto Nacional de Investigación y Capacitación de Telecomunicaciones del Perú, 2014, p.9).

La primera ventana, de 850nm, es buena para distancias cortas y anchos de banda menores a los 20Mb/seg, por lo general para fibras multimodo de índice por escalón. La distancia de un enlace con fibra multimodo se ve limitada porque además de la distancia líneas que recorre el cable, la propagación de la luz dentro del mismo no es paralela al eje de la fibra, lo que hace que a partir de 2 km la señal se atenúe casi totalmente. La segunda ventana, de 1310nm, trabaja de manera óptima con fibras comunes (multimodo de índice graduado y monomodo) y permite operar a mayores distancias. (Frontado y Goatache, 2011, p. 23).

La tercera ventana, de 1550nm, posee la menor pérdida uniforme, también permite trabajar a grandes distancias, tiene un máximo rendimiento en fibras monomodo. Hoy en día, una cuarta ventana (Banda L), cerca de los 1625 [nm], está bajo desarrollo y en sus primeros usos. (Frontado y Goatache, 2011, p. 24).

#### **2.2.4. Clasificación de la Fibra Óptica**

La luz se puede propagar por un cable de fibra óptica por reflexión o por refracción. La forma en que se propague depende del modo de propagación y del perfil de índice de la fibra y la combinación de estas dos características da lugar a varios tipos de fibras. (Felipe y Pinto, 2014, p. 29)

##### **2.2.4.1. Por el modo de propagación**

“Un modo es simplemente una trayectoria o camino. Si solo hay una trayectoria que pueda tener la luz por el cable, se llama modo único o monomodo. Si hay más

de una trayectoria, se llama modo múltiple o multimodo” (Felipe y Pinto, 2014, p. 29).

#### **2.2.4.2. Por el perfil de índice de la fibra**

El perfil de índice de una fibra óptica es una representación gráfica del índice de refracción en la sección transversal de la fibra. El índice de refracción se grafica en el eje horizontal y la distancia radial al centro es el eje vertical.

Hay dos tipos básicos de perfiles de índice: escalonados y graduado. Como se muestra en la Figura 12.

Una fibra de índice escalonado tiene un núcleo rodeado por un revestimiento externo con índice de refracción uniforme pero menor que el del núcleo. En este tipo de fibra hay un cambio abrupto de índice de refracción en la interfaz entre núcleo y revestimiento.

En una fibra de índice graduado no hay revestimiento y el índice de refracción del núcleo no es uniforme: es máximo en el centro y disminuye en forma gradual de acuerdo con la distancia hacia la periferia. (Felipe y Pinto, 2014, p. 30).

#### **2.2.4.3. Configuración de la fibra**

De lo anterior, existen tres clases de fibra:

- a) Monomodo de índice escalonado;
- b) Multimodo de índice escalonado y
- c) Multimodo de índice gradual.

A continuación, una descripción de cada uno de ellos.

##### **a) Fibra monomodo de índice escalonado**

Tiene un núcleo con diámetro pequeño suficiente para que en teoría haya una sola trayectoria que siga la luz al propagarse por el cable. El diámetro del núcleo está entre  $8\mu\text{m}$  y  $11\mu\text{m}$ . El índice de refracción del núcleo es ligeramente mayor que el del revestimiento (1,5 a 1,49). El ángulo crítico está entre  $70^\circ$  y  $77^\circ$ , haciendo

que el ángulo de aceptación sea pequeño, dificultando acoplar la luz en la interfaz aire-fibra. Ver la Figura 12.

b) Multimodo de índice escalonado

Se parece a la configuración monomodo, pero tiene un núcleo de mayor diámetro ( $50\mu\text{m}$  o  $62,5\mu\text{m}$ ). Por esta razón, tiene mayor ángulo de aceptación permitiendo la entrada de más luz a la fibra. Existen múltiples trayectorias que sigue la luz, es decir, no todos los rayos siguen la misma trayectoria, por lo tanto, cada rayo tendrá tiempos diferentes para propagarse a lo largo del cable. Ver la Figura 12.

c) Multimodo de índice gradual

Se caracterizan porque el índice de refracción del núcleo no es uniforme, variando desde uno mayor en el centro y disminuyendo gradualmente hasta la periferia. La luz en este tipo de fibras se propaga por refracción. Debido a que la velocidad de la luz decrece con el crecimiento del índice de refracción, la velocidad de la luz para modos cerca del centro del núcleo es menor que en la zona cerca al límite con la corteza, con lo cual los rayos de la periferia que recorren mayor distancia tienen mayor velocidad y los que en el centro recorren menor distancia tienen menor velocidad, tardando aproximadamente lo mismo en recorrer la longitud de la fibra. (Felipe y Pinto, 2014, p. 30). Ver la Figura 12.

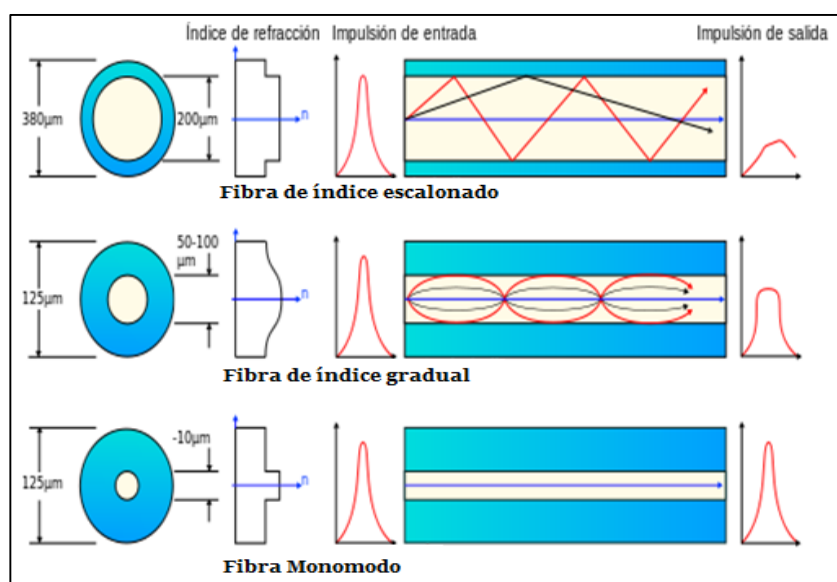


Figura 12. Clasificación de la Fibra Óptica.

Fuente: <https://www.debacher.de/wiki/Rechnernetze>

## 2.2.5. Atenuación de la Fibra Óptica

Según Telpro Madrid (2018) también se conoce como pérdida de transmisión. Se puede definir como la pérdida de potencia óptica cuando la luz viaja a largas distancias dentro de un medio de transmisión. Se define como la relación de la potencia óptica de entrada ( $P_i$ ) y la potencia de salida óptica ( $P_o$ ) (s.p.). Como se muestra en la Figura 13.

$$\text{Atenuación} = (10/L) \log_{10}(P_i/P_o)$$

La unidad de atenuación es dB/km.

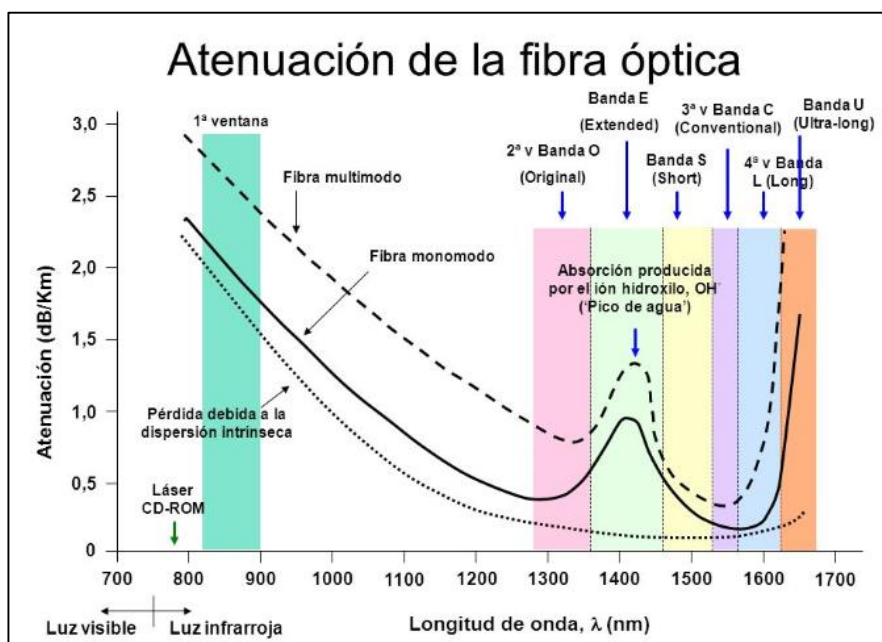


Figura 13. Atenuación de la fibra óptica.

Fuente: [https://www.aulacli.es/redes/secuencias/p02\\_04\\_05\\_atenuacion\\_yt.htm](https://www.aulacli.es/redes/secuencias/p02_04_05_atenuacion_yt.htm)

La atenuación es causada por distintos factores, los cuales son:

### 2.2.5.1. Pérdidas de la fibra óptica por absorción

Una de las formas principales de la pérdida de señal en la fibra óptica. Cuando la luz viaja en las impurezas del vidrio / medio de fibras en el canal. Tales como partículas de metal o de humedad en la fibra pueden bloquear parte de la luz, absorber y disipar la luz en forma de calor que resulta en pérdida. Así la pérdida de

la absorción puede ser definida como la porción de pérdida de señal debido a su conversión en otras formas de energía tales como calor.

#### **2.2.5.2. Pérdidas de la fibra óptica por flexión**

Como su nombre sugiere estas pérdidas se producen debido a la flexión de la fibra, ya que altera el camino de la señal luminosa. Es de dos tipos:

**Macro curvaturas:** El plegado de las fibras ópticas en curvas cerradas se conoce como macro curvaturas. Esto crea un ángulo demasiado agudo que parte la luz que ya no se refleja de nuevo en la fibra y se escapa del revestimiento resultando en pérdida de señal. La pérdida óptica aumenta a medida que el radio de la fibra disminuye. Diferentes fibras ópticas tienen diferentes especificaciones en cuanto a las curvas permisibles sin pérdida significativa de la señal. Para el estándar de fibra G.657.B.3 (Unión Internacional de Telecomunicaciones) el radio se ha estandarizado al nivel de 5 mm.

**Micro Curvas:** curvas pequeñas que son causadas por pellizcos o apretando de la fibra lo que conduce a deformaciones en la estructura de la misma. Esto se traduce en el desplazamiento de la luz y por lo tanto hace que ocurra la pérdida en la fibra óptica.

#### **2.2.5.3. Pérdidas de dispersión de Rayleigh y Mie**

La propagación de la luz dentro de la fibra se basa en la reflexión interna total. Cualquier irregularidad incluso las irregularidades a nivel molecular en la superficie de la fibra puede hacer que la luz vaya en direcciones aleatorias y se traduce en pérdidas de dispersión. (Telpro Madrid, 2018, s.p.)

Según Chomycz (como se citó en Gómez, 2015, p. 7), "Son producidas por irregularidades que se originaron en el material del núcleo de la fibra durante el proceso de fabricación de la misma, estas son difíciles de eliminar y se producen cuando los haces de luz inciden sobre las imperfecciones y se dispersan. La dispersión de Rayleigh toma importancia cuando el tamaño de la irregularidad es

menor que la longitud de onda del haz de luz; en cambio, la dispersión de Mie se da cuando la dimensión de la irregularidad es comparable con la longitud de onda de la señal”.

#### 2.2.5.4. Pérdidas del conector de fibra óptica

“Este tipo de pérdidas se producen en la interconexión de las dos fibras. Puede suceder si la conexión de la fibra no está alineada o tiene espacio de aire o tiene un diámetro desigual o han inclinado el eje” (Telpro Madrid, 2018, s.p.).

Los tipos de pérdidas del conector se representan según como se muestra en la Figura14.

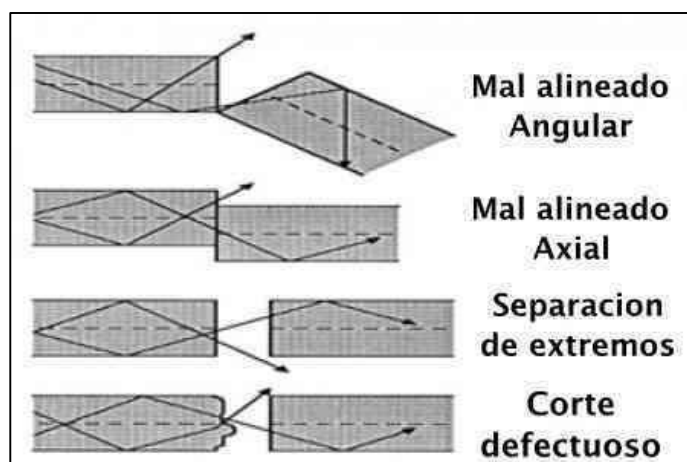


Figura 14. Tipos de mal alineado de conector.

Fuente: <https://telpromadrid.eu/fibra-optica/>

#### 2.2.6. Tipo de Cable de Fibra Óptica

Los cables de fibra óptica (CFO) deben cumplir las siguientes propiedades:

- Minimizar las pérdidas en las fibras.
- Permitir alta tensión si ruptura.
- Inmunidad a la humedad y al agua.
- Estabilidad de las características de la fibra a rangos de temperatura.
- Fácil manejo e instalación, especialmente con los equipos e instalaciones.
- Bajos costos de adquisición, instalación y mantenimiento.

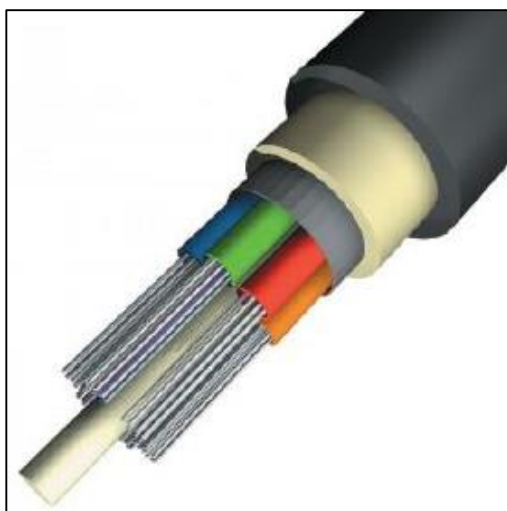


Los cables de fibra óptica pueden ser desde una forma simple o altamente sofisticados, dependiendo de los requerimientos y aplicaciones. (Felipe y Pinto, 2014, p. 92).

#### **2.2.6.1. Cable Armado**

“Este cable es utilizado en instalaciones subterráneas de fibra óptica, tiene una protección adicional entre las dos últimas capas de la fibra; puede soportar posibles aplastamientos y tiene protección contra roedores” (Gómez, 2015, p. 13).

Cable armado de fibra óptica o también llamado cable soterrado. Como se muestra en la Figura 15.



*Figura 15. Cable Soterrado de Fibra Óptica.*

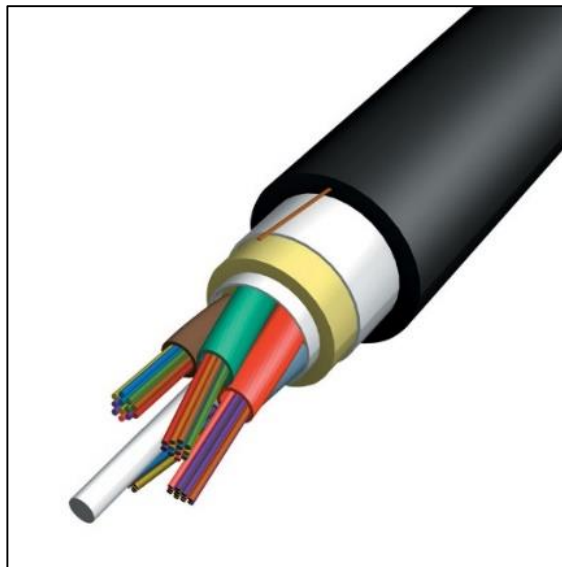
Fuente: <http://www.crttele.com/cable-soterrado-fibra-optica.html>

#### **2.2.6.2. Cable ADSS**

Según Gómez indica:

Son cables de fibra óptica autosoportados totalmente dieléctricos, este cable es inmune a las interferencias electromagnéticas ya que carece de elementos metálicos por lo que no requiere la instalación de tierras físicas. No utiliza cable mensajero, lo que hace ideal para instalaciones en distancias largas debido a su bajo costo y facilidad de instalación. Cuando se tiene la posibilidad de utilizar ADSS o Figura 8 se prefiere el primero por su facilidad de manejo e instalación. (2015, p. 13).

“Los cables ADSS no se ven afectados por los campos electromagnéticos, y se pueden instalar y mantener en líneas de muy alta tensión sin necesidad de tener que interrumpir el servicio eléctrico a los clientes” (Meave, 2009, “Cables Aéreos Auto-soportados”, s.p.). Como se muestra en la Figura 16.



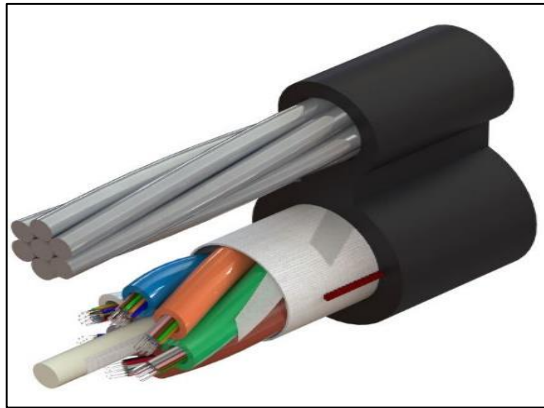
*Figura 16. Cable ADSS de Fibra Óptica.*

Fuente: <https://www.aflglobal.com/Products/Fiber-Optic-Cable/Aerial/ADSS/Flex-Span-ADSS-Fiber-Optic-Cable.aspx>

### **2.2.6.3. Cable Figura 8**

Según Gómez, el Cable Figura 8:

Se encuentra formado por el cable óptico y un mensajero metálico separados físicamente por un revestimiento de polietileno lo cual provoca un aumento en el diámetro del cable. La apariencia física de la sección transversal tiene la forma de un ocho. El hecho de tener un elemento metálico en su estructura provoca un problema en cuanto a la inmunidad del cable a las interferencias electromagnéticas. Por su facilidad de instalación y resistencia a la tracción es altamente recomendado en instalaciones aéreas de vanos largos. (2015, p. 13). Como se muestra en la Figura 17.



*Figura 17. Cable Figura 8 de Fibra Óptica.*

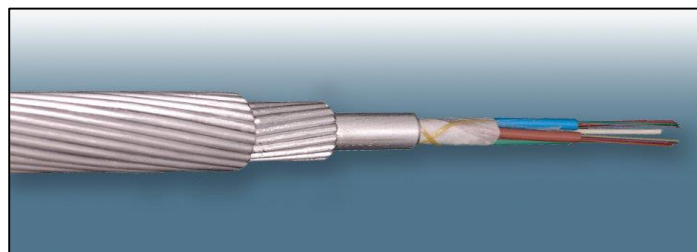
Fuente: <https://fibrasopticasdemexico.com/tienda/producto/cable-figura-8-cubierta-sencilla-mensajero-316/>

#### **2.2.6.4. OPGW (Optical Ground Wire)**

“El cable de fibra óptica OPGW es un cable para líneas eléctricas aéreas y tiene una doble funcionalidad; el de cable de guarda y el de comunicaciones al incluir las fibras ópticas en el interior del cable metálico” (Meave,2009, “Cables de guarda óptico”, s.p.). Como se muestra en la Figura 18.

Para Gómez, el OGPW:

Es un cable que tiene doble función, en el centro o núcleo del cable esta un tubo que lleva los hilos de fibra óptica y se rodea de cables a tierra, esto hace que este tipo de cable pueda reemplazar al cable de guarda de las redes eléctricas permitiendo optimizar el uso de las torres de las líneas de alta tensión y sus recursos. (2015, p. 13).



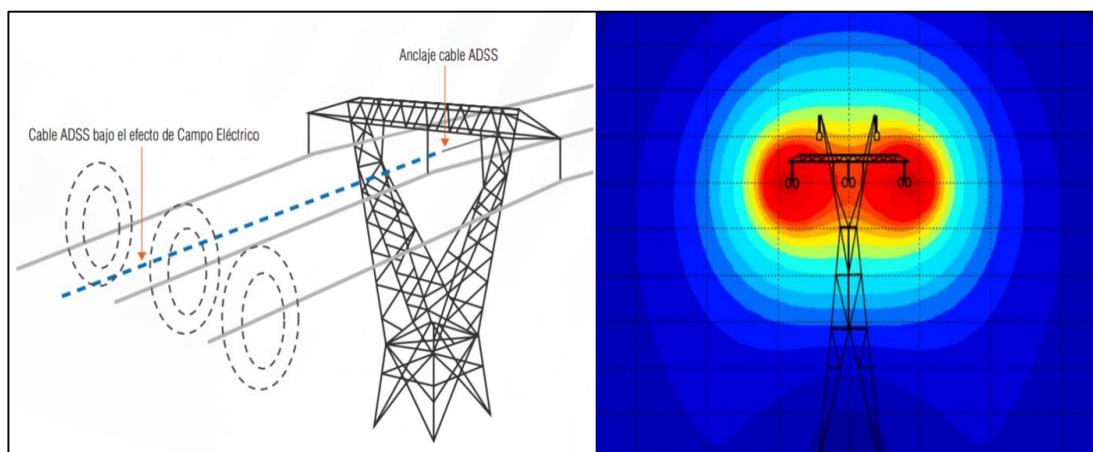
*Figura 18. Cable OPGW de Fibra Óptica.*

Fuente: <https://na.prysmiangroup.com/products-and-solutions/telecoms/telecom-networks/OPGW>

## 2.2.7. Efecto Tracking

De acuerdo, al Informe Técnico Furukawa se sostiene que:

La utilización de estructuras (torres) de transmisión de energía eléctrica para instalación de cables de fibra óptica es bastante común, lo que genera un ahorro significativo en comparación con otras formas de instalación. Sin embargo, aunque la relación costo beneficio sea bastante interesante, esta metodología también implica algunas dificultades. Un problema muy común es la erosión de la cubierta externa de los cables ópticos causada por el efecto tracking, en razón de la proximidad con los cables de alta tensión y el campo eléctrico existente. Explicando mejor: la exposición del cable al potencial eléctrico generado por la línea de transmisión de energía, sumada al efecto de intemperies (lluvia, radiación solar, etc.) y de la contaminación del ambiente, resulta en el surgimiento de regiones conductivas en la superficie de los cables ópticos. (2016, s.pp.). Como se muestra en la Figura 19.



*Figura 19. Campo eléctrico generado por los cables de energía.*

Fuente:

<https://www.furukawatam.com/sfc/servlet.shepherd/version/download/06861000002pt4TAAQ?asPdf=false&>.

Además, el informe Técnico Furukawa indica:

En esas condiciones, cuando dos regiones húmedas delimitan una región seca intermedia, ocurre el surgimiento de un gradiente de potencial. Entre más grande el nivel de contaminación del ambiente, será más intensa la descarga eléctrica generada entre las regiones húmedas, una vez que las partículas de contaminación depositadas en la superficie del cable incrementan el nivel de corriente eléctrica en el momento de la descarga. Las pequeñas y constantes descargas eléctricas que surgen entre las dos regiones húmedas, por fin, ocasionan el calentamiento, la quiebra de las cadenas poliméricas y otras reacciones químicas en el material que constituye la cubierta externa de los cables ópticos. Tal efecto es acompañado por cintilaciones luminosas (corrientes de fuga) y acaba formando un “rastro”, que es un camino conductor permanente que aparece en la superficie del material aislante. Este es el fenómeno del “Efecto Tracking” también conocido como “Dry Band Arcing”, que acaba dañando el material de la cubierta externa del cable óptico, comprometiendo totalmente su protección. Para evitar los efectos nocivos del fenómeno, es necesario utilizar materiales de cubierta “anti-tracking” en los cables ópticos ADSS (All Dielectric Self-Supporting) instalados en locales de potencial eléctrico igual o superior a 12kV. (2016, s.pp.). Como se muestra en la Figura 20.



Figura 20. Cable óptico degradado por el efecto Tracking.

Fuente:

<https://www.furukawatam.com/sfc/servlet.shepherd/version/download/06861000002pt4TAAQ?asPdf=false&>.

Para Di Palma, de acuerdo a los ensayos de la norma de la IEEE std 1222 indican:

Para los cables ADSS con cubierta Clase A, no se requieren ensayos eléctricos. Un cable con cubierta tipo Clase A, se entiende será utilizado cuando la Línea de AT se encuentre por debajo de 110kV y por ende el nivel de esfuerzo eléctrico no excederá los 12kV de potencial espacial actuando sobre la cubierta del cable. Para los cables ADSS con cubierta tipo Clase B, implica que el cable podrá ser utilizado en Líneas de AT por encima de 110kV y que por lo tanto requieren ensayos eléctricos. Corresponde a un nivel de esfuerzo eléctrico que excede los 12kV de potencial espacial actuando sobre la cubierta del cable. (s.f., p. 5)

### 2.2.8. Tendido de Cables Ópticos

Los cables de fibra óptica pueden ser instalados en torres de alta tensión, postes de media tensión, postes baja tensión o alumbrado público y postes de comunicaciones. Como se muestra en la Figura 21.

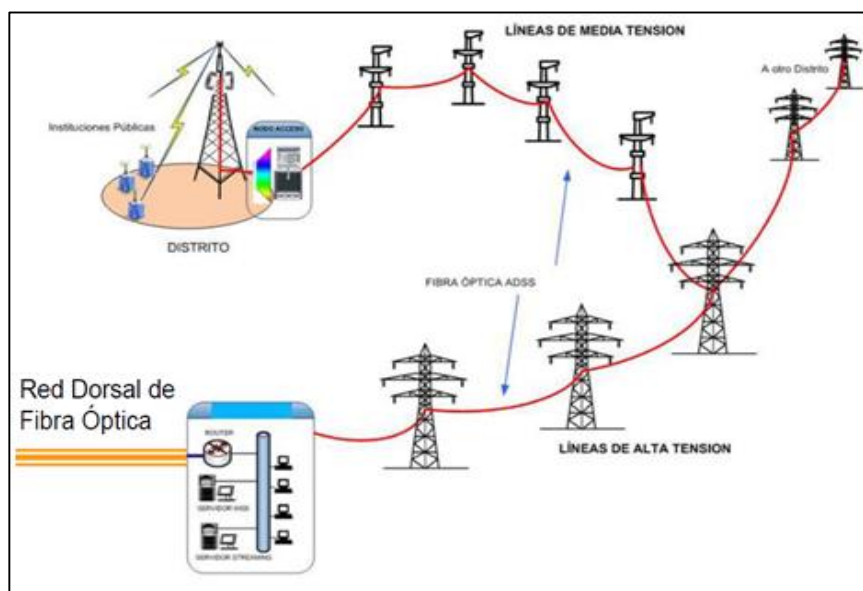


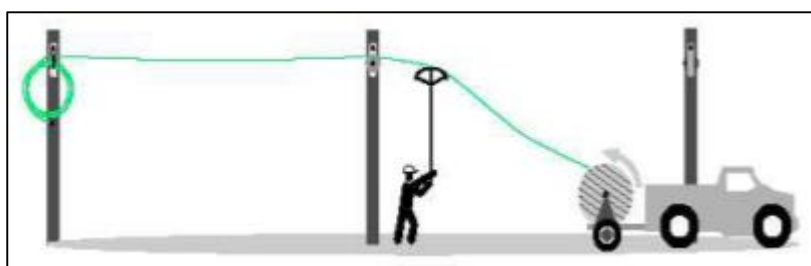
Figura 21. Despliegue de CFO ADSS en líneas de AT y MT.

Fuente: <https://www.fitel.gob.pe/noticia-proinversion-aprobo-plan-promocion-proyectos-regionales-para-ayacucho-apurimac-huancavelica-lambayeque.html>

Presenta dos tipos de tendido; aéreo y subterráneo los cuales se detallan a continuación:

### 2.2.8.1. Tendido aéreo

“Destinado para sitios en donde no existe canalización o existe saturación de cables. Este tendido se implementa para enlaces metropolitanos o áreas rurales, siempre y cuando se cuente con posteraía existente” (Yacchirema, 2016, p. 32). Como se muestra en la Figura 22.



*Figura 22.* Tendido aéreo de cable de fibra óptica.

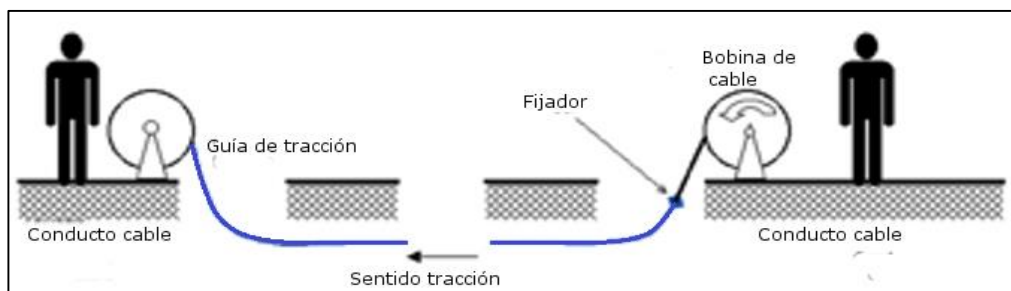
Fuente:[http://www.cursos.ucv.cl/eie46300/presentaciones/instalaci%F3n\\_a%E9rea.pdf](http://www.cursos.ucv.cl/eie46300/presentaciones/instalaci%F3n_a%E9rea.pdf)

Sin importar el método de tendido que se utilice un factor que influyen en la instalación es el estrés mecánico, pues el cable puede dañarse si se excede el radio mínimo de curvatura y la tensión de tracción máxima permisible especificado por el fabricante, a fin de precautelar el tiempo de vida útil del cable se debe eliminar por completo la ocurrencia de deformaciones durante la instalación del cable óptico. (Yacchirema, 2016, p. 34)

### 2.2.8.2. Tendido subterráneo

Para realizar este tipo de tendido se debe desplegar el cable óptico a lo largo de los ductos que existen dentro de las cámaras o pozos. Además, se debe dejar 30 metros de reserva por cada 500 metros de cable instalado en pozos con cambio de dirección mientras que para pozos de paso se colocará fijo en la pared de 3 a 4 metros de cable. Para realizar empalmes canalizados se debe dejar 15 metros de

reserva en cada extremo del cable. (Yacchirema, 2016, p. 34). Como se muestra en la Figura 23.



*Figura 23.* Tendido subterráneo de cable de fibra óptica.

Fuente: <https://www.conelectronica.com/fibra-optica/curso-fibra-optica/tipos-de-instalacion-de-fibra-optica>

### 2.2.9. Componentes de Enlace Óptico

El CFO requiere de elementos esenciales para la instalación sobre infraestructura eléctrica.

#### 2.2.9.1. ODF

“Permite habilitar los hilos de fibra óptica del cable instalado a fin de conectorizarlos y conectarlos físicamente hacia las interfaces de los equipos de transmisión” (Ramírez, 2013, p. 92). Como se muestra en la Figura 24.



*Figura 24.* ODF para rack.

Fuente: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1082/11/UPS-CT002151.pdf>



### 2.2.9.2. Caja de empalme

Caja de empalme para fibra óptica o también llamada mufa. Cuya función es alojar a las fusiones de fibra. Puede ser instalada de varias formas: fijada al poste en empalmes aéreos o en el interior de cámaras subterráneas. Posee un sellado de manera hermética y permite agregar o cambiar cables reiteradas veces. (Calixto, 2013, p. 80). Como se muestra en la Figura 25.



Figura 25. Caja de empalme para fibra óptica (Mufa).

Fuente: <http://www.plp.com.br/es/catalogos/item/409-cat%C3%A1logo-telecomunicaciones>

### 2.2.9.3. Herrajes para CFO

Son herrajes fabricadas de láminas metálicas para sujetar al cable, su función es ejercer presión y fricción directa sobre la chaqueta del cable de los cuales evita su deslizamiento.

“Para el cable ADSS, se utiliza otros tipos de herrajes tanto terminales como de paso y dispositivos adicionales para evitar oscilaciones del cable” (Ramírez, 2013, p. 88). Como se muestra en la Figura 26.

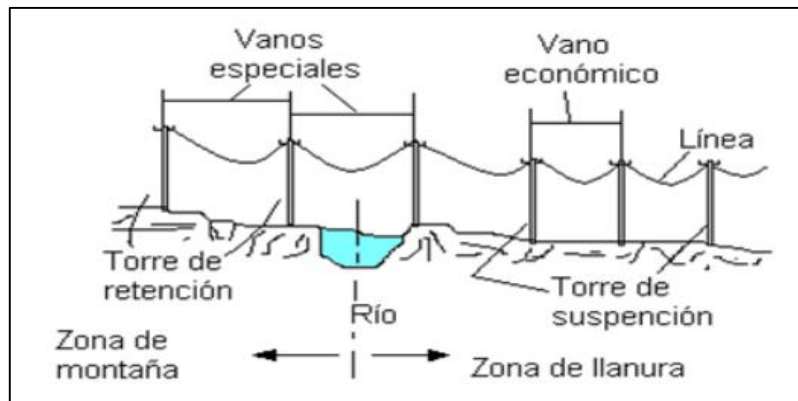


Figura 26. Herrajes para cables de fibra óptica.

Fuente: <https://www.textoscientificos.com/fisica/transmision-energia/lineas-alta-tension>

### Preformado de retención o terminal

Los herrajes terminales permiten sujetar el cable de manera envolvente sobre su chaqueta haciendo curvaturas suaves a través de una mayor separación desde el poste, utilizando: Como se muestra en la Figura 27.

- El herraje tipo A básico (1 herraje).
- Brazos extensores (2 brazos).
- Preformados (2 preformados) a cada lado del cable para sujeción todo esto compone el kit del herraje.
- Se los instala cuando hay cambios de dirección y en los extremos del tendido (al inicio y final) y en vanos mayores a 100 metros. (Ramírez, 2013, p. 89).

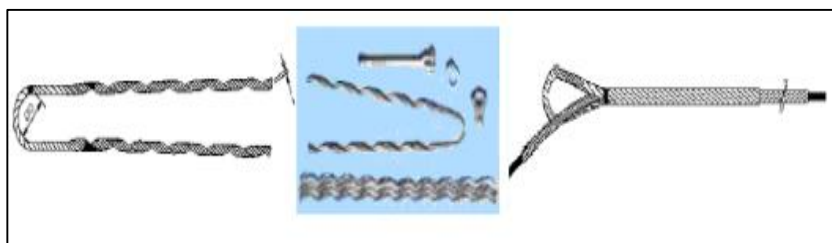


Figura 27. Retenciones o amarres para cable de fibra óptica ADSS.

Fuente: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1082/11/UPS-CT002151.pdf>

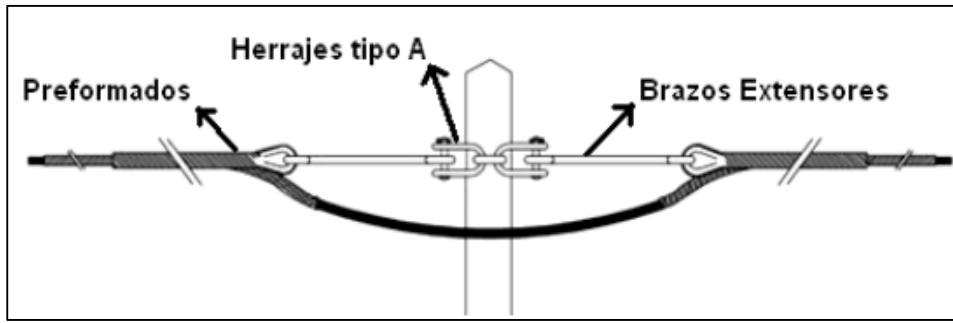


Figura 28. Preformados de Retención o Terminales.

Fuente: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1082/11/UPS-CT002151.pdf>

Herrajes para Torres, como se muestra en la Figura 29:

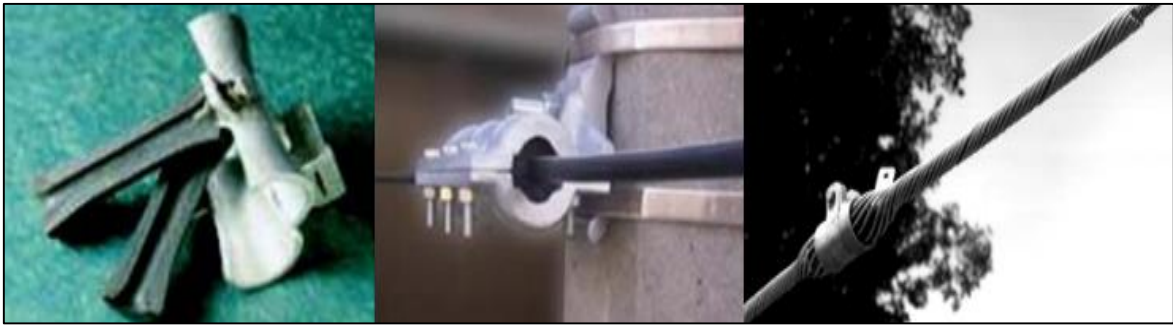


Figura 29. Herrajes para torres.

Fuente: Elaboración propia.

### Herrajes de paso o suspensión

Consiste en cajas de aluminio con un núcleo blando de caucho que permite la sujeción suave del cable. Los herrajes de paso permiten apoyar al cable en tramos que no producen ángulo en el punto de apoyo, además se debe colocar 1 por poste en tramos rectos. (Ramírez, 2013, p. 89). Como se muestra en la Figura 30.



*Figura 30.* Herrajes de paso o suspensión.

Fuente: Elaboración propia.

#### **2.2.9.4. Amortiguadores**

Utilizado para atenuar las vibraciones eólicas que tienen lugar en los cables de guardia y conductores, especialmente en líneas de transmisión. Como se muestra en la Figura 31.

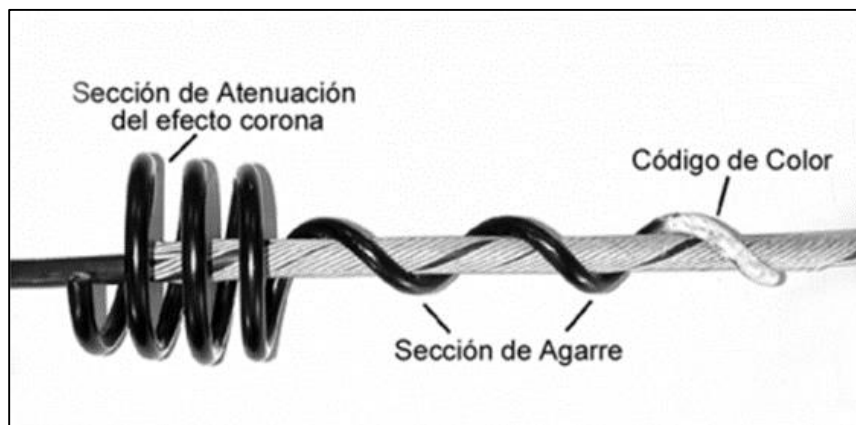


*Figura 31.* Amortiguadores en torres.

Fuente: (Yacchirema,2016, p.106)

#### **2.2.9.5. Atenuador de efecto corona**

El Atenuador de Efecto Corona (Corona Coil) fue proyectado para reducir los efectos eléctricos en las puntas de las varillas metálicas de protección de los conjuntos de anclaje y suspensión para cables de fibra óptica aéreos - ADSS. Cuando los cables ADSS se instalan cercanos a las líneas de transmisión están sometidos al campo eléctrico que está generado por la LT, el cual podrá dañar la capa externa del cable. Como se muestra en la Figura 32.



*Figura 32.* Corona coil.

Fuente: <http://www.plp.com.br/ar/operaciones-internacionales/item/17-atenuador-de-efecto-corona-corona-coil>

Elementos adicionales:

- Retenidas para sujeción de postes, postes proyectados o nuevos, identificadores de fibra óptica, grapas de bajada, crucetas para reserva de fibra óptica, etc.

## 2.2.10. Equipos de Medición Óptica

Entre los equipos utilizados para la realización de las mediciones de redes de fibra óptica tenemos:

### 2.2.10.1. OTDR (Optical Time Domain Reflectometer)

Para obtener una representación visual de las características de atenuación de una fibra óptica a lo largo de toda su longitud, se utiliza un reflectómetro óptico en el dominio en tiempo (OTDR) que dibuja esta característica en su pantalla de forma gráfica, mostrando las distancias sobre el eje X y la atenuación sobre el eje Y.

A través de esta pantalla se puede determinar información tal como la atenuación de la fibra, las pérdidas en los empalmes, las pérdidas en los conectores y la localización de las anomalías.

El ensayo mediante el OTDR, es el único método disponible para determinar la localización exacta de las roturas de la fibra óptica en una instalación de cable óptico ya instalado y cuyo recubrimiento externo no presenta anomalías visibles. Es el mejor método para localizar pérdidas motivadas por empalmes individuales, por conectores, o por cualquier anomalía en puntos concretos de la instalación de un sistema. Permite determinar si un empalme está dentro de las especificaciones o si es necesario rehacerlo. (Altamirano, 2017, p. 34). Como se muestra en la Figura 33.



*Figura 33.* Equipo de medición OTDR.

Fuente: <http://renttele.com/product/ftb-1/>

### **2.2.10.2. OLTS (Optical Loss Testers)**

OLTs por sus siglas en inglés (Optical Loss Testers) es un set de equipos de medición de redes ópticas, compuesto por un medidor de potencia y una fuente de luz. La fuente de luz nos da una potencia promedio, la cual viajará a través de la F.O. perdiendo potencia en todo el trayecto.

El medidor de potencia nos muestra la atenuación generada por conectores, dobleces, curvaturas, empalmes y cualquier otro desperfecto que tenga la fibra, generando el valor de la pérdida de señal (Atenuación) medida tanto en dBm como en dB. (Altamirano, 2017, p. 35). Como se muestra en la Figura 34.



*Figura 34. Equipo de medición OLTS.*

Fuente: <https://es.flukenetworks.com/datacom-cabling/fiber-testing/DTX-CLT-CertiFiber-Optical-Loss-Test-Set>

### **2.2.11. Normatividad**

El proyecto se debe regir a la normatividad que dictan los siguientes estándares:

- ANSI/TIA/EIA-568 B.3: Especifica los requisitos mínimos para componentes de fibra óptica usados en el cableado de telecomunicaciones en edificios comerciales y campus. Estos componentes pueden ser: cables, conectores, hardware de conexión, cordones, jumpers y equipo de pruebas en campo para fibras monomodo y multimodo de 50/125  $\mu\text{m}$  y 62.5/125  $\mu\text{m}$ .
- UIT-T G.652: Características de las fibras y cables ópticos monomodo. Describe las características geométricas, mecánicas y de transmisión de un cable monomodo diseñado para transmitir en la región de los 1310nm de longitud de onda en donde se tiene dispersión nula.
- ANSI/EIA/TIA 598A: Normas internacionales para la correcta identificación de los hilos de fibra han determinado los colores de los mismos. La norma ANSI/EIA/TIA 598A determina que el ordenamiento de los hilos se debe regir y

el color de la cobertura exterior de cable según el tipo de fibra (monomodo o multimodo).

- ANSI/EIA/TIA 606 A Norma de administración para la infraestructura de telecomunicaciones de edificios comerciales.
- ANSI/EIA/TIA 607 Requisitos de unión, instalación y puesta a tierra para telecomunicaciones. (Mallama, 2019, p. 71).



### **2.3. Definición de Términos Básicos**

A continuación, se hará mención a la definición de conceptos utilizados para la realización del presente proyecto.

#### **ADSS**

Cable Auto Soportado Completamente Dieléctrico, se utiliza para tendidos aéreos.

#### **OPGW**

Cable óptico a tierra, cable de acero y aluminio utilizado en líneas de transmisión y distribución de energía eléctrica, con fibras ópticas en su núcleo.

#### **OTDR**

Es un Instrumento óptico-electrónico usado para diagnosticar una red de fibra óptica.

#### **Cable de guarda**

Protege los conductores de fase de las descargas eléctricas directas. Cuando un rayo cae sobre la torre, los cables de guarda a ambos lados de la torre proporcionan caminos paralelos para la descarga a tierra

#### **Enlace**

Es el medio físico de conexión entre dos nodos de telecomunicaciones.

#### **SPAN**

Distancia máxima entre postes con una tolerancia de un 10% como máximo. El SPAN lo determina la estructura interna del cable (hilos de aramida).

#### **Flecha**

Distancia vertical máxima entre un vano de una línea aérea, medida desde el centro del conductor a la línea recta que une sus puntos de apoyo.

## **OLTS**

Es una herramienta de alta precisión que cuantifica las pérdidas totales de potencia óptica (atenuación) en un tramo de fibra óptica.

## **Fibra Óptica**

Medio físico de transmisión de información que se usa para desarrollar redes de telecomunicaciones.

## **Nodo**

Es la zona física donde se ubicará el cuarto de telecomunicaciones.

## **Bobina**

Cantidad de kilómetros de fibra óptica enrollados en un carrete de madera.

## **Empalme**

Técnica utilizada para unir permanentemente dos hilos fibras ópticas en una conexión.

## **Tendido**

Instalación del cable de fibra óptica de un enlace ya sea aéreo o subterráneo.

## **Planta externa (PEXT)**

Conjunto de elementos como cables, accesorios, postes, torres y dispositivos que se ubican a la intemperie hasta la interconexión entre ODF's.

## **Planta Interna**

Conjunto de equipos e instalaciones que se ubican dentro de los Nodos.

## **Distribuidor de Fibra Óptica (ODF)**

Elemento usado como punto de interconexión entre cable de fibra proveniente de la planta externa y equipos activos instalados en los nodos de la red de Fibra Óptica.

**UIT**

La Unión Internacional de Telecomunicaciones, es el organismo especializado de las Naciones Unidas en el campo de las telecomunicaciones y de las tecnologías de la información y la comunicación.

**CFO ADSS**

Cable de fibra óptica del tipo auto-soportado totalmente dieléctricos utilizados para estructuras de redes de líneas eléctricas.

**Caja de empalme**

Caja hermética donde se realizan los empalmes o uniones ópticas de fibras.

**SET**

Subestación eléctrica de transmisión.

**MEM**

Ministerio de Energía y Minas.

**EE**

Estructuras de postes o torres existentes en líneas eléctricas.

**IEEE**

Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, es una asociación mundial de ingenieros dedicada a la normalización y desarrollo en áreas técnicas de nuevas tecnologías.

**MOSA**

Abreviación de iniciales para referirse al enlace Mollepata y San Francisco, utilizados para la codificación de bobina (Tipo de SPAN - número de bobina-iniciales del enlace).

## **CAPITULO III**

### **3. DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

En el presente capítulo se plantea desarrollar en seis secciones.

La primera sección análisis de la Set Mollepata y Set San Francisco comprende el análisis de la ubicación geográfica de ambas subestaciones eléctricas y la descripción actual de la red, la segunda sección se describe los requerimientos solicitados por la operadora Eléctrica Electrocentro, la tercera sección corresponde el diseño de la ingeniería, la cuarta sección se desarrolla el presupuesto de atenuación total del enlace, la quinta sección se mostrará el diagrama de empalmes georreferenciado y la sexta sección el análisis de costos y cronograma comprende el desarrollo de los costos de materiales, de la ingeniería y montaje, por ultimo realizar el cronograma de actividades.

#### **3.1. Análisis de la Set Mollepata y Set San Francisco**

Las subestaciones eléctricas a enlazar mediante la tecnología por fibra óptica, cuentan con una red eléctrica existente de acuerdo al Ministerio de Energía y Minas, es por ello su análisis.

El Ministerio de Energía y Minas (MEM), informó la puesta en funcionamiento de la línea de transmisión de 66 KV Ayacucho-San Francisco y las Sub Estaciones (SE) Mollepata (de regulación) y San Francisco (de distribución), que beneficiará en su etapa total a más de 93 mil habitantes de la zona del VRAE. (Epena, 2009).

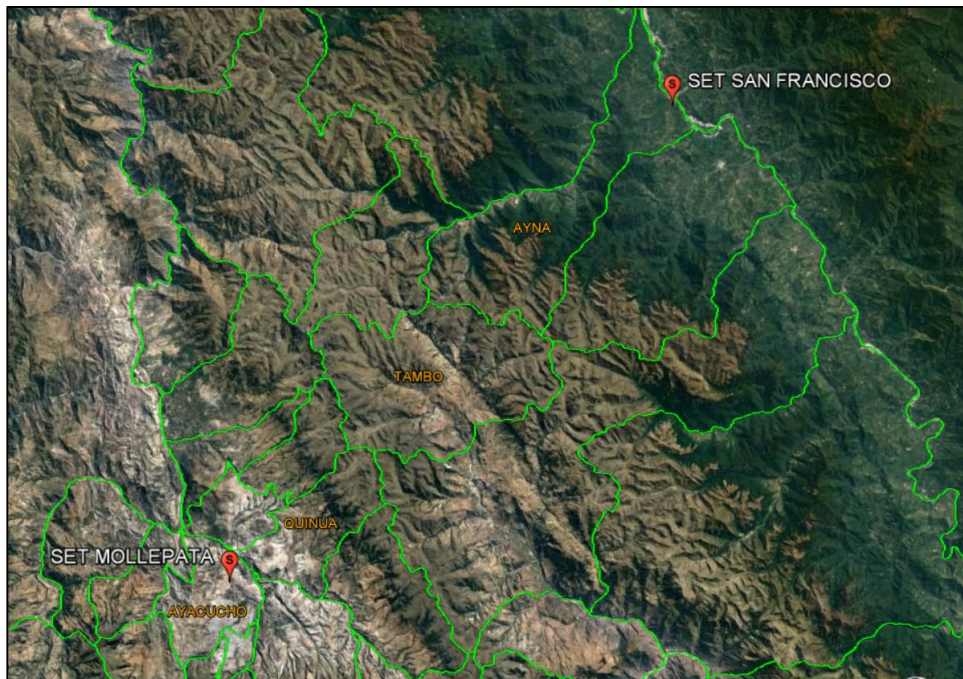
##### **3.1.1. Ubicación geográfica**

El área de ubicación del proyecto se encuentra en el departamento de Ayacucho, comprendiendo básicamente las provincias de Huamanga y La mar.

La línea eléctrica de ambas subestaciones involucra a los distritos de Ayacucho, Quinua, Tambo y Ayna pertenecientes a las provincias de Huamanga y La Mar respectivamente. Como se muestra en la Figura 35.

Coordenadas geográficas:

- Set Mollepata: S13°7'5.69" O74°13'12.71"
- Set San Francisco: S12°37'52.90" O73°47'19.41"



*Figura 35. Ubicación geográfica de Set Mollepata y Set San Francisco.*

Fuente: Elaboración propia.

### **Zona de Acceso**

Según el informe N°3, el Ministerio de Energía y Minas indica:

El recorrido de la línea de transmisión en gran parte es paralela a la Carretera Ayacucho – San Francisco. Los terrenos en general son accidentados en la mayor parte y ondulados en algunas zonas. Las zonas accidentadas comprenden quebradas profundas con presencia de abundante vegetación en la zona de ceja de selva, mientras que las zonas onduladas comprenden cerros no accidentados y en algunos

tramos se caracteriza por la existencia de terrenos de cultivo. (2006, p.1.35).

## **Clima**

Según el informe N°3, el Ministerio de Energía y Minas indica:

En todo el recorrido de la línea se presentan hasta dos climas claramente diferenciados, siendo el clima frío característico de las zonas altas de la sierra que varían entre los 3 000 y 4 300 m.s.n.m., y el clima cálido característico de la zona de ceja de selva que va desde los 700 hasta los 3 000 m.s.n.m. El ambiente es limpio y de baja contaminación. (2006, p.1.35)

### **3.1.2. Descripción actual de la red**

La red de Electrocentro, en específico la set Mollepata y Set San Francisco solo cuentan con conexión eléctrica, como se muestra en la Figura 36.

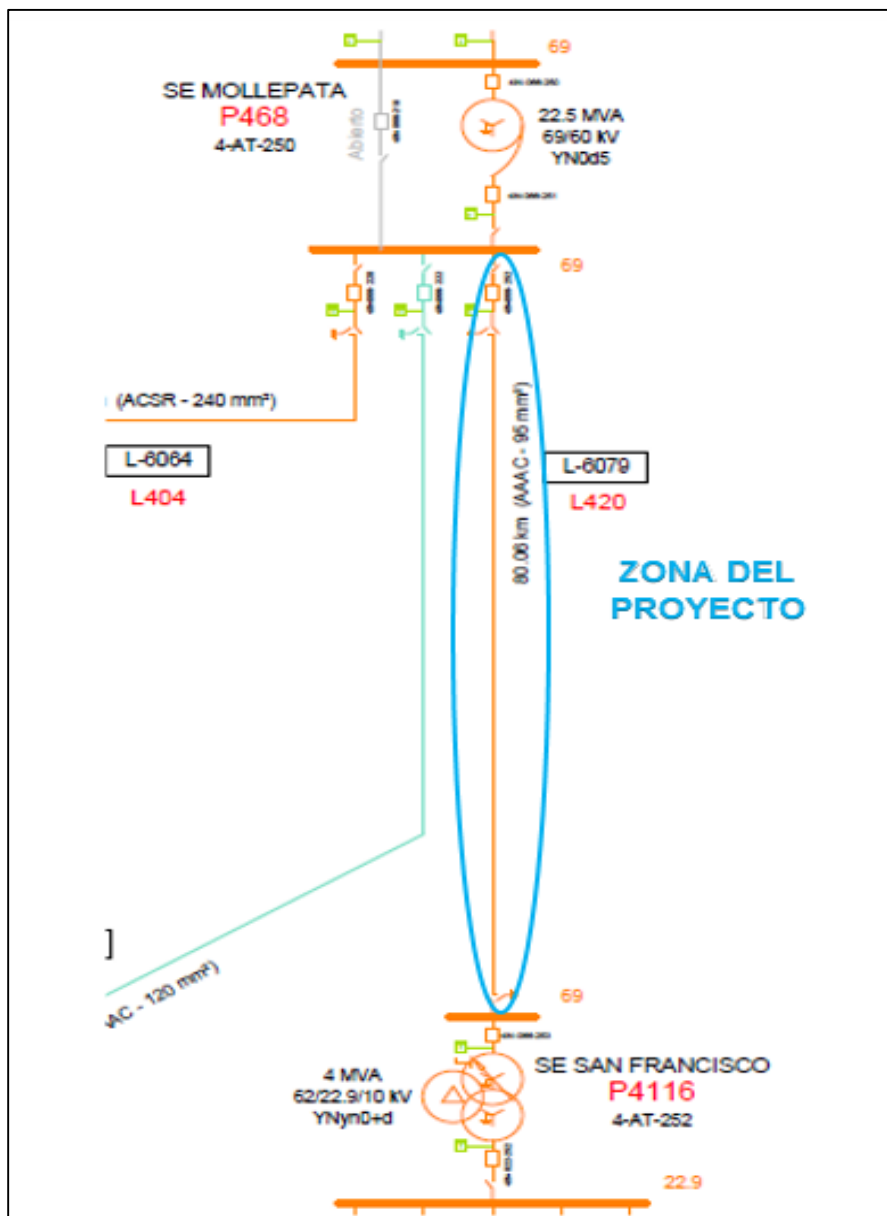


Figura 36. Plano Eléctrico del Proyecto.

Fuente: TDR de Electrificadora Electrocentro

Las características principales de la línea de transmisión son:

Tabla 2. Características de la línea de transmisión.

Tensión de servicio	66 KV
Estructuras	Torres Metálicas Autosoportadas
Cantidad de estructuras	194
Altura de estructura	20 m
Ancho mínimo servidumbre	16 m

Fuente: Elaboración propia.

### **3.2. Consideraciones Preliminares**

Para el presente proyecto se debe considerar ciertos requerimientos mínimos solicitado por la Operadora Eléctrica Electrocentro.

- El Cable de Fibra Óptica debe ser monomodo de estándar G.652D de 48 hilos para ambas subestaciones eléctricas.
- Considerar el tendido aéreo y/o subterráneo.
- La fabricación del cable de fibra óptica debe cumplir con el Control de Manufactura ISO 9001, codificada según norma EIA/TIA-598, operar en todo el espectro 1260 a 1625 nm, diámetro de campo modal  $\leq 9.2$  y  $\leq 10.4\mu\text{m}$ , 035/0.25 dB/km y 1310/1550 nm, atenuación kilométrica de  $\leq 0.35/0.25$  dB/km.

### **3.3. Diseño de Ingeniería de Planta Externa**

El diseño del enlace de planta externa (PEXT) mediante cable de fibra óptica, como proceso se tendrá primero que verificar la ubicación de los nodos a conectar, seguido de su geografía, verificar la existencia de red vial que conecten ambos nodos, como también la existencia red eléctrica y las zonas monumentales o arqueológicas (para su posible desvío ruta por ser zona privada), con ello seguir los criterios para el estudio en campo, criterios diseño de la red física y el cantidad de los componentes a requerir para la etapa de construcción o tendido del cable de fibra óptica.

#### **3.3.1. Criterios para el estudio de campo**

El estudio en campo consiste en realizar el levantamiento de información geolocalizado de cada estructura eléctrica o estructura nueva utilizando el equipo GPS, con el propósito de brindar información de las rutas existentes que conectarán a las subestaciones. Como se muestra en la Figura 37.

##### **1) Criterios para estructuras existentes**

- Evitar transformadores o condensadores en postes de energía.
- Verificar estado del poste o torre (necesario estructuras en buen estado).



- Entre cada infraestructura adyacente verificar que existe línea vista para el tendido del cable de fibra óptica.
- Verificar si existe cruce con línea de energía o de telecomunicaciones para la distancia mínima de seguridad.

2) Criterios para estructuras nuevas

- La distancia entre postes nuevos debe ser menor a 200 m.
- No cruzar carreteras en forma diagonal, solo hacerlo en forma perpendicular en los casos que sean necesarios.
- Considerar que los postes a instalarse deben tener línea de vista para la instalación del cable de fibra óptica.
- Considerar que la distancia de separación del borde exterior de la red vial a los postes de comunicación no debe ser menor a 8.00 m (Derecho de vía de la carretera).
- Para los casos en carreteras con curvas con poca distancia de derecho de vía, colocar guardavías o elementos de protección con señalización.
- No cruzar por sitios arqueológicos ni zonas privadas.



Figura 37. Flujo de Levatamiento de Información.

Fuente: Elaboración propia.

**3.3.2. Criterios de diseño de la red física**

Establecer el tipo de cable de fibra óptica para vanos de 200, 300, 400, 600, 800 1000 y criterios de selección para los componentes a emplear (herrajes, soportes, amortiguamiento, rótulos y accesorios en general).

Criterios a considerar para indicar del tipo de cable de fibra óptica y sus accesorios para el soporte de la red física de comunicación en estructuras eléctricas:

- 1) Tipo de cable CFO según su span:

Tabla 3. *Tipo de Cable ADSS - SPAN.*

Nro. de fibras 48	Tipos de Cables ADSS-SPAN				
	ADSS-200	ADSS-300	ADSS-400	ADSS-600	ADSS-1000
Diámetro exterior (mm)	12.3 ± 0.5	13.1 ± 0.5	13.4 ± 0.5	13.9 ± 0.5	15.0 ± 0.5
Resistencia a la tracción (daN)	113 ± 20	133 ± 20	137 ± 20	148 ± 20	173 ± 20
Peso (kg/km)	573	850	1079	1534	2429

Fuente: Ficha Técnica de cable fibra óptica ADSS Prysmian.

- 2) Según el vano y el span: El span es la distancia máxima entre vanos (postes) que se van a tener en un enlace con una tolerancia de 10% como máximo.

Tabla 4. *Cuadro de Vano y SPAN.*

Vano (m) + Tolerancia (%)	SPAN
Hasta 200 + 10%	200
Hasta 300 + 10%	300
Hasta 400 + 10%	400
Hasta 600 + 10%	600
mayores 600 + 10%	1000

Fuente: Elaboración propia.

- 3) Según el vano y la flecha (sag): Distancia medida verticalmente desde el conductor hasta una línea recta imaginaria que une sus dos puntos de soporte. A menos que otra cosa se indique, la flecha siempre se medirá en el punto medio. Como se muestra en la Figura 38.

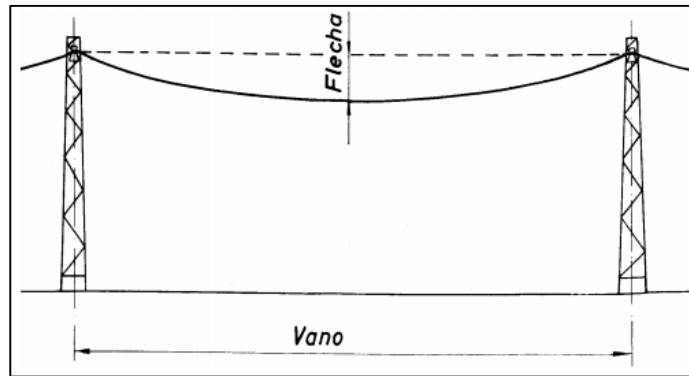


Figura 38. Vano y Flecha.

Fuente: [http://www.geocities.ws/tecno\\_sanpablo/apuntes/Tec/tec-m3.pdf](http://www.geocities.ws/tecno_sanpablo/apuntes/Tec/tec-m3.pdf)

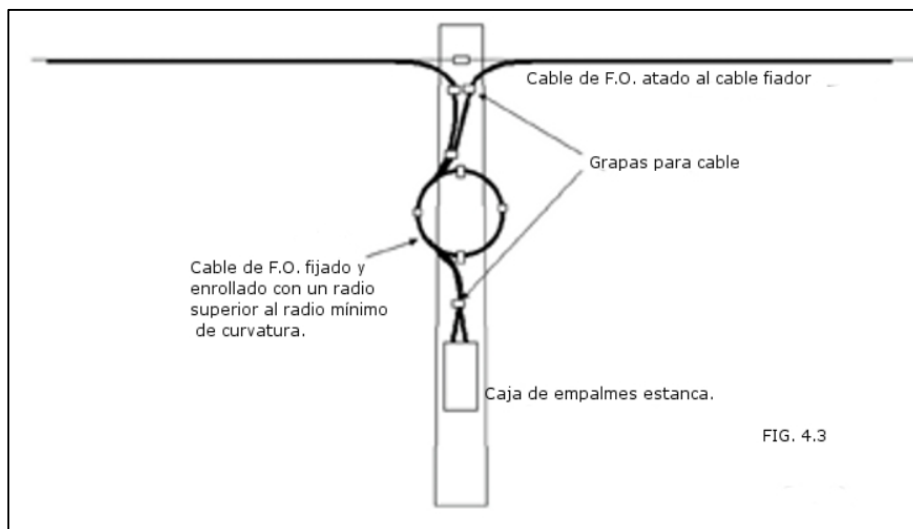
Tabla 5. Cuadro de Vano y Flecha.

Vano (m)	Flecha
$0 < a \leq 200$	1.5%
$200 < a \leq 300$	2%
$300 < a \leq 400$	2%
$400 < a \leq 600$	2.5%
$600 < a \leq 800$	3%
$800 < a \leq 1000$	4%
$a \geq 1000$	5%

Fuente: Elaboración propia.

4) Reservas de cable de fibra óptica: Las reservas se dejan a lo largo del tendido para que sea utilizada en el mantenimiento de la red, considerando algunos puntos:

- Reservas de 50 metros al inicio y final del enlace.
- Reservas de 50/50 metros en cada cambio de CFO o en cada empalme (SPAN 200, 300, ..., 1000).
- Se utilizan crucetas para reservas de CFO, respetando el radio mínimo de curvatura de la fibra. Ver Figura 39.



*Figura 39. Caja de empalme y reserva de fibra óptica.*

Fuente: <https://www.conelectronica.com/fibra-optica/curso-fibra-optica/tipos-de-instalacion-de-fibra-optica>

5) Caja de empalme: Son instalados cada 4 kilómetros (un solo tipo de SPAN) y/o en cada cambio de SPAN.

6) Herrajes para cable de fibra óptica:

- Kit de retención: Permite la fijación y/o anclaje del cable ADSS al poste o torre se debe de diseñar en un cambio de dirección mayor a 30°, un tramo largo, uno terminal o inicio de red, bajante o pasante en terrenos inclinados, donde se proyecte reservas y cajas de empalmes.
- Kit de suspensión: El set de suspensión permite la fijación y/o anclaje del cable ADSS al poste o torre facilitando la suspensión en un tramo pasante.

El kit de suspensión tiene como mínimo los siguientes componentes:

- Carcasa: Fabricada en aleación de aluminio.
- Cauchos: Par de cauchos inyectados resistentes a los rayos ultravioleta y a la humedad, permite un suave agarre sobre el cable.
- Eslabón y Barra de Extensión: Barra de acero forjado para alejar el conjunto de la superficie del poste o torre, galvanizada por inmersión en caliente.

- Varilla Helicoidal Exterior: Varilla formada por varios alambres de acero y/o aluminio, la varilla de alambres de acero es galvanizada por inmersión en caliente y con un recubrimiento final de aluminio, el extremo de cada alambre debe estar redondeados. Sirve como protección exterior de la chaqueta o superficie del cable ADSS, en vanos medios y largos se debe implementar en el kit de suspensión varillas de protección adicionales a la exterior es decir varillas medias e internas.
- 7) Amortiguadores: Los Amortiguadores de oscilaciones no son corrosivo y tiene una dureza superficial que no desgasta la chaqueta del cable.

Tabla 6. Cuadro de Vano y Amortiguador.

Vano (m)	Amortiguadores (cant.)
0 a 244	2
245 a 488	4
489 a 732	6
733 a 976	8
977 a 1220	10
1221 a 1464	12

Fuente: <http://www.plp.com.br/es/catalogos/item/409-cat%C3%A1logo-telecomunicaciones>

- 8) Corona Coil: Utilizado para reducir los efectos eléctricos. Se proyecta corona coil en líneas de alta tensión (AT).
- 9) Grapas de bajada: Utilizado para la bajada del cable de fibra óptica tanto en postes o torres, para el presente proyecto se usará al inicio y fin el enlace.

### 3.3.3. Desarrollo del diseño

Para el desarrollo del diseño del enlace de comunicación de planta externa entre la Set Mollepatá y la Set San Francisco se seguirá el esquema mostrado en la Figura 40, además se ha de considerar principalmente la selección de ruta, la ubicación de las torres, la distancia total, el cable de fibra óptica y los materiales a utilizar.

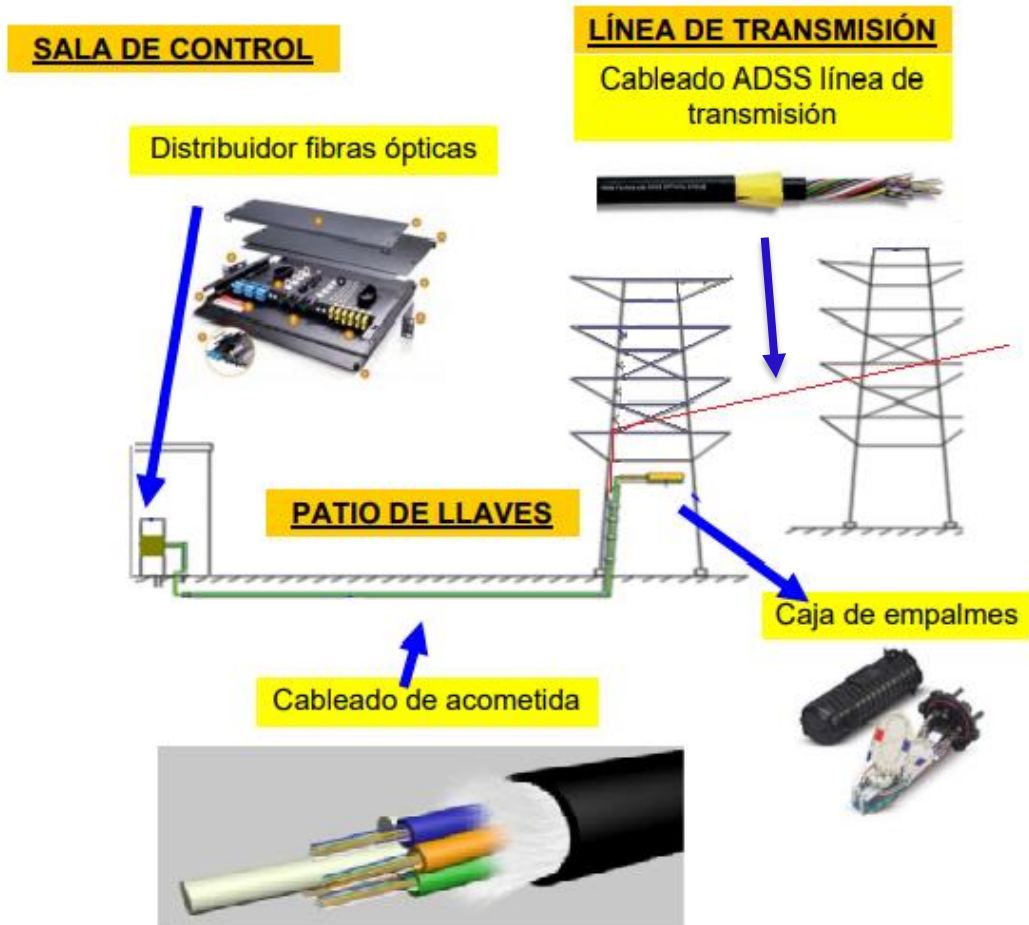


Figura 40. Diseño del Enlace de Fibra Óptica en Planta Externa.  
Fuente: Elaboración propia.

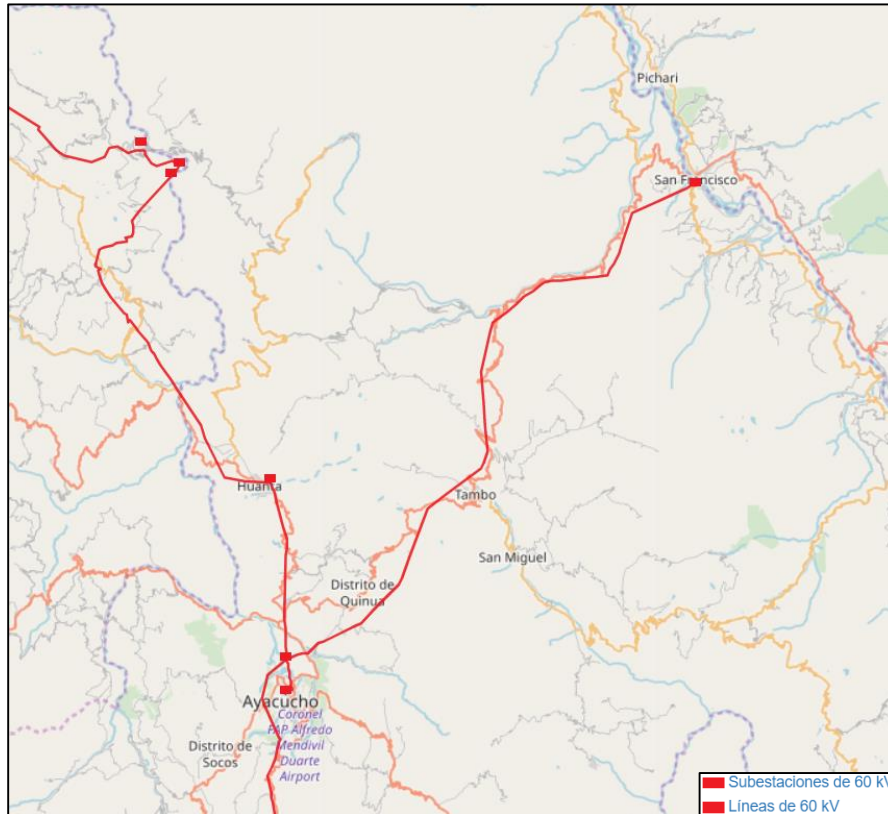
### 3.3.3.1. Selección de ruta

Se evaluará las redes eléctricas para mapeo de la ruta física donde recorrerá el cable de fibra óptica.

#### Red Eléctrica

Para verificar la existencia de infraestructura eléctrica o propietarios de los mismos que serán involucrados en el enlace de fibra óptica, se adquiere información de OSINERGMIN. Las recomendaciones del caso, si no hubiese red eléctrica existente, se procede a realizar el análisis en red vial tanto nacional como departamental para la ubicación y proyección de estructuras nuevas (postes). A

ello, conlleva a verificar las zonas arqueológicas por prohibición de tendido de CFO y no ocasionar un impacto ambiental y visual por futuras instalaciones de postes nuevos.



*Figura 41. Línea Eléctrica Mollepata – San Francisco (L-6079).*

Fuente: <https://www.osinergmin.gob.pe/newweb/uploads/Publico/MapaSEIN/#>

Según se muestra en la Figura 41, se verifica la existencia de redes eléctricas siendo la línea L-6079 como la única que conecta a ambas subestaciones para luego ser corroborado en el levantamiento en campo, de tal forma de utilizar todos los postes o torres eléctricos que se encuentren en buen estado en todo el tramo y dejando como segunda opción el diseño o proyección de postes nuevos por motivo de no generar sobrecostos al proyecto.

Tabla 7. Comparación de Tendido de Cable de Fibra Óptica.

CARACTERÍSTICAS	TENDIDO DE CABLE F.O	
	Aéreo	Subterráneo
Costo de instalación	Muy Bajo	Muy Alto
Permite el crecimiento de la red	Si	Si
Seguridad que ofrece al cable	Muy Baja	Muy Alta
Tiempo de instalación	Mucho	Excesivo
Molestias la ciudadanía	Baja	Alta
Usado a larga distancia, factores geográficos y ambientales	Si	Poco

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, el tendido del cable de fibra óptica seleccionado para el proyecto será aéreo, de acuerdo a la existencia de estructuras de líneas de transmisión de energía eléctrica, además esta clase de instalación es relativamente sencilla, facilita en la localización y corrección de roturas o averías del CFO con facilidad para su mantenimiento.

### Proyección geográfica de estructuras

Realizado el análisis de la ruta física y revisado las características propias de la línea eléctrica, según Tabla 2 y siguiendo en el proceso de diseño de PEXT para la ubicación geográfica y exportación de datos de coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator) se usa el software BaseCamp Garmin. Como se muestra en la Figura 42.

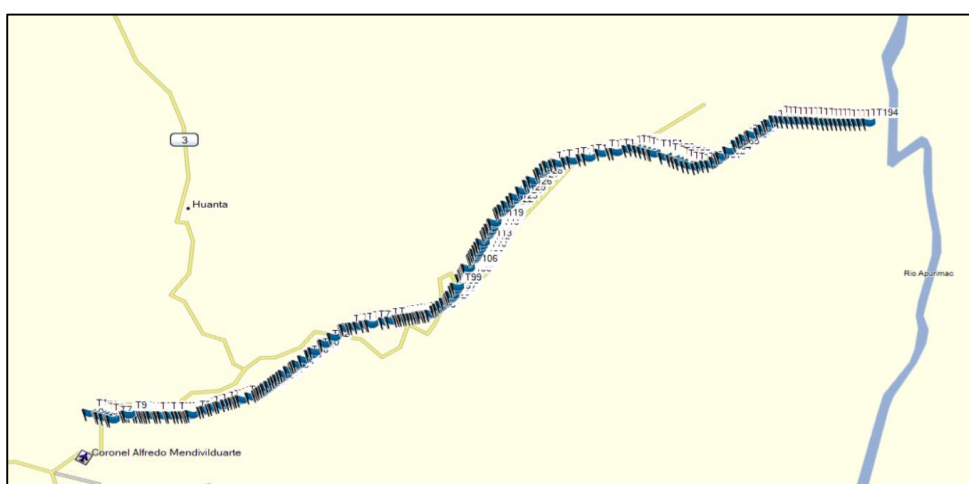


Figura 42. Enlace Set Mollepatá – Set San Francisco en BaseCamp.

Fuente: Elaboración propia.



### 3.3.3.2. Análisis del tipo de cable de fibra a usar

Uno de los aspectos a tener en cuenta es el tipo de cable de fibra óptica que se va requerir, considerando su uso en redes eléctricas de alta tensión debido al campo electromagnético que se propaga en su entorno.

A continuación, se muestra un análisis comparativo de 3 cables ópticos a utilizar en instalación aérea:

Tabla 8. Comparación entre cable ópticos ADSS, OPGW y Figura 8.

CARACTERÍSTICAS	ADSS	OPGW	FIGURA 8
Costo de cable	Bajo	Alto	Medio
Costo de instalación	Bajo	Alto	Bajo
Atenuación máxima en 1550 nm (dB/Km)	0.2	0.34	≤ 0.35
Cable dieléctrico	Si	No	Si
Resistencia a rayos	Si	Si	No
Durabilidad	Alta	Alta	Alta
Disponibilidad en fibras	SM/MM	SM	SM/MM
Acceso a fibras ópticas	Fácil	Difícil	Fácil

Fuente: Elaboración propia.

Según el análisis de la Tabla 8 y lo requerido para este proyecto en líneas de alta tensión 66 KV, se escoge el cable ADSS para tendido aéreo. De ello, se resalta además su nula interferencia electromagnética, su fácil mantenimiento, su bajo costo tanto en cable como instalación.

Se considerará el cable de fibra óptica de 48 hilos de acuerdo lo requerido por la Operadora Eléctrica.

- El cable ADSS cumplirá con las especificaciones de la UIT G.652 D, contará con cubierta exterior resistente a las corrientes de fuga ocasionadas por los campos electromagnéticos llamado fenómeno

“Tracking”, de acuerdo a la norma IEEE std P1222 el cable a utilizar será con cubierta Anti-tracking de clase A, Ver Anexo 3.



Figura 43. Cable de Fibra Óptica ADSS PRYSMIAN.

Fuente: <https://www.indiamart.com/proddetail/adss-aerial-fiber-optical-cable-19428466088.html>.

- Para el tendido subterráneo que abarca desde la caja de empalme terminal (mufa) localizada a los extremos de la línea eléctrica de alta tensión hasta el distribuidor óptico (ODF), ubicada dentro de la sala de control.

### 3.3.3.3. Componentes de Planta Externa

Realizado el análisis de proyección de ubicación geográfica de la estructura eléctrica, se procede luego detallar las características propias de cada torre en una plantilla técnica y se realizará la cantidad de materiales a usar en el tendido de cable de fibra óptica según los criterios mencionados en el punto 3.2.2 del presente trabajo.

De acuerdo a la plantilla técnica en el Anexo 2, se obtiene:

#### 1) Distancias, Flecha, Span y Ubicación de las estructuras

A continuación, se indicarán las distancias parciales entre estructuras (vano), la flecha, el span y la ubicación geográfica referencial apoyados con el Google Earth.

Tabla 9. Cuadro de Ubicación Geográfica de Estructuras.

ITEM	Código Referencial	Distancia entre Elementos	Flecha	Span	Posición – Zona 18 L	
					UTM X	UTM Y
1	T1	978.73	39.15	1200	584524	8549678
2	T2	134.51	2.02	1200	585457	8549966

3	T3	135.77	2.04	1200	585534	8549856
4	T4	458.92	11.47	1200	585666	8549884
5	T5	554.28	13.86	1200	586091	8549957
6	T6	190.26	2.85	1200	586609	8550048
7	T7	1230.96	61.55	1200	586791	8550083
8	T8	179.77	2.7	600	587656	8550952
9	T9	160.07	2.4	600	587769	8551070
10	T10	221.96	4.44	600	587913	8551136
11	T11	471.04	11.78	600	588117	8551223
12	T12	215.88	3.24	600	588552	8551403
13	T13	322.06	6.44	600	588750	8551485
14	T14	190.29	2.85	600	589044	8551613
15	T15	231.73	4.63	600	589219	8551685
16	T16	158.03	2.37	600	589431	8551777
17	T17	262	5.24	600	589573	8551846
18	T18	518.82	12.97	600	589801	8551972
19	T19	157.01	2.36	600	590274	8552185
20	T20	296.06	5.92	600	590415	8552254
21	T21	571.34	14.28	1000	590680	8552384
22	T22	151.62	2.27	1000	591194	8552631
23	T23	582.31	14.56	1000	591330	8552698
24	T24	291.52	5.83	1000	591860	8552939
25	T25	352.2	7.04	1000	592118	8553074
26	T26	300.08	6	1000	592428	8553235
27	T27	140.96	2.11	1000	592696	8553360
28	T28	177.4	2.66	1000	592797	8553458
29	T29	1048.42	41.94	1000	592922	8553580
30	T30	262.98	5.26	600	593671	8554313
31	T31	500.06	12.5	600	593859	8554496
32	T32	231.7	4.63	600	594212	8554843
33	T33	460.22	11.51	600	594374	8555004
34	T34	198.31	2.97	600	594700	8555321
35	T35	504.3	12.61	600	594841	8555458
36	T36	392.58	7.85	600	595191	8555804
37	T37	294.93	5.9	600	595467	8556074
38	T38	294.58	5.89	600	595675	8556274
39	T39	140.88	2.11	600	595879	8556475
40	T40	247.08	4.94	600	595978	8556573
41	T41	872.36	26.17	800	596153	8556745
42	T42	618.14	15.45	800	596775	8557351
43	T43	245.84	4.92	800	597200	8557766
44	T44	176.21	2.64	800	597285	8557989
45	T45	275.78	5.52	800	597347	8558151
46	T46	231.41	4.63	800	597447	8558408

47	T47	414.49	8.29	800	597529	8558624
48	T48	406.61	8.13	800	597675	8559004
49	T49	264.19	5.28	800	597822	8559375
50	T50	276.84	5.54	800	597912	8559615
51	T51	345.49	6.91	800	598010	8559868
52	T52	262.99	5.26	800	598139	8560186
53	T53	558.59	13.96	800	598231	8560431
54	T54	522.14	13.05	800	598428	8560948
55	T55	147.66	2.21	800	598617	8561433
56	T56	214.85	3.22	800	598670	8561570
57	T57	666.72	20	800	598766	8561759
58	T58	741.33	22.24	800	598987	8562366
59	T59	366.05	7.32	1200	599243	8563060
60	T60	1023.23	40.93	1200	599371	8563398
61	T61	108.8	1.63	1200	599738	8564353
62	T62	928.87	37.15	1200	599778	8564454
63	T63	1126.14	56.31	1200	600116	8565319
64	T64	78.65	1.18	1200	600518	8566369
65	T65	100.45	1.51	1200	600547	8566442
66	T66	534.19	13.35	1200	600628	8566501
67	T67	231.43	4.63	1200	601057	8566819
68	T68	437.32	8.75	1200	601246	8566950
69	T69	578.58	14.46	1200	601594	8567204
70	T70	367.39	7.35	1200	602051	8567542
71	T71	117.2	1.76	1200	602340	8567755
72	T72	1251.61	62.58	1200	602432	8567822
73	T73	499.59	12.49	800	603444	8568558
74	T74	78.3	1.17	800	603843	8568853
75	T75	729.57	21.89	800	603904	8568894
76	T76	244.73	4.89	800	604448	8569290
77	T77	195.31	2.93	800	604635	8569431
78	T78	285.02	5.7	800	604787	8569535
79	T79	191.7	2.88	800	605013	8569704
80	T80	325.57	6.51	800	605146	8569812
81	T81	307.41	6.15	800	605407	8569962
82	T82	261.76	5.24	800	605658	8570132
83	T83	213.02	3.2	800	605843	8570296
84	T84	141.23	2.12	800	605997	8570426
85	T85	334.68	6.69	800	606108	8570506
86	T86	173.99	2.61	600	606377	8570699
87	T87	252.86	5.06	600	606538	8570763
88	T88	75.33	1.13	600	606701	8570942
89	T89	542.6	13.56	600	606761	8570987
90	T90	298.94	5.98	600	606931	8571502

91	T91	357.53	7.15	600	607023	8571782
92	T92	407.43	8.15	600	607142	8572110
93	T93	364.45	7.29	600	607267	8572494
94	T94	101.93	1.53	600	607378	8572840
95	T95	127.4	1.91	600	607408	8572937
96	T96	232.42	4.65	600	607398	8573063
97	T97	548.98	13.72	600	607384	8573286
98	T98	332.36	6.65	600	607334	8573812
99	T99	907.35	36.29	1000	607319	8574120
100	T100	436.4	8.73	1000	607237	8575021
101	T101	104.26	1.56	1000	607201	8575416
102	T102	241.03	4.82	1000	607192	8575511
103	T103	125.68	1.89	1000	607169	8575730
104	T104	134.89	2.02	1000	607170	8575843
105	T105	98.19	1.47	1000	607157	8575968
106	T106	946.48	37.86	1000	607144	8576064
107	T107	159.77	2.4	1000	607073	8576995
108	T108	259.96	5.2	1000	607058	8577146
109	T109	223.38	4.47	1000	607034	8577404
110	T110	374.33	7.49	800	607017	8577626
111	T111	342.42	6.85	800	606986	8577999
112	T112	357.63	7.15	800	606958	8578331
113	T113	794.12	23.82	800	606931	8578682
114	T114	237.78	4.76	800	606861	8579460
115	T115	171.42	2.57	800	606845	8579689
116	T116	334.47	6.69	800	606831	8579859
117	T117	419.09	8.38	800	606806	8580191
118	T118	123.56	1.85	800	606770	8580601
119	T119	1037.41	41.5	1000	606755	8580722
120	T120	188.61	2.83	1000	606669	8581752
121	T121	313.07	6.26	1000	606703	8581925
122	T122	481.22	12.03	1000	606777	8582226
123	T123	579.72	14.49	1000	606889	8582694
124	T124	377.3	7.55	1000	607017	8583258
125	T125	781.31	23.44	1000	607098	8583619
126	T126	859.1	25.77	800	607276	8584375
127	T127	460.46	11.51	800	607467	8585191
128	T128	849.74	25.49	800	607568	8585640
129	T129	221.32	4.43	800	607764	8586461
130	T130	512.75	12.82	800	607814	8586676
131	T131	308.55	6.17	800	607917	8587164
132	T132	71.74	1.08	800	607985	8587453
133	T133	573.04	14.33	1000	608036	8587492
134	T134	379	7.58	1000	608433	8587795

135	T135	823.13	24.69	1000	608712	8588019
136	T136	431.29	8.63	1000	609336	8588510
137	T137	927.7	37.11	1000	609677	8588772
138	T138	445.64	11.14	1000	610399	8589354
139	T139	56.09	0.84	1000	610739	8589574
140	T140	1235.13	61.76	1200	610783	8589607
141	T141	981.25	39.25	1200	611603	8590500
142	T142	249.59	4.99	1200	612452	8590991
143	T143	66.49	1	1200	612667	8591117
144	T144	1184.57	59.23	1200	612727	8591142
145	T145	466.96	11.67	1200	613609	8591854
146	T146	536.67	13.42	1200	613969	8592139
147	T147	449.88	11.25	1200	614445	8592243
148	T148	478.66	11.97	1200	614887	8592322
149	T149	430.23	8.6	1200	615359	8592399
150	T150	145.84	2.19	1200	615694	8592464
151	T151	1126.78	56.34	1200	615838	8592487
152	T152	809.58	24.29	800	616926	8592676
153	T153	427.17	8.54	800	617701	8592789
154	T154	444.06	11.1	800	618120	8592815
155	T155	580.66	14.52	800	618563	8592821
156	T156	480.6	12.01	800	619142	8592859
157	T157	579.16	14.48	800	619591	8592973
158	T158	417.78	8.36	800	620138	8593103
159	T159	525.91	13.15	800	620399	8593371
160	T160	442.36	11.06	800	620735	8593650
161	T161	496.74	12.42	800	621129	8593851
162	T162	502.42	12.56	800	621292	8594319
163	T163	209.87	3.15	800	621465	8594762
164	T164	787.51	23.63	800	621543	8594948
165	T165	916.47	36.66	1000	621841	8595667
166	T166	488.93	12.22	1000	622171	8596522
167	T167	384.47	7.69	1000	622353	8596939
168	T168	519.64	12.99	1000	622466	8597286
169	T169	146.9	2.2	1000	622751	8597720
170	T170	733.45	22	1000	622805	8597856
171	T171	431.18	8.62	1000	623307	8598388
172	T172	460.97	11.52	600	623460	8598791
173	T173	246.1	4.92	600	623571	8599238
174	T174	582.87	14.57	600	623650	8599449
175	T175	484.09	12.1	600	623864	8599970
176	T176	424.54	8.49	600	624313	8600143
177	T177	471.7	11.79	600	624687	8600289
178	T178	510.88	12.77	600	625125	8600464

179	T179	481.62	12.04	600	625554	8600633
180	T180	479.81	12	600	625969	8600856
181	T181	421.84	8.44	600	626407	8601032
182	T182	494.47	12.36	600	626783	8601220
183	T183	512.89	12.82	600	627215	8601384
184	T184	499.12	12.48	600	627665	8601558
185	T185	414.32	8.29	600	628121	8601713
186	T186	416.34	8.33	600	628487	8601884
187	T187	416.2	8.32	600	628856	8602047
188	T188	400.44	8.01	600	629221	8602212
189	T189	432.95	8.66	600	629577	8602376
190	T190	412.4	8.25	600	629967	8602564
191	T191	417.53	8.35	600	630339	8602742
192	T192	448.98	11.22	600	630715	8602923
193	T193	470.41	11.76	600	631116	8603123
194	T194	0	0	600	631536	8603334

Fuente: Elaboración propia.

## 2) Cable de Fibra Óptica

### Tendido Aéreo

El tendido aéreo se realizará desde ambos extremos del enlace empezando desde la torre T1 hasta la torre T194, utilizando el cable de fibra óptica ADSS según su aplicación para cada vano de acuerdo a la ficha técnica, ver Anexo 3.

- Cantidad de cable de fibra óptica aérea es 85,899 m.

Detalle:

Tabla 10. *Metraje de Cable de Fibra Óptica Aérea.*

TIPOS DE ADSS - SPAN	TOTAL (metros)	REDONDEO (metros)
Cable ADSS - 600	21,679	22,000
Cable ADSS - 800	25,473	26,000
Cable ADSS - 1000	19,287	20,000
Cable ADSS - 1200	19,459	20,000
<b>TOTAL</b>	<b>85,899</b>	<b>88,000</b>

Fuente: Elaboración propia.

De la Tabla 11, se obtienen las cantidades totales de fibra óptica aérea requerida para poder solicitarlas y adquirirlas por carrete o bobina. La distribución de las bobinas será en cantidades 4 km y 3 km, de acuerdo al fabricante PRYSMIAN. Obteniendo un total de 90 Km de fibra óptica para el tendido aéreo.

Tabla 11. *Distribución de Carretes.*

SPAN	Código Bobina	Bobina Km	Cant. Bobinas	Total (Km)
600	600-1-MOSAN	4	6	23
	600-2-MOSAN	4		
	600-3-MOSAN	4		
	600-4-MOSAN	4		
	600-5-MOSAN	4		
	600-6-MOSAN	3		
800	800-1-MOSAN	4	7	27
	800-2-MOSAN	4		
	800-3-MOSAN	4		
	800-4-MOSAN	4		
	800-5-MOSAN	4		
	800-6-MOSAN	4		
	800-7-MOSAN	3		
1000	1000-1-MOSAN	4	5	20
	1000-2-MOSAN	4		
	1000-3-MOSAN	4		
	1000-4-MOSAN	4		
	1000-5-MOSAN	4		
1200	1200-1-MOSAN	4	5	20
	1200-2-MOSAN	4		
	1200-3-MOSAN	4		
	1200-4-MOSAN	4		
	1200-5-MOSAN	4		
TOTAL			23	90

Fuente: Elaboración propia.

### **Tendido Subterráneo**

El tendido subterráneo (acometida) abarcará desde la caja de empalme terminal ubicada al extremo de la línea de alta tensión (T1 y T194) hasta el distribuidor de fibra óptica que se encontrará dentro de la sala de control de ambas subestaciones, como se muestra en la Figura 40.



Para este tipo de aplicación se utilizará la marca ZTT.

- Cantidad de cable de fibra óptica en conductos es 200 metros.

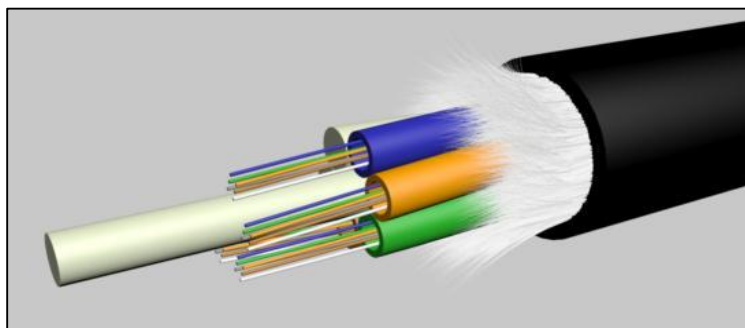


Figura 44. Cable de fibra óptica ZTT

Fuente: Ficha técnica ZTT.

### 3) Materiales y accesorios

Para la cantidad de materiales requeridos para el tendido de aéreo y subterráneo hacia ambas subestaciones, se tendrá las consideraciones del criterio de diseño del punto 3.3.2. y lo calculado en la plantilla técnica.

Tabla 12. Cantidad de Materiales del Enlace.

Ítem	Descripción	Marca	Unidad	Cant. Total
	Materiales			
	<b>Cable de Fibra Óptica</b>			
1	Cable de fibra óptica CFOA-SM-AS600-S 048FO ADSS NR	PRYSMIAN	mts	23,000
2	Cable de fibra óptica CFOA-SM-AS800-S 048FO ADSS NR	PRYSMIAN	mts	27,000
3	Cable de fibra óptica CFOA-SM-AS1000-S 048FO ADSS NR	PRYSMIAN	mts	20,000
4	Cable de fibra óptica CFOA-SM-AS1200-S 048FO ADSS NR	PRYSMIAN	mts	20,000
5	Cable de fibra óptica ducto OFC-48G.652D-FGD-S1	ZTT	mts	200
	<b>Herraje de Retención</b>			
6	Retención vano 200m - SPAN 600 código FDDE-1139-H + PGO-101 + 533SP01	PLP	Kit	4
7	Retención vano 300m a 600m - SPAN 600 código FDDE-1139-H + PGO-101 + MS-100	PLP	Kit	98

8	Retención vano 300m a 800m - SPAN 800 código FDDE-1144-H + PGO-101 + MS-100	PLP	Kit	98
9	Retención vano 200m - SPAN 1000 código FDDE-1139-H + PGO-101 + 533SP01	PLP	Kit	6
10	Retención vano 300m - SPAN 1000 código FDDE-1144-H + PGO-101 + MS-100	PLP	Kit	8
11	Retención vano 400m a 1000m - SPAN 1000 código FDDE-1151-H + PGO-101 + MS-100	PLP	Kit	68
12	Retención vano 100m - SPAN 1200 código OPDE-1015-L + 533SP01	PLP	Kit	4
13	Retención vano 200m - SPAN 1200 código FDDE-1139-H + PGO-101 + 533SP01	PLP	Kit	14
14	Retención vano 300m - SPAN 1200 código FDDE-1139-H + PGO-101 + MS-100	PLP	Kit	4
15	Retención vano 400m a 1200m - SPAN 1200 código FDDE-1151-H + PGO-101 + MS-100	PLP	Kit	42
<b>Herraje de Suspensión</b>				
16	Suspensión vano 200m a 600m - SPAN 600 código AGSO-9143 + EO-61 + MR-150	PLP	Kit	9
17	Suspensión vano 200m a 600m - SPAN 800 código AGSO-9143 + EO-61 + MR-150	PLP	Kit	11
18	Suspensión vano 400m - SPAN 1200 código AGSO-9143 + EO-61 + MR-150	PLP	Kit	1
<b>Materiales Adicionales</b>				
19	Amortiguadores tipo 2 código SVD-9862	PLP	Unidad	844
20	Corona coil código CCO-3745	PLP	Unidad	386
21	Caja de empalme código FBG-SHT-650-48FT	PLP	Unidad	24
22	Cruceta reserva FO c/ soporte código CZ-101	PLP	Unidad	24
23	Abrazadera "L" para torre	NACIONAL	Unidad	367
24	Etiqueta para fibra óptica	NACIONAL	Unidad	388
25	Grapa guía de bajada código GGD-12	PLP	Unidad	2
26	ODF para Rack 19" y accesorios	PRYSMIAN	Unidad	2
27	Materiales para canaleta de cable de acomoda		GLB	2
28	Accesorios en general		GLB	1

Fuente: Elaboración propia.

### 3.4. Presupuesto de atenuación

Un parámetro que va de la mano con el diseño de un enlace de fibra óptica es la atenuación total del enlace, de acuerdo a la siguiente formula:

$$a_t = Lx a_L + n_e a_e + n_c a_c \dots (2)$$

Donde:

L = longitud del cable en Km.

$a_L$  = coeficiente de atenuación en dB/Km

$n_e$  = número de empalmes.

$a_e$  = atenuación por empalme.

$n_c$  = número de conectores.

$a_c$  = atenuación por conector.

Se cuenta con los siguientes factores:

a) Coeficiente por conector

Para los extremos del enlace se usarán conectores en el ODF, los cuales nominalmente introducen pérdidas de 0,5 dB cada uno.

b) Coeficiente por Empalmes

Se utiliza la técnica de fusión, la cual incluye pérdidas que se encuentran en el rango de 0.01 a 0.2 dB, para nuestro proyecto será 0.1 dB.

c) Coeficiente de atenuación

Se utilizará los coeficientes de atenuación de acuerdo a la ficha técnica del fabricante, ver los Anexos 3 y 4.

Tabla 13. Coeficiente de atenuación Cable Óptico PRYSMIAN / ZTT.

FIBRA	nm	ATENUACIÓN	VALORES TÍPICOS	MARCA
SM ITU-T G.652D	1310/1550	dB/km	0.35 / 0.22	PRYSMIAN
SM ITU-T G.652D	1310/1550	dB/km	0.36 / 0.22	ZTT

Fuente: Elaboración propia.

d) Distancia de las subestaciones

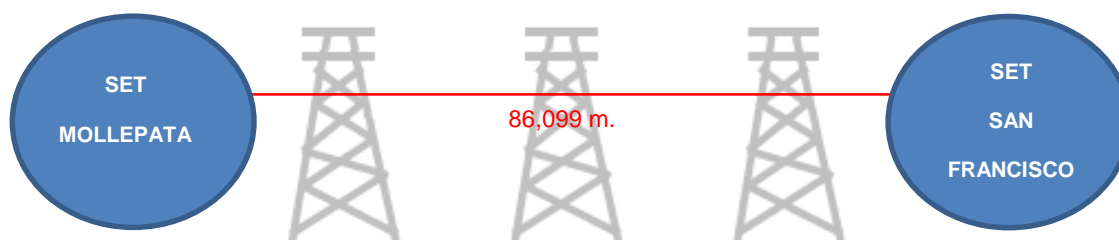


Figura 45. Distancia entre Subestaciones.

- La distancia desde la torre T1 hasta la torre T194 es de 85,899 metros (85.899 Km), se utilizará cable ADSS PRYSMIAN.
- La distancia desde la sala de control hasta la torre T1 y torre T2 es de 200 metros (0.2 Km), utilizará cable para ductos marca ZTT.

Entonces la distancia total de cable de fibra óptica es 86,099 metros.

### Cálculo del Enlace

- Atenuación por kilómetro de fibra

La pérdida se obtendrá del producto entre la longitud del enlace por el coeficiente de atenuación de la fibra.

- Para  $\lambda = 1310$  (2da. ventana):

$$A_L = (85.899) \times (0.35) + (0.2) \times (0.36)$$

$$A_L = 30.1367 \text{ dB}$$

- Para  $\lambda = 1550$  (3ra. ventana):

$$A_L = (85.899) \times (0.22) + (0.2) \times (0.22)$$

$$A_L = 18.9418 \text{ dB}$$

- Atenuación por conector

La pérdida se obtendrá del producto entre el número de conectores por el coeficiente de atenuación del conector.

$$A_C = (2) \times (0.5)$$

$$A_C = 1 \text{ dB}$$

- Atenuación por empalme

La pérdida se obtendrá del producto entre el número de empalmes por el coeficiente de atenuación del empalme, de acuerdo a la plantilla técnica se verifica la cantidad de empalmes. Ver Anexo 2.

Además, se incluye 2 empalmes de fusión ubicado en el ODF.

$$A_E = (24) \times (0.1)$$

$$A_E = 2.4 \text{ dB}$$

- Atenuación total del enlace

Se tiene la atenuación del enlace para cada ventana:

- Para  $\lambda = 1310$  (2da. ventana):

$$a_t = 30.1367 + 1 + 2.4$$

$$a_t = 33.5367 \text{ dB}$$

- Para  $\lambda = 1550$  (3ra. ventana):

$$a_t = 18.9418 + 1 + 2.4$$

$$a_t = 22.3418 \text{ dB}$$

### 3.5. Diagrama de empalmes

Para la instalación de las cajas de empalmes y buena administración en la etapa de montaje, se realiza el diagrama de empalmes con sus respectivas coordenadas geográficas. Para ver mayor detalle en Anexo 1.

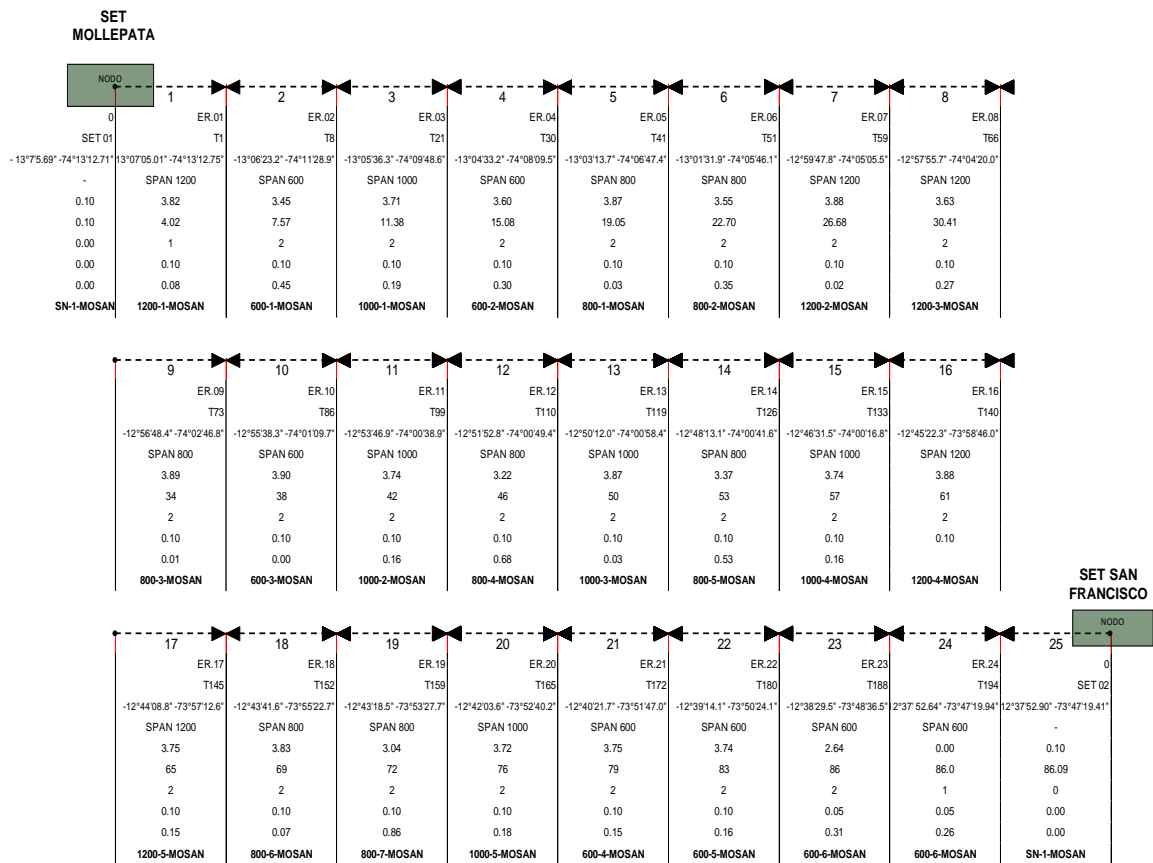


Figura 46. Diagrama de Empalmes.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.6. Análisis de Costos y Cronograma

#### 3.6.1. Costos de materiales

Los costos de materiales son aproximados y tomando las cantidades de los materiales se procederá a realizar el costeo.

Tabla 14. *Costos de Materiales del Enlace.*

Ítem	Descripción	Marca	Unidad	Cant.	P. Unit. (US\$)	Costo Total (US\$)
	Materiales					
	<b>Cable de Fibra Óptica</b>					
1	Cable de fibra óptica CFOA-SM-AS600-S 048FO ADSS NR	PRYSMIAN	mts	23,000	2.245	51,635.00
2	Cable de fibra óptica CFOA-SM-AS800-S 048FO ADSS NR	PRYSMIAN	mts	27,000	2.520	68,040.00
3	Cable de fibra óptica CFOA-SM-AS1000-S 048FO ADSS NR	PRYSMIAN	mts	20,000	2.571	51,420.00
4	Cable de fibra óptica CFOA-SM-AS1200-S 048FO ADSS NR	PRYSMIAN	mts	20,000	2.625	52,500.00
5	Cable de fibra óptica ducto OFC-48G.652D-FGD-S1	ZTT	mts	200	1.639	327.80
<b>COSTO DE CABLE DE FIBRA ÓPTICA&gt;&gt;&gt;&gt;&gt;</b>						<b>223,922.80</b>
	<b>Herraje de Retención</b>					
6	Retención vano 200m - SPAN 600 código FDDE-1139-H + PGO-101 + 533SP01	PLP	Kit	4	22.83	91.30
7	Retención vano 300m a 600m - SPAN 600 código FDDE-1139-H + PGO-101 + MS-100	PLP	Kit	98	26.57	2,603.37
8	Retención vano 300m a 800m - SPAN 800 código FDDE-1144-H + PGO-101 + MS-100	PLP	Kit	98	28.77	2,818.97
9	Retención vano 200m - SPAN 1000 código FDDE-1139-H + PGO-101 + 533SP01	PLP	Kit	6	22.83	136.95
10	Retención vano 300m - SPAN 1000 código FDDE-1144-H + PGO-101 + MS-100	PLP	Kit	8	28.77	230.12
11	Retención vano 400m a 1000m - SPAN 1000 código FDDE-1151-H + PGO-101 + MS-100	PLP	Kit	68	34.54	2,348.72
12	Retención vano 100m - SPAN 1200 código OPDE-1015-L + 533SP01	PLP	Kit	4	9.35	37.40
13	Retención vano 200m - SPAN 1200 código FDDE-1139-H + PGO-101 + 533SP01	PLP	Kit	14	22.83	319.55
14	Retención vano 300m - SPAN 1200 código FDDE-1139-H + PGO-101 + MS-100	PLP	Kit	4	26.57	106.26

15	Retención vano 400m a 1200m - SPAN 1200 código FDDE-1151-H + PGO-101 + MS-100	PLP	Kit	42	34.54	1,450.68
<b>Herraje de Suspensión</b>						
16	Suspensión vano 200m a 600m - SPAN 600 código AGSO-9143 + EO-61 + MR-150	PLP	Kit	9	62.38	561.43
17	Suspensión vano 200m a 600m - SPAN 800 código AGSO-9143 + EO-61 + MR-150	PLP	Kit	11	62.38	686.19
18	Suspensión vano 400m - SPAN 1200 código AGSO-9143 + EO-61 + MR-150	PLP	Kit	1	62.38	62.38
<b>Materiales Adicionales</b>						
19	Amortiguadores tipo 2 código SVD-9862	PLP	Unidad	844	6.99	5,895.34
20	Corona coil código CCO-3745	PLP	Unidad	386	15.91	6,139.72
21	Caja de empalme código FBG-SHT-650-48FT	PLP	Unidad	24	152.64	3,663.26
22	Cruceta reserva FO c/ soporte código CZ-101	PLP	Unidad	24	55.15	1,323.70
23	Abrazadera "L" para torre	NACIONAL	Unidad	367	10.93	4,012.78
24	Etiqueta para fibra óptica	NACIONAL	Unidad	388	3.10	1,203.58
25	Grapa guía de bajada código GGD-12	PLP	Unidad	2	17.55	35.09
26	ODF para Rack 19" y accesorios	PRYSMIAN	Unidad	2	448.53	897.06
27	Materiales para canaleta de cable de acomoda		GLB	2	330.00	660.00
28	Accesorios en general		GLB	1	1,764.19	1,764.19
<b>COSTO DE MATERIALES EN GENERAL&gt;&gt;&gt;&gt;&gt;</b>						<b>37,048.03</b>
<b>COSTO TOTAL DE MATERIALES&gt;&gt;&gt;&gt;&gt;</b>						<b>260,970.83</b>

Fuente: Elaboración propia.

### 3.6.2. Costos de ingeniería y montaje

A los costos de ingeniería y montaje se le incluirá los costos de gestión de licencias y los costos de prueba de operatividad. Para ello, se realizará el costeo con precios de proyectos similares.



Tabla 15. Cuadro Detallado de Costos del Proyecto.

Ítem	Descripción	Unidad	Cant.	P. Unit. (US\$)	Costo Total (US\$)
<b>1</b>	<b>GESTIONES</b>				<b>2,360.00</b>
1.1	Gestiones de Permisos y Licencias Municipales	Und	4	450.00	1,800.00
1.2	Permisos a Empresas Eléctricas	Und	1	560.00	560.00
<b>2</b>	<b>INGENIERÍA</b>				<b>15,917.59</b>
2.1	Diseño en campo	Km	90.2	176.47	15,917.59
2.2	Diseño en gabinete				
<b>3</b>	<b>MONTAJE</b>				<b>347,339.71</b>
3.1	ADQUISICIÓN				260,970.83
3.1.1	Cable de fibra óptica 48 hilos	GBL	1	223,923	223,922.80
3.1.2	Materiales y accesorios en general	GBL	1	37,048	37,048.03
3.2	TENDIDO DE CFO				86,368.88
3.2.1	Instalación de Cable Fibra Óptica y Ferretería	Km	90.2	882.40	79,592.48
3.2.2	Instalación de Empalmería	Und	24	282.35	6,776.40
<b>4</b>	<b>PRUEBAS DE OPERATIVIDAD</b>				<b>988.24</b>
4.1	PRUEBA OTDR	GBL	1	988.24	988.24
4.2	PRUEBA OLT				
<b>Costo Total (US\$)</b>					<b>366,605.54</b>

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla de 15, se resuelve el costo total del diseño e instalación del cable de fibra óptica entre la Subestación Eléctrica Mollepata y la Subestación Eléctrica San Francisco resultando un monto de 366,605.54 Dólares Americanos. Además, se indica los costos de materiales de importación de marca PLP, Prysmian y ZTT y materiales nacionales han sido tomados con costos puestos en almacén Lima mas no llevados a obra.

### 3.6.3. Cronograma de actividades

El proyecto se ha desglosado de acuerdo a las actividades a realizar desde el inicio hasta el final con el objetivo de realizar una buena gestión del proyecto e identificando las tareas para su programación en el cronograma del Proyecto.

El proyecto se ha subdivido en 4 etapas:

- 1) Gestión: Consiste en la gestión de selección y contratación del personal calificado; y gestión de licencias municipales y eléctricas implica dar la conformidad de parte de los Entes involucrados al inicio de la construcción o montaje del cable de fibra.
- 2) Ingeniería: Consiste en el diseño de campo mediante el levantamiento de información de toda la estructura eléctrica (EE) y seguir con el diseño en gabinete que consta de la elaboración de la plantilla técnica (características de la EE, metraje del CFO, cantidad de todo el componente de la planta externa), elaboración de planos y expedientes (municipales y eléctricos).
- 3) Montaje: Consiste en la adquisición del cable de fibra óptica y materiales de PEXT, la instalación del cable de fibra óptica, accesorios de PEXT y el acondicionamiento de los empalmes.
- 4) Pruebas de Operatividad: Pruebas de conformidad del enlace.

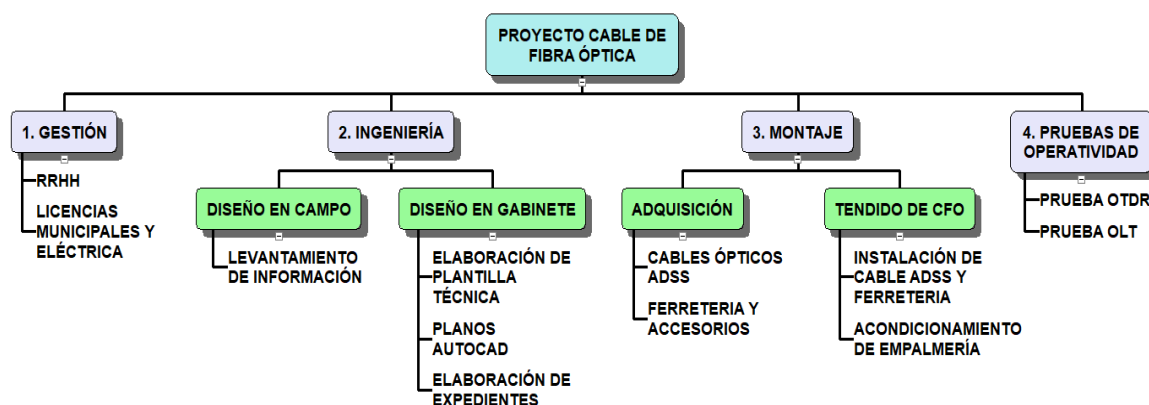


Figura 47. Diagrama de actividades del Proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

Cabe indicar la programación del cronograma se tomó como día no laborable los domingos, resultando el tiempo de ejecución de 128 días (desde el inicio hasta el final del proyecto) tomando como fecha inicial el 29 de noviembre del 2018 y dar finalizado el 10 de abril del 2019.

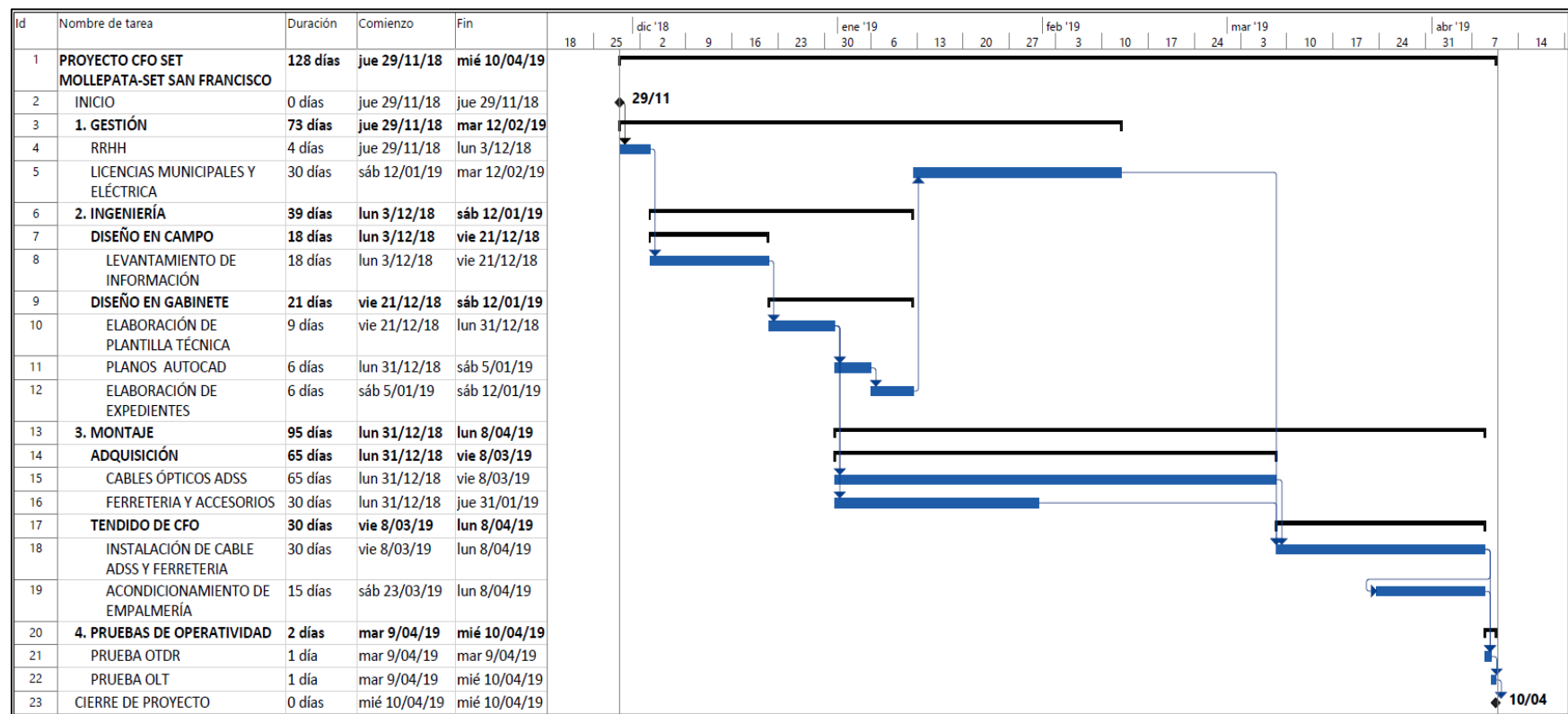


Figura 48. Cronograma del Proyecto en el programa Microsoft Project.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4. CONCLUSIONES

Del diseño del enlace entre la subestación eléctrica Mollepata a la subestación eléctrica San Francisco a través del cable de fibra óptica, se concluye lo siguiente:

- Para el diseño del enlace óptico se requiere el análisis de un estudio de campo detallado mediante una georreferenciación de las infraestructuras de la red existente, la selección de la ruta óptima, el cable de fibra óptica a utilizar según su aplicación de instalación y componentes requeridos para el soporte en torres de alta tensión.
- Para infraestructura de líneas de alta tensión es adecuado utilizar cable de fibra óptica tipo ADSS por ser de fácil manejo de mantenimiento, contar con bajo costo de cable e instalación.
- En particular para diseño de planta externa en torres de alta tensión se debe instalar cable de fibra óptica ADSS resistente al efecto Tracking.
- Los vanos entre torres, la fecha del cable, la cantidad de reserva de fibra óptica en cada caja de empalme, los amortiguadores y otros componentes son necesarios para la fijación y el soporte de estabilidad de la red física, todo ello es resultado de la aplicación de los criterios de diseño.
- El enlace de comunicación será altamente confiable y continúa debido a la fibra óptica por ser inmune a interferencias electromagnéticas en torres de líneas de alta tensión.

## 5. RECOMENDACIONES

- Para diseño del enlace físico es necesario la elección de la ruta por donde se proyectará el tendido de cable de fibra óptica, para ello se requiere analizar los mapas de red vial en caso no hubiera existencia de red eléctrica, planos de eléctricos georreferenciados y ubicación de las zonas monumentales donde no se deberá tener acceso y no tener inconvenientes al momento de la construcción.
- Para la instalación del cable de fibra óptica en infraestructura de líneas de alta tensión debe cumplirse con la norma IEEE std P1222, esto es para cubierta de clase A será utilizado en la línea de Alta Tensión por debajo de 110 Kv y cubierta de clase B para mayores de 110 Kv.
- Para la selección del tipo de cable ADSS de acuerdo al span 600, 800, 1000, 1200, debe ser determinar la cantidad de vano entre ambas estructuras más la flecha que resulta entre ellas.
- Es recomendable seleccionar el correcto soporte y preformado que darán la estabilidad al cable de fibra sin llevar a deformaciones que con el tiempo resultaría posibles averías y caída del enlace.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

Altamirano Mejía, J. (2017). *Implementación óptica para mejorar el tráfico de red entre los distritos de San Isidro y Miraflores*. (Trabajo de suficiencia de titulación, Universidad Nacional Tecnológica de Lima sur). (Acceso el 26 de enero de 2019).

Cable ADSS resistentes al efecto Tracking: Informe Técnico Furukawa. (Mayo, 2016). Furukawa. Recuperado de <https://www.furukawatam.com/sfc/servlet.shepherd/version/download/06861000002pt4TAAQ?asPdf=false&>

Di Palma, c. (s.f.) Efecto Tracking en cables ópticos ADSS en comunicación digital. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/253518059/efecto-tracking-en-cables-ADSS-doc>

Epena. (19 de diciembre de 2009). Entra en servicio línea de transmisión de 66 KV Ayacucho-San Francisco y subestaciones en el VRAE. Andina. Recuperado de <https://andina.pe/agencia/noticia-entra-servicio-linea-transmision-66-kv-ayacuchosan-francisco-y-subestaciones-el-vrae-270366.aspx>

Farfán Tejada, H. (2017), *Implementación de enlace de fibra óptica Arequipa – Cusco*. (Trabajo informe de titulación, Universidad Católica de Santa María). (Acceso el 21 de enero de 2019).

Felipe Cabezas, A. y Pinto García, R. (2014). Sistemas de Comunicaciones Ópticas. Recuperado de <https://docplayer.es/1678236-Sistemas-de-comunicaciones-opticas-monografia.html>

Frontado Rauseo, L. y Goatache Romero, L. (2011). *Diseño de la ingeniería física y lógica de una red de fibra óptica en el tramo Caracas – Valencia*. (Trabajo de titulación, Universidad Católica Andrés Bello). (Acceso el 24 de enero de 2019).

Gómez Pauta, W. (2015). *Desarrollo de aplicación de software para automatizar el diseño de enlaces ópticos y su aplicación en un enlace para la central Minas – San Francisco*. (Trabajo de titulación, Universidad del Azuay). (Acceso el 24 de enero de 2019).

Horna Von Ehren, E. (2006). *Diseño del enlace de comunicaciones entre La Central Térmica de Chilca y La Subestación Eléctrica de San Juan*. (Tesis de titulación, Pontificia Universidad Católica del Perú). (Acceso el 21 de enero de 2019).

Izquierdo Calixto, D. (2013), *Diseño e Implementación de planta externa de una red backbone de fibra óptica*. (Informe de suficiencia de titulación, Universidad Nacional de Ingeniería). (Acceso el 22 de enero de 2019).

Maldonado Salazar, B. (2012), *Enlace de fibra óptica para automatizar el Banco IV 230/69/13.8 KV, 195 MVA de Guate Sur*. (Trabajo de titulación, Universidad de San Carlos de Guatemala). (Acceso el 22 de enero de 2019).

Mallama Narváez, E. (2013). *Estudio para la implementación del enlace de fibra óptica entre la subestación Jamondino y el centro de control de CEDENAR S.A.* (Trabajo de titulación, Universidad de Nariño). (Acceso el 27 de enero de 2019).

Meave, D., López, M., Peñaranda, J. y Romero, L. (2019). Comunicaciones ópticas. Recuperado de <https://comunicacionesopticas.files.wordpress.com/2007/10/informe-tipos-de-fo-final.pdf>

Ministerio de Energía y Minas. (2006). *Estudio de impacto ambiental del Proyecto de transmisión de energía eléctrica: Línea de transmisión Ayacucho – San Francisco y subestaciones* (Informe N°3). Recuperado de [http://docs.seace.gob.pe/mon/docs/procesos/2006/010237/000165\\_LP-3-2006-EM\\_DEP-PLIEGO%20DE%20ABSOLUCION%20DE%20CONSULTAS.pdf](http://docs.seace.gob.pe/mon/docs/procesos/2006/010237/000165_LP-3-2006-EM_DEP-PLIEGO%20DE%20ABSOLUCION%20DE%20CONSULTAS.pdf)

Ortiz Ortiz, C. (2012), *Plan de acción de un canal de comunicación por fibra óptica para la optimización del flujo de información en el sistema de sub-transmisión de la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A.* (Trabajo de investigación de titulación, Universidad Técnica de Ambato Ecuador. (Acceso el 22 de enero de 2019).

Ramírez Bonilla, J. y Chimbo Fernández, D. (2013). *Estudio y diseño del tramo Bucay – Pallatanga – Cajabamba para cerrar el anillo óptico provincial de Chimborazo basado en el estándar G.655 para la CNT-EP.* (Tesis de titulación, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). (Acceso el 24 de enero de 2019)

Ramírez Tovar, M. J. (2007). *Diseño de una red de fibra óptica de Movistar en la Gran Caracas para aumentar la capacidad de transmisión actual.* (Tesina de titulación, Universidad Simón Bolívar). (Acceso el 1 de marzo de 2019)

Redes e Instalaciones de Comunicaciones: Modificación de la Norma Técnica E.C.040. (2011). *Reglamento Nacional de Edificaciones.* Recuperado de [http://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo2/04\\_EC/RNE2011\\_EC\\_040.pdf](http://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo2/04_EC/RNE2011_EC_040.pdf)

Rupaylla, J. (2014). *Mediciones y diseño de sistemas de fibra óptica [Diapositivas].* Perú: Instituto Nacional de Investigación y Capacitación de Telecomunicaciones.

Telpro Madrid. (23 de junio de 2018). *Fibra óptica y las Pérdidas de la Fibra Óptica.* Recuperado de <https://telpromadrid.eu/fibra-optica/>

Yacchirema Lumbi, G. (2016), *Sistema de comunicación de alta disponibilidad para la transmisión de datos entre la central y las subestaciones de la corporación nacional de electricidad empresa pública unidad de negocio Bolívar.* (Trabajo



de investigación de titulación, Universidad Técnica de Ambato Ecuador).  
(Acceso el 22 de enero de 2019).

# 7. ANEXOS

## Anexo 1. Diagrama de Ubicación de Empalmes



**LEYENDA**

TORRE	T
EMPALME	ER

TRAMO:	INFORMACIÓN ASOCIADA		
SET MOLLEPATA - SET SAN FRANCISCO	EMPALMES	ER	24
	RESERVAS	N° Reservas	46
		Km	2.3
	CABLE ADSS	SPAN 600 (km)	21.68
		SPAN 800 (km)	25.47
		SPAN 1000 (km)	19.29
		SPAN 1200 (km)	19.46
	CABLE DUCTO	-	0.20
	<b>TOTAL CABLE (km)</b>		







## Anexo 3. Especificación Técnica de Fibra Óptica ADSS PRYSMIAN

### Cable Óptico Dieléctrico Auto-Suportado

#### Descripción



- sin escala - figura ilustrativa

- **Elemento central dieléctrico:** Fibra de vidrio reforzado con o sin revestimiento.
- **Loose tube:** Tecnología loose tube (PBT) impregnados por gel de petróleo, repelente conteniendo hasta 12 fibras ópticas.
- **Reunión:** Los elementos (tubos y rellenos) son reunidos en torsión SZ reversa alrededor de un elemento central.
- **Protección de la humedad:** Núcleo seco con materiales hidroexpansibles.
- **Cubierta interior:** Material termoplástico de alta densidad, con hilo de rasgado.
- **Elementos de tracción:** Hilos de aramida.
- **Cubierta exterior:** Material termoplástico de alta densidad, resistente a los rayos U.V. y intemperies, con hilo de rasgado.

Estos cables son proyectados para instalación aérea auto-suportada en líneas de transmisión de alta tensión desde que lo posicionamiento del cable en la línea no sea en una región con potencial eléctrico superior a 12kV. Los cables son de doble cubierta para que soporte carga de tracción, considerando una velocidad máxima de viento de 100km/h y una carga adicional de 10mm de capa de hielo, pero no simultáneamente de acuerdo con las condiciones NESG (National Electrical Safety Code) y se indica en las tablas de condiciones de contorno de cada tipo de cable.

#### Información Técnica

Vano (metros)	600	800	1.000	1.200	1.500	
Fibras	48	48	48	48	48	
FO / Tubo	12	12	12	12	12	
Cantidad de tubos	4	4	4	4	4	
Cantidad de rellenos	2	2	2	2	2	
Espesor cubierta exterior	mm	1,5 (nominal)				
Diámetro nominal	mm	14,8	15,0	15,0	15,2	
Peso líquido	kg/km	172	181	183	184	186
Radio mínimo de curvatura	mm	Durante la instalación 20 x Ø Cable		Después de la instalación 10 x Ø Cable		
Temperatura	°C	Operación -40 -> +70				

#### Características Principales

Característica	Método	Requisito	Valores*
Máxima tensión permisible (MAT)	IEC 60794-1-2	Tablas condiciones de contorno	Elongación de las fibra ópticas ≤ 0,2%, SM 0,15dB
Aplastamiento	IEC 60794-1-2	3.300 N/10cm	SM 0,15dB
Ciclo térmico	IEC 60794-1-2	-40 -> +70°C	SM 0,15dB/km
Penetración de humedad**	IEC 60794-1-2	Muestra 3m, Columna agua 1m	Sin fuga después de 24 horas

\*Acrecimos o variación de atenuación @ 1550nm.

\*\*Ensayo aplicable solo en la cubierta interna.

#### Condiciones de contorno cable vano 600 metros

Condición	Vano (m)	Flecha Vert. (%)	Hielo (mm)	Viento (km/h)	Temperatura (°C)	Carga (kN)
EDS (Every Day Stress)	600	1,5	0	0	15	5,1
Condición 1	600	1,1	0	100	-1	11,5
Condición 2	600	4,1	10	65	-18	15,9

### Condiciones de contorno cable vano 800 metros

Condición	Vano (m)	Flecha Vert. (%)	Hielo (mm)	Viento (km/h)	Temperatura (°C)	Carga (kN)
EDS (Every Day Stress)	800	3,0	0	0	15	6,0
Condición 1	800	1,2	0	100	-1	14,7
Condición 2	800	4,3	10	65	-18	20,7

### Condiciones de contorno cable vano 1.000 metros

Condición	Vano (m)	Flecha Vert. (%)	Hielo (mm)	Viento (km/h)	Temperatura (°C)	Carga (kN)
EDS (Every Day Stress)	1.000	4,0	0	0	15	5,6
Condición 1	1.000	1,5	0	100	-1	15,4
Condición 2	1.000	5,0	10	65	-18	22,3

### Condiciones de contorno cable vano 1.200 metros

Condición	Vano (m)	Flecha Vert. (%)	Hielo (mm)	Viento (km/h)	Temperatura (°C)	Carga (kN)
EDS (Every Day Stress)	1.200	5,0	0	0	15	5,6
Condición 1	1.200	1,8	0	100	-1	16,0
Condición 2	1.200	5,7	10	65	-18	23,6

### Condiciones de contorno cable vano 1.500 metros

Condición	Vano (m)	Flecha Vert. (%)	Hielo (mm)	Viento (km/h)	Temperatura (°C)	Carga (kN)
EDS (Every Day Stress)	1.500	7,0	0	0	15	5,0
Condición 1	1.500	2,2	0	100	-1	16,1
Condición 2	1.500	6,9	10	65	-18	24,5

### Características Ópticas

Fibra	nm	Atenuación	Valores típicos
SM ITU-T G.652D	1310 / 1550	dB/km	0,35 / 0,22

Otros valores de atenuación bajo consulta. Otras características de acuerdo con el catálogo de la fibra óptica correspondiente.

### Identificación

#### Colores de las fibras

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Color	Azul	Naranja	Verde	Marrón	Gris	Blanco	Rojo	Negro	Amarillo	Violeta	Rosa	Aqua

#### Colores de los tubos

No.	1	2	3	4	5	6
Color	Azul	Naranja	Verde	Marrón	Relleno	Relleno

#### Color de la Cubierta:

Negro.

#### Marcación de la cubierta externa:

La capa externa es gravada en intervalos de 1 metro de acuerdo con la identificación abajo:

**<PRYSMIAN> <Año de fabricación> <CFOA-SM-ASxxx-S 048FO NR y,ykN> <LOTE>  
<Marcación Métrica>**

CFOA = Cable de fibra óptica revestida en acrilato

SM = Tipo de la fibra óptica (SM = Monomodo de dispersión normal)

ASxxx = Auto-soportado (xxx = vano máximo en metros)

S = Núcleo seco

048FO = Cantidad de fibras ópticas

NR = Tipo de revestimiento (NR = Polietileno normal)

y,ykN = Carga Máxima de Operación

## Anexo 4. Especificación Técnica de Fibra Óptica en Ducto ZTT



### 1. GENERAL

#### 1.1 SCOPE

This listed specification covers the design requirements and performance standard for the supply of optical fiber cable in the industry. It also includes ZTT premium designed cable with optical, mechanical and geometrical characteristics.

Cable type	Application
OFC-12/24/48G.652D-FGD-S1	Duct installation cable

#### 1.2 CABLE DESCRIPTION

ZTT cable possesses high tensile strength and flexibility in compact cable sizes. At the same time, it provides excellent optical transmission and physical performance.

#### 1.3 QUALITY

Excellent quality control is achieved through intense in-house quality check and stringent audit acceptance by ISO 9001.

#### 1.4 RELIABILITY

Initial and periodic product qualification tests for performance and durability are performed rigorously to ensure product reliability.

#### 1.5 REFERENCE

The cable which ZTT offered are designed, manufactured and tested according to international standards as follows:

IEC 60793-1	Optical fiber Part 1: Generic specifications
IEC 60793-2	Optical fiber Part 2: Product specifications
IEC 60794-3-10	Outdoor cables- family specification for duct and directly buried optical telecommunication cable
ITU-T G.650	Definition and test methods for the relevant parameters of single-mode fibers
ITU-T G.652	Characteristics of a single-mode optical fiber and cable
EIA/TIA 598	Color code of fiber optic cables



## 2. OPTICAL FIBER

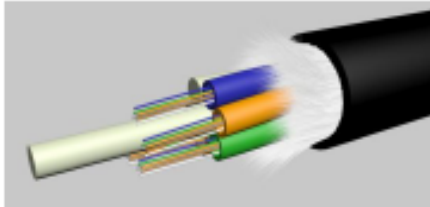
The optical fiber is made of high pure silica and germanium doped silica. UV curable acrylate material is applied over fiber cladding as optical fiber primary protective coating. The detail data of optical fiber performance are shown in the following table.

G.652D Fiber

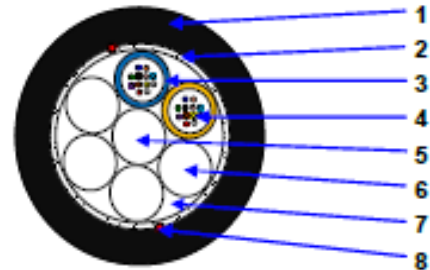
Category	Description	Specifications	
		Before cabling	After cabling
Optical Specifications	Attenuation @1310 nm	≤0.34 dB/km	≤0.36 dB/km
	Attenuation @1550 nm	≤0.20 dB/km	≤0.22 dB/km
	Zero Dispersion Wavelength	1300~1324 nm	
	Zero Dispersion Slope	≤0.092 ps/nm <sup>2</sup> ·km	
	PMD (Polarization Mode Dispersion)	≤0.2 ps/√km	
	Cable Cutoff Wavelength ( $\lambda_{cc}$ )	≤1260 nm	
	Macro bending Loss (100 turns; $\Phi$ 50 mm) @1550 nm	≤ 0.05 dB	
	(100 turns; $\Phi$ 50 mm) @1625 nm	≤ 0.10 dB	
Mode Field Diameter @1310 nm	9.2±0.4 $\mu$ m		
Dimensional Specifications	Cladding Diameter	125 ±1 $\mu$ m	
	Core/clad Concentricity Error	≤0.6 $\mu$ m	
	Cladding Non-Circularity	≤1.0%	
Mechanical Specifications	Proof stress	≥0.69Gpa	

### 3. CABLE STRUCTURE

#### 3.1 CABLE TYPE: OFC-12/24/48G.652D-FGD-S1



Picture is only for reference



#### Technical Characteristics

- The unique extruding technology provides the fibers in the tube with good flexibility and bending endurance
- The unique fiber excess length control method provides the cable with excellent mechanical and environmental properties
- Multiple water blocking material filling provides dual water blocking function
- Provide good tension performance

#### Construction:

1. Outer sheath (PE)
2. Strength member (Glass yarns)
3. Loose tube
4. Fiber and jelly
5. Central strength member (FRP)
6. Fillers
7. Cable jelly
8. Rip cord (\*2)

#### Dimension and Properties

Physical	Fiber count	12 G.652D	24 G.652D	48 G.652D
	No of loose tube / filler	1/5	2/4	4/2
	Fiber No. per tube	12		
	Cable OD	9.3mm± 5%		
	Cable weight	78kg/km±15%		
	Operation temperature range	-40 deg C to + 70 deg C		
	Installation temperature range	-10 deg C to + 60 deg C		
	Transport and storage temperature range	-40 deg C to + 70 deg C		
Mechanical	Max. tensile load	1000N		
	Crush resistance	1000 N/10cm		
	Minimal installation bending radius	20 x OD		
	Minimal operation bending radius	10 x OD		

#### Color code scheme:

Fiber color	blue	orange	green	brown	gray	white	red	black	yellow	violet	pink	aqua
Tube color	blue	orange	green	brown	/	/	/	/	/	/	/	/

## Anexo 5. Especificación Técnica del Distribuidor Óptico SRS 3000

### SRS3000 Distribution Sub-Rack

**Prysmian Part Number: See Below**



The SRS3000 Distribution Sub-Rack is a modular sub-rack available in a variety of configurations for integration into 19" / ETSI / ANSI racks, street-side cabinets or wall mounted cabinets. The product consists of a metal chassis available in 1U, 2U and 3U into a which a choice of modules are loaded. The module types available are Splice and Patch, Patch Only, Splice Only, Patchcord Storage and connectorised splitter. This allows users to customise the product for different applications whilst using the same building blocks in each sub-rack.

The splice and patch, splice only and patch only modules can be supplied in 12, 24 or 48 fibre capacities in a 1U unit. They are supplied with a range of connector types for both singlemode and multimode fibre, which can be factory fitted or supplied as a kit. The cable anchoring systems allows all types of optical cables (including blown fibre) to be routed onto the sub-rack and modules.

### Features and Benefits

- Modular system for installation into 19" / ETSI / ANSI racks, street-side cabinets and wall mounted cabinets.
- The sub-rack can be supplied fully configured or modules can be supplied empty for upgrading at a later date.
- Chassis are available in 1U, 2U and 3U options are supplied front mounted as standard. Rear mounting brackets are available as an option.
- Fibres are actively managed to minimum bend diameters throughout the Splicing and Patching, Patching only, Splicing only, Patchcord Storage and Splitter Modules.
- Splicing and bare fibre excess storage is performed inside a tray protected by a cover to prevent any accidental damage when open & closing the shelves.
- Modules pivot outwards for easy access.
- Cables are completely protected from entry to exit of the panel.
- Optical devices (i.e. Splitters & WDM's) can be mounted within the modules. Please contact Prysmian to discuss your requirements)
- Wall mount 19" and ETSI cabinets are also available. Please contact Prysmian for further details.
- Modules have drop down fronts for easier patchcord routing, enclosing patch-cords, and protecting adapters.
- 2 large labelling areas provided for identification recording per module.

### Ordering information

The SRS 3000 Sub rack system is supplied with either splice and patch, patch only, splice only or patchcord storage modules pre-fitted. To order the item required refer to the part number section on page 3.

### Kit Contents

The SRS 3000 Sub rack system is supplied with modules, 2 or 3 ARS cable anchor kit brackets (depending on whether 2U or 3U) and a rack fixing kit.

### Additional Items - Required

- Splice Protectors

### Additional Items - Optional

- ETSI Conversion Brackets
- Rear Mounting Bracket
- ARS Cable Anchor (additional)
- BEM Cable Anchor
- Upgrade Kits
- Blown Fibre Manifold
- Aramid Restraint Kits
- Patchcords (see datasheet AC004)

## Technical Data

- Max number of splices
  - 1U 48 ( SC & LC), 24 ( FC, ST & E2000)
  - 2U 96 (SC & LC), 48 (FC, ST & E2000)
  - 3U 144 (SC & LC), 72 (FC, ST & E2000)
- Max number of output patchcords:
  - 1U 48 with 2mm diameter patch cords
  - 2U 96 with 2mm diameter patch cords
  - 3U 144 with 2mm diameter patch cords
- Max Cable Diameter (mm): 14
- Required space envelope (mm):
  - 1U: (w) 480 x (d) 245 x (h) 44.5
  - 2U (w) 480 x (d) 245 x (h) 89.0
  - 3U (w) 480 x (d) 245 x (h) 133.5
- Operating temperature: -20°C to + 60°C (5 to 93% RH)
- Material:-
  - Metalwork: Mild Steel
  - Plastics: High Impact Polystyrene
- Finish:-
  - Metalwork: Painted light grey RAL 7035
  - Plastics: Light Grey RAL 7035
- Testing:-
  - Optical: Tested at 1310nm,1550nm and 1625nm
  - Dry heat: BS EN 60068-2-2 Test Bb
  - Damp heat: IEC 60068-2-3: 1969
  - Change of temperature: IEC 60068-2-14: 1984
  - Vibration: IEC 60068-2-6: 1995
  - Shock: IEC 60068-2-27: 1987

## Logistics

- Packing Dimensions (mm):-
  - 1U: (w) 525 (d) 330 (h) 80
  - 2U: (w) 525 (d) 330 (h) 240
  - 3U: (w) 525 (d) 330 (h) 240
- Packed Weight (Kg):-
  - 1U: 3.0
  - 2U: 4.6
  - 3U: 5.8
- Net Weight (Kg):-
  - 1U: 2.7
  - 2U: 3.8
  - 3U: 5.0

## Pigtail and Splitter Technical Data

Pigtails are supplied with either xx/UPC or xx/APC connectors.

xx/UPC connectors can be used in cases where xx/PC or xx/SPC connectors are required.

For technical data on the pigtails supplied refer to Prysmian data sheet AC003

For splitter technical data refer to Prysmian data sheet AC005

## Anexo 6. Ficha Técnica de Caixa de Empalme o Mufa

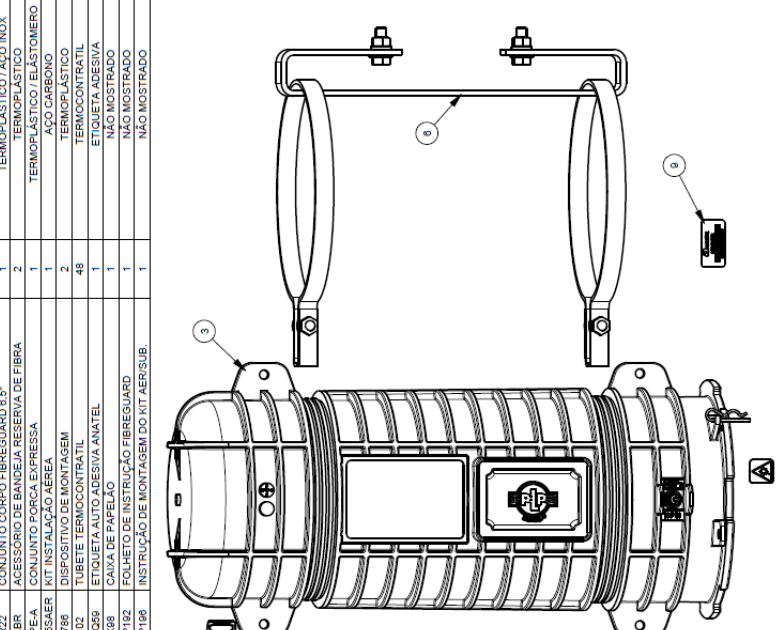
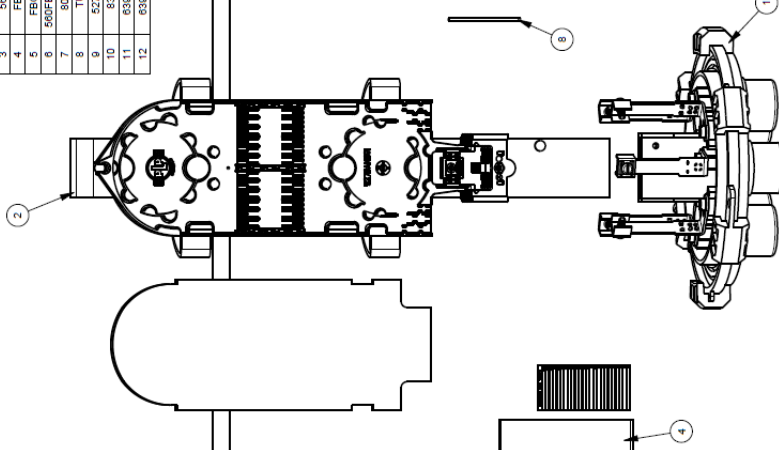
**NOTAS:**

1 - MATERIAL VIDE TABELA.

2 - MASSA APROXIMADA DE CONJUNTO : 5,006 Kg

**LISTA DE MATERIAL**

ITEM REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	QUANT.	MATERIAL / OBSERVAÇÃO
1	500CAB14	1	TERMOPLÁSTICO / ELASTOMERO / AÇO CARBONO
2	500CI095	1	TERMOPLÁSTICO / ALUMÍNIO / ELASTOMERO
3	500CR22	1	TERMOPLÁSTICO
4	FG-48A	2	TERMOPLÁSTICO / ELASTOMERO
5	FG-CF-EA	1	TERMOPLÁSTICO
6	500P6553ER	2	AÇO CARBONO
7	500P6553ER	2	AÇO CARBONO
8	500P6553ER	48	TERMOPLÁSTICO
9	500P6553ER	48	TERMOPLÁSTICO
10	500P6553ER	48	TERMOPLÁSTICO
11	500P6553ER	1	NÃO MOSTRADO
12	500P6553ER	1	NÃO MOSTRADO

**ACRESCENTADO ETIQUETA ANATEL 02/ET/099**

REV	DATA REVISÃO	DES	VERIF.	APROV.	NOVO NÚMERO	DESCRIÇÃO
A	20.02.14	CARLOS	ROBERTO	IVO	.....	ACRESCENTADO ETIQUETA ANATEL 02/ET/099

**PLP PLP BRASIL**

CONFIDENCIAL  
ESTE DESENHO É DE PROPRIEDADE EXCLUSIVA DA PLP-BR  
PRODUTOS PARA LINHAS PERFORMADO E DEVE SER USADO SOMENTE COM  
A PERMISSÃO DA PLP-BR

DE:	JULIANO	DATA:	22.09.09
PROJETO:	JULIANO	DATA:	22.09.09
REVISÃO:	PALLO	DATA:	22.09.09

ESCALA: 3:10  
 FOLHA Nº: 1 OF 1  
 Nº DE PROJETO: 3C-12989  
 Nº DE REVISÃO: 01  
 Nº DE FOLHA: 1 DE 1

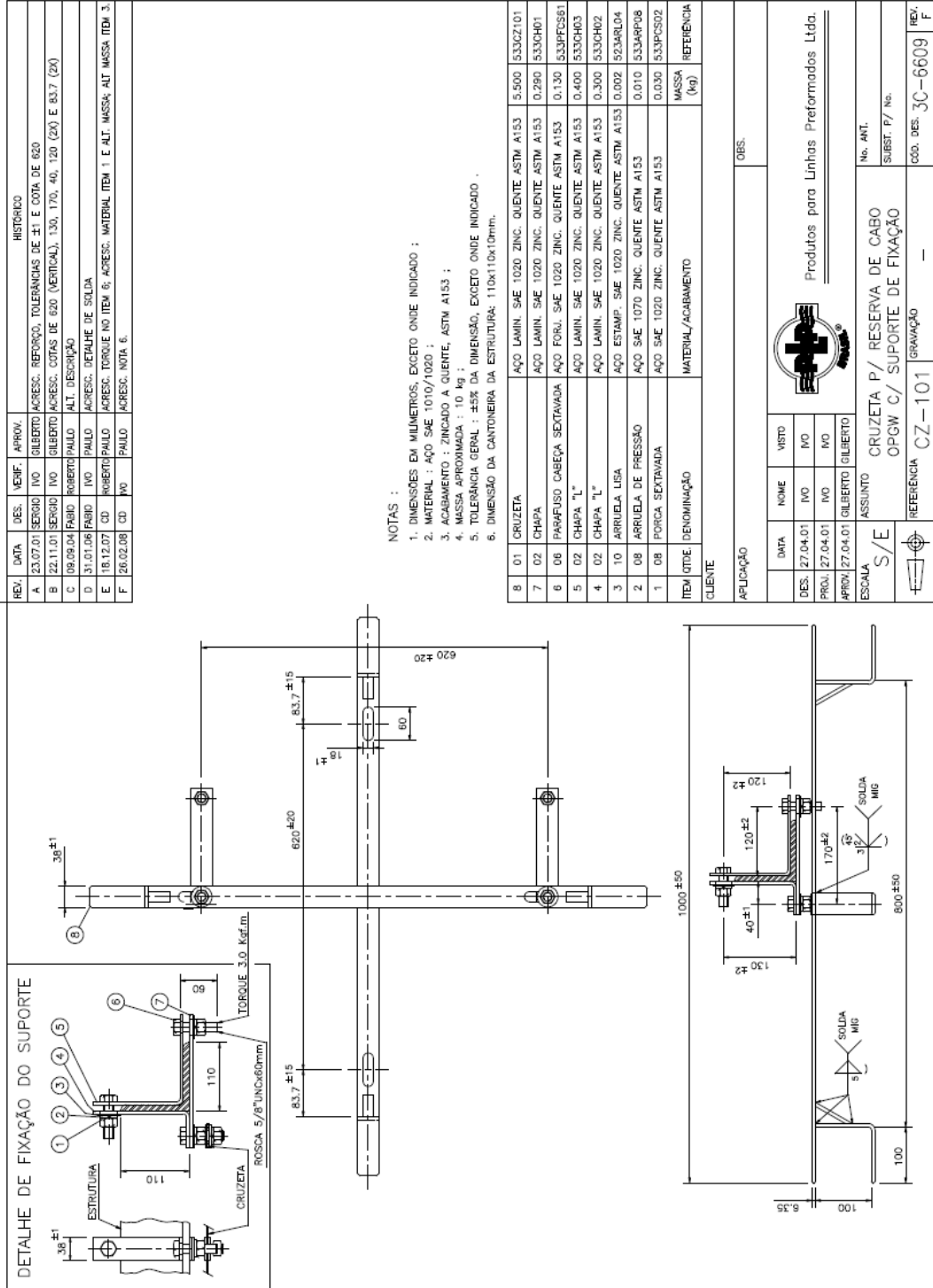
**CAIXA DE EMENDA FBG 6.5" NA COR PRETA**  
48 EMENDAS - INSTALAÇÃO AÉREA

TOLERÂNCIA EXCETO ONDE INDICADO

X: ±
XX: ±
XXX: ±

ANGULO: °

## Anexo 7. Cruceta para reserva de Fibra Óptica



## Anexo 8. Plano Técnico de la Corona Coil

REV.	DATA	DES.	VERIF.	APROV.	HISTÓRICO
A	14.11.01	SERGIO	BELOME	GILBERTO	ACRESC. ETIQUETA DE IDENTIFICAÇÃO.
B	01.09.04	BELOME	BELOME	PAULO	ACRESC. MASSA DO PRODUTO.

CCO-3745	18.84 A 21.45	AMARELO	400	0,20	PVC SEMI-CONDUTIVO
NÚMERO DE CATÁLOGO	INTERVALO DE APLICAÇÃO (mm)	CÓDIGO DE COR	COMPRIMENTO MÁXIMO "L" (mm)	MASSA APROXIMADA (kg)	MATERIAL

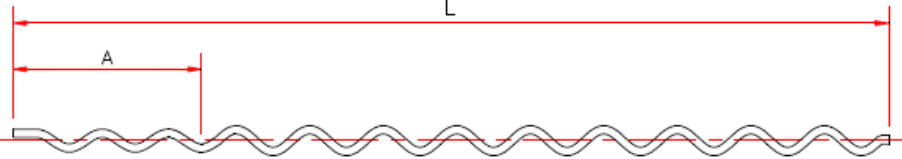
CLIENTE					
APLICAÇÃO					OBS.
	DATA	NOME	VISTO	 <b>Produtos para Linhas Preformados Ltda.</b>	
DES.	19.06.01	SERGIO	SERGIO		
PROJ.	19.06.01	BELOME	BELOME		
APROV.	19.06.01	GILBERTO	GILBERTO		

ESCALA	ASSUNTO	No. ANT.	
S/E	ATENUADOR DE EFEITO CORONA	SUBST. P/ No.	
	REFERÊNCIA CCO-3745	GRAVAÇÃO -	CÓD. DES. 4C-6693
		REV. B	

## Anexo 9. Plano Técnico del Amortiguador

BC 058 007

REV.	DATA	DES.	VERIF.	APROV.	HISTÓRICO	
A	14.12.01	SERGIO			ACRESC. SEÇÃO DE AGARRAMENTO "A"	

**NOTAS :**


- DIMENSÕES EM MILÍMETROS;
- COR: CINZA;
- IDENTIFICAÇÃO : PLP , SVD-9862 , AMORTECEDOR DE VIBRAÇÃO PREFORMADO, INTERVALO DE APLICAÇÃO : 14.32 A 19.57mm.

SVD-9862	14.32 A 19.57	1650 ± 50	280 ± 25	DIREITA	0.40	PVC
NÚMERO DE CATÁLOGO	INTERVALO DE APLICAÇÃO (mm)	COMPRIMENTO "L" (mm)	SEÇÃO DE AGARRAMENTO "A" (mm)	SENTIDO DA HÉLICE	MASSA APROXIMADA (kg)	MATERIAL


**CLIENTE**

**APLICAÇÃO** \_\_\_\_\_ **OBS.** \_\_\_\_\_

	DATA	NOME	VISTO
DES.	04.09.01	SERGIO	SERGIO
PROJ.	04.09.01	BELOME	BELOME
APROV.	04.09.01	GILBERTO	GILBERTO



**Produtos para Linhas Preformados Ltda.**

ESCALA S/E	PRODUTO AMORTECEDOR DE VIBRAÇÃO PREFORMADO P/CABOS ADSS	No. ANT.
	REFERÊNCIA SVD-9862	SUBST. P/ No.
	GRAVAÇÃO	COD. DES. 4C-6799
		REV. A



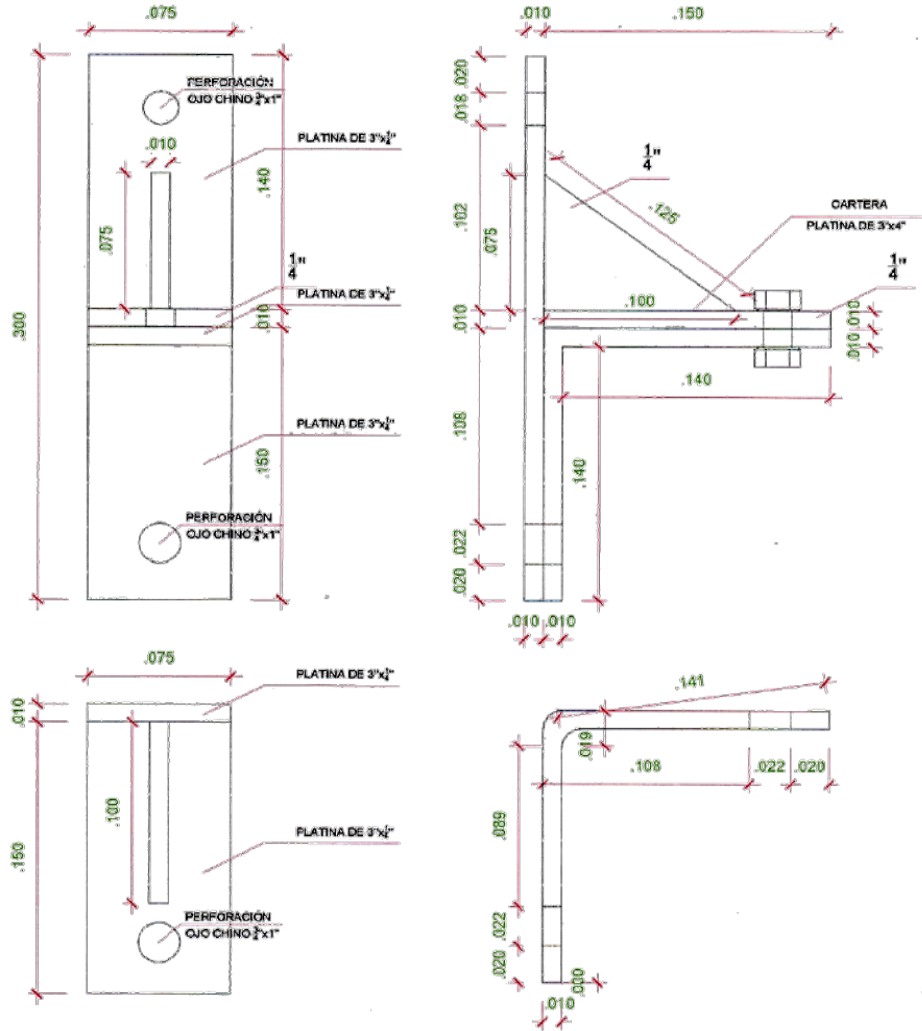
**Anexo 10. Plano Técnico de la Abrazadera**

**ANGULO O ABRAZADERA PARA TORRE 4"**



	MATERIAL: GALVANIZADO EN CALIENTE		LAMINA 20
PIEZA: ÁNGULO O ABRAZADERA PARA TORRE 4"	DIBUJO : ISOMETRÍA	NORMA : ASTM A - 370 y 475	<b>L- 20</b>
		FECHA: ENERO 2017	

## ANGULO O ABRAZADERA PARA TORRE 4"



	MATERIAL: GALVANIZADO EN CALIENTE	LAMINA 20
PIEZA: ÁNGULO O ABRAZADERA PARA TORRE 4"	DIBUJO: ISOMETRÍA	NORMA: ASTM A - 370 y 475
		FECHA: ENERO 2017

# L- 20

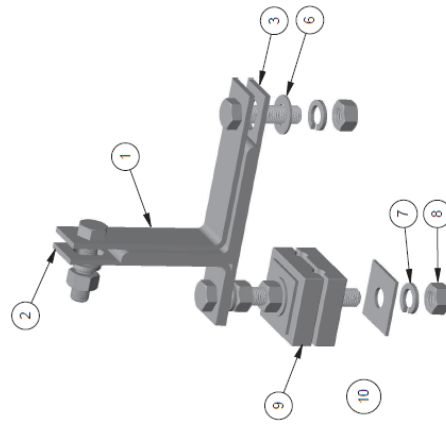
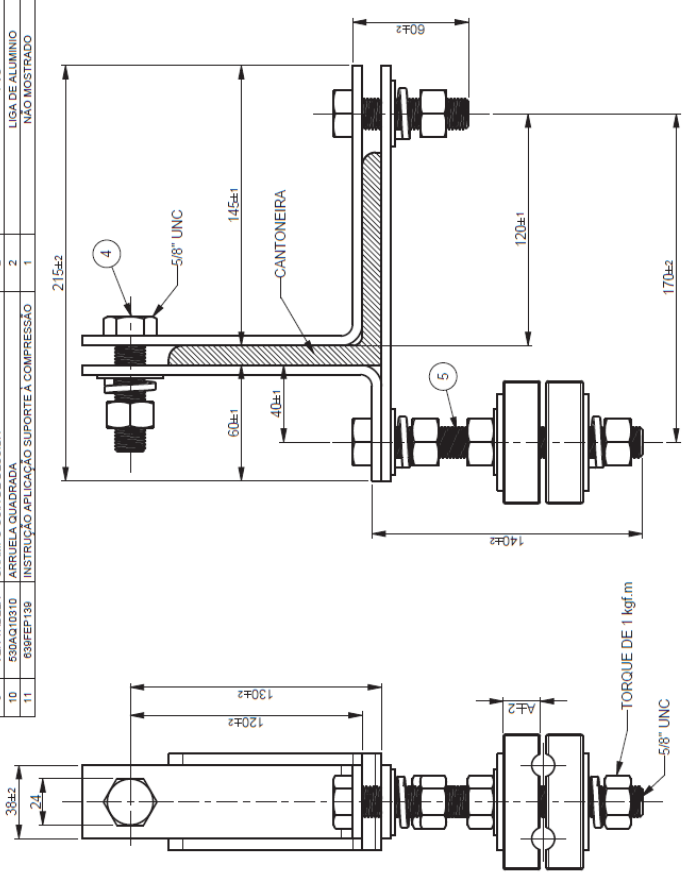
# Anexo 11. Plano Técnico de Grapar de Bajada

**NOTAS**

- 1 - MATERIAL : VER TABELA ;
- 2 - MASSA APROXIMADA : VER TABELA ;
- 3 - DIMENSÃO MÁXIMA DA CANTONEIRA DA ESTRUTURA : 110 x 110 x 10mm ;
- 4 - APLICAÇÃO : CABO OPGW ;

**LISTA DE MATERIAL**

ITEM	REFERENCIA	DESCRICAO	QUANT	MATERIAL / OBSERVACAO
1	533C403	CHAPA "L"	1	AO CARBONO GALV A QUENTE CONF ASTM A193
2	533C402	CHAPA "L"	1	AO CARBONO GALV A QUENTE CONF ASTM A193
3	533C401	CHAPA	1	AO CARBONO GALV A QUENTE CONF ASTM A193
4	533PFC581	PARAFUSO SEXTAVADO	2	AO CARBONO GALV A QUENTE CONF ASTM A193
5	533PFC5128	PARAFUSO CABECA SEXTAVADA	1	AO CARBONO GALV A QUENTE CONF ASTM A193
6	523ARL04	ARRUELA LISA	4	AO CARBONO GALV A QUENTE CONF ASTM A193
7	533ARP08	PORCA SEXTAVADA	4	AO CARBONO GALV A QUENTE CONF ASTM A193
8	533PCS02	GRAMPO GUIA DE DESCIDA	5	AO CARBONO GALV A QUENTE CONF ASTM A193
9	VER TABELA	ARRUELA QUADRADA	2	LIGA DE ALUMINIO
10	530AQ10310	ARRUELA QUADRADA	2	PVC
11	539FEP139	INSTRUÇÃO APLICAÇÃO SUPORTE A COMPRESSÃO	1	NAO MOSTRADO

REFERENCIA DO CONJUNTO	REFERENCIA DO GRAMPO GUIA	INTERVALO DE APLICACAO (mm)	A <sub>1</sub> (mm)	MASSA TOTAL DO CONJUNTO (Kg)
G6D-10	527GGD10	6.52 A 11.90	19	1,040
G6D-11	527GGD11	11.91 A 14.29	19	1,033
G6D-12	527GGD12	14.30 A 16.67	19	1,025
G6D-13	527GGD13	16.68 A 19.06	19	1,016
G6D-14	527GGD14	19.07 A 21.45	19	1,023
G6D-15	527GGD15	21.46 A 24.14	20	1,036
G6D-16	527GGD16	24.15 A 26.20	20	1,052
G6D-17	527GGD17	26.21 A 30.22	28.6	2,060

ACRESCENTADO NOTA DE TORQUE.

TORQUE DE 1 kgf.m

5/8\" data-bbox="580 450 710 580"/>

**PLP PLP BRASIL**

CONFIDENCIAL EXCLUSIVA DA PLP-BR  
 PRODUTOS PARA LINHAS PREFORMADAS E DEVE SER USADO SOMENTE COM  
 A AUTORIZACAO PREVIA E EXPRESSA DA PLP-BR

VERSÃO: 10.07.06	REVISÃO: 10.07.06	PROFISAO DO CLIENTE
MARKING: 10.07.06	MARKING: 10.07.06	PROFISAO DO CLIENTE
SELETO: 10.07.06	SELETO: 10.07.06	SELETO: 10.07.06

PROJEÇÃO 1º DIEDRO	PROJEÇÃO 2º DIEDRO
UNIDADE: mm	TOLERANCIA VIDE DESENHO

**GRAMPO GUIA DESCIDA**  
( PARA CANTONEIRAS 110 x 110 x 10mm )


REV	DATA	DES	VERIF.	APROV.	NOVO NÚMERO
I	30.09.15	CO	RL	IC	ASSUNTO

RESULTADO: 1.2	REVISÃO: 1.0F.1	PROJEÇÃO: 3C-5397
----------------	-----------------	-------------------

## Anexo 12. Plano Técnico de Retención FDDE-1139-H

REV.	DATA	DES.	VERIF.	APROV.	HISTÓRICO	
<p>NOTAS :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- RESISTÊNCIA MECÂNICA MÍNIMA AO ESCORREGAMENTO : 1200 daN ;</li> <li>- APLICAÇÃO : CABO CFOA - ASF PARA VÃOS DE 400m .</li> </ul>						
ALÇA	DIREITA	1550	VERMELHO	14.60 A 15.20	AÇO GALVANIZADO A QUENTE	4.40
PROTETOR	ESQUERDA	2185				
COMPONENTES	SENTIDO DA HÉLICE	COMPRIMENTO MÁXIMO "L" (mm)	CÓDIGO DE COR	INTERVALO DE APLICAÇÃO (mm)	MATERIAL	MASSA DO CONJUNTO (kg)
CLIENTE						
APLICAÇÃO					OBS.	
	DATA	NOME	VISTO	 Produtos para Linhas Preformados Ltda.		
DES.	28.12.00	SERGIO	SERGIO			
PROJ.	28.12.00	BELOME				
APROV.	28.12.00	GILBERTO				
ESCALA	S/E				ASSUNTO	
					CONJUNTO DE ANCORAGEM FIBERLIGN	
REFERENCIA			FDDE-1139-H		GRAVAÇÃO	-
					No. ANT.	
					SUBST. P/ No.	
					CÓD. DES.	4C-6416
					REV.	-

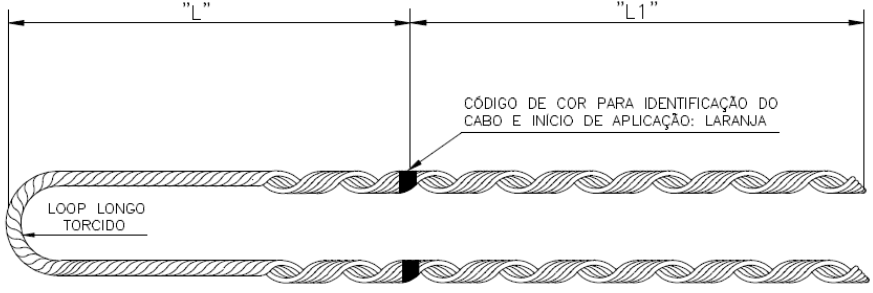
## Anexo 13. Plano Técnico de Retención FDDE-1144-H

REV.	DATA	DES.	VERIF.	APROV.	HISTÓRICO		
<p>NOTAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- CARGA MÁXIMA DE OPERAÇÃO: 1200daN;</li> <li>- APLICAÇÃO: CABO ÓPTICO AÉREO DIELETRICO (ADSS);</li> <li>- IDENTIFICAÇÃO E RASTREABILIDADE: GRAVAÇÃO NA SUPERFÍCIE EXTERNA DAS VARETAS PREFORMADAS.</li> </ul>							
ALÇA	DIREITA	1525 ± 50	7	LARANJA	15.30 A 16.30	AÇO GALVANIZADO	4.50
PROTETOR	ESQUERDA	2160 ± 50	17(4-4-4-5)				
COMPONENTES	SENTIDO DA HÉLICE	COMPRIMENTO "L" (mm)	NÚMERO DE VARETAS	CÓDIGO DE COR	INTERVALO DE APLICAÇÃO (mm)	MATERIAL	MASSA DO CONJUNTO (kg)
CLIENTE							
APLICAÇÃO						OBS.	
	DATA	NOME	VISTO	 Produtos para Linhas Preformados Ltda.			
DES.	25.07.01	SERGIO	SERGIO				
PROJ.	25.07.01	BELOME	BELOME				
APROV.	25.07.01	GILBERTO	GILBERTO				
ESCALA	S/E	PRODUTO				No. ANT.	
		CONJUNTO DE ANCORAGEM FIBERLIGN				SUBST. P/ No.	
		REFERÊNCIA	FDDE-1144-H	GRAVAÇÃO	-	CÓD. DES.	4C-6747
						REV.	-

## Anexo 14. Plano Técnico de Retención FDDE-1151-H

REV.	DATA	DES.	VERIF.	APROV.	HISTÓRICO	
<p>NOTAS :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- RESISTÊNCIA MECÂNICA MÍNIMA AO ESCORREGAMENTO : 1200 daN ;</li> <li>- APLICAÇÃO : CABO CFOA - ASF PARA VÃOS DE 400m .</li> </ul>						
ALÇA	DIREITA	1550	VERMELHO	14.60 A 15.20	AÇO GALVANIZADO A QUENTE	4.40
PROTETOR	ESQUERDA	2185				
COMPONENTES	SENTIDO DA HÉLICE	COMPRIMENTO MÁXIMO "L" (mm)	CÓDIGO DE COR	INTERVALO DE APLICAÇÃO (mm)	MATERIAL	MASSA DO CONJUNTO (kg)
CLIENTE						
APLICAÇÃO					OBS.	
	DATA	NOME	VISTO	 Produtos para Linhas Preformados Ltda.		
DES.	28.12.00	SERGIO	SERGIO			
PROJ.	28.12.00	BELOME				
APROV.	28.12.00	GILBERTO				
ESCALA	S/E				ASSUNTO	
					CONJUNTO DE ANCORAGEM FIBERLIGN	
					No. ANT.	
					SUBST. P/ No.	
			REFERÊNCIA	FDDE-1139-H	GRAVAÇÃO	-
					CÓD. DES.	4C-6416
					REV.	-

## Anexo 15. Plano Técnico de Retención OPDE-1015-L



CÓDIGO DE COR PARA IDENTIFICAÇÃO DO CABO E INÍCIO DE APLICAÇÃO: LARANJA


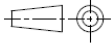
LOOP LONGO TORCIDO

"L"

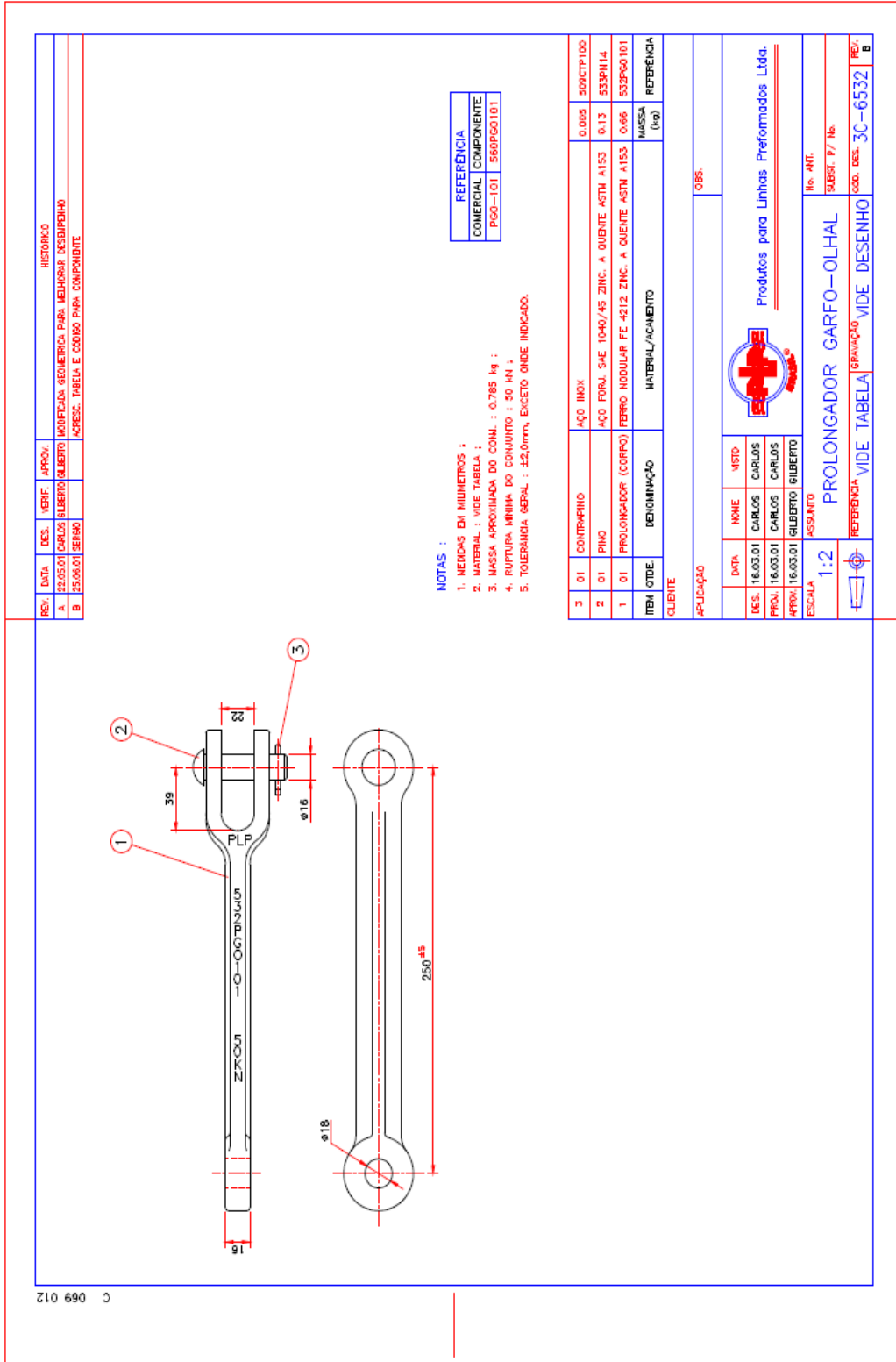
"L1"

NOTAS:

- CARGA MÁXIMA DE OPERAÇÃO (CMO): 500daN;
- APLICAÇÃO: CABO ÓPTICO AÉREO DIELÉTRICO;
- IDENTIFICAÇÃO E RASTREABILIDADE: GRAVAÇÃO NA SUPERFÍCIE DAS VARETAS PREFORMADAS:  
PLP - OPDE-1015-L - ALÇA PREFORMADA FIBERLIGN P/CABO ÓPTICO AÉREO  
DIÂMETRO DE 14,30 À 16,00mm + No OF + DATA (MÊS/ANO)

OPDE-1015-L	14.30 À 16.00	310 ± 25	1020 ± 50	5	0.55	LIGA DE ALUMÍNIO
REFERÊNCIA DO PRODUTO	INTERVALO DE APLICAÇÃO (mm)	COMPRIMENTO "L" (mm)	COMPRIMENTO "L1" (mm)	NÚMERO DE VARETAS	MASSA APROXIMADA (kg)	MATERIAL
CLIENTE						
APLICAÇÃO					OBS.	
	DATA	NOME	VISTO	 Produtos para Linhas Preformadas Ltda.		
DES.	18.12.12	BELOME	BELOME			
PROJ.	18.12.12	BELOME	BELOME			
APROV.	18.12.12	IVO	IVO			
ESCALA	PRODUTO				No. ANT.	
S/E	ALÇA PREFORMADA FIBERLIGN LOOP LONGO				SUBST. P/ No.	
	REFERÊNCIA	OPDE-1015-L		GRAVAÇÃO	No. DES. 4C-15840 REV. -	

## Anexo 16. Plano Técnico de Barra Extensor PGO-101



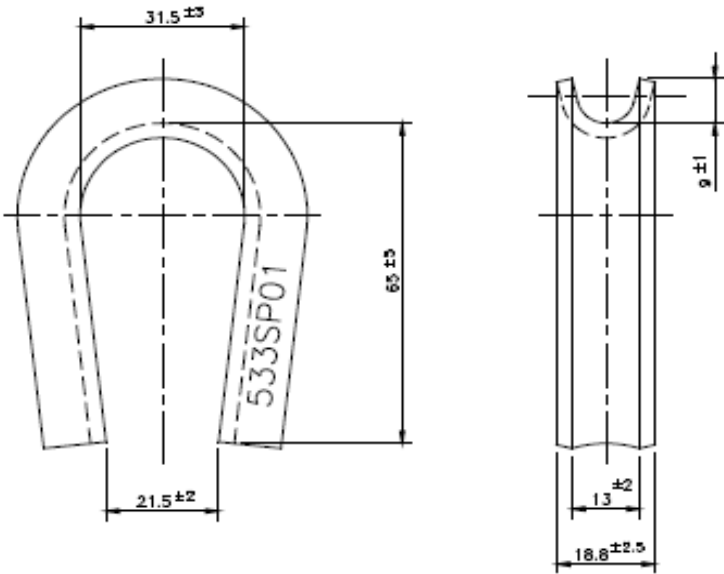
C 069 012



## Anexo 17. Plano Técnico del Guarda Cabo 533SP01

REV.	DATA	DES.	VERIF.	APROV.	HISTÓRICO
A	09.05.00	SERGIO	NO	GILBERTO	ALTERADA GRAVAÇÃO DA REFERÊNCIA DE 20133 P/ 533SP01
B	05.06.00	SERGIO	NO	GILBERTO	ACRESC. NOTA 4
C	13.06.00	SERGIO			ALT. TOLER. DA COTA DE 13 DE $\pm 1.5$ P/ $\pm 2$




NOTAS :

1. MASSA APROXIMADA : 0,11 kg ;
2. MATERIAL : AÇO LAMINADO SAE 1020 ;
3. ACABAMENTO : ZINCADO A QUENTE NBR 6323 ;
4. ENSAIO DE TRAÇÃO : FECHAMENTO DA SAPATILHA DE ATÉ 15% : 500 kgf ;  
FECHAMENTO TOTAL DA SAPATILHA : 2000 kgf .

CLENTE

APLICAÇÃO	OBS.
-----------	------

	DATA	NOME	VISTO
DES.	02.05.00	SERGIO	SERGIO
PROJ.	02.05.00	IVO	NO
APROV.	02.05.00	GILBERTO	GILBERTO

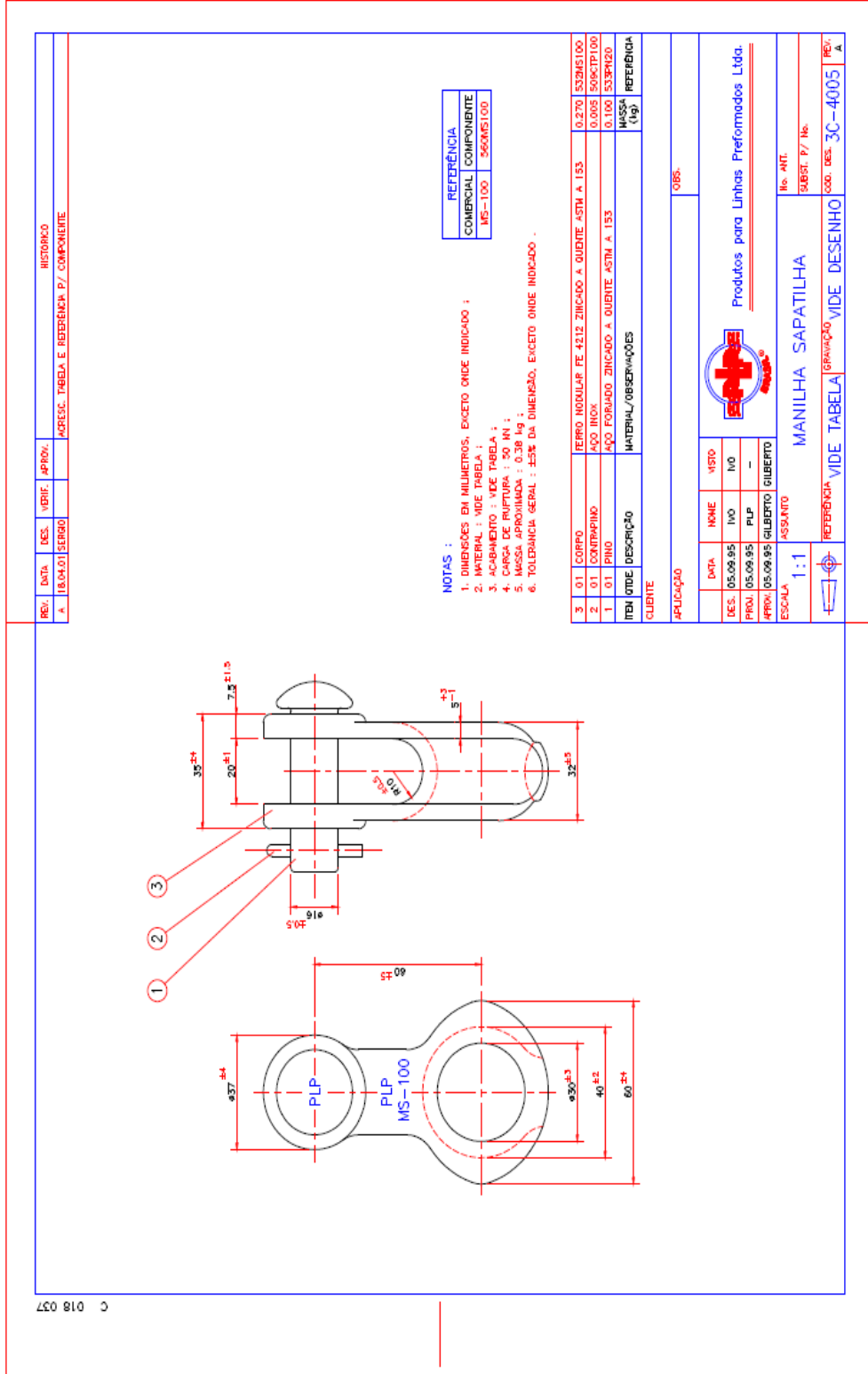


Produtos para Linhas Preformados Ltda.

ESCALA	ASSUNTO	No. ANT.
S/E	SAPATILHA	
		SUBST. P/ No.

REFERÊNCIA	GRAVAÇÃO	CÓD. DES.	REV.
533SP01	VIDE DESENHO	4C-5944	C

## Anexo 18. Plano Técnico del Guarda Cabo MS-100



C 018 037

## Anexo 19. Plano Técnico de Suspensão

REV.	DATA	DES.	SERIE	APROV.	HISTORICO
A	25.07.01	SEBIO	NO	GILBERTO	REDES EM AS E ALUM. REFER. DA FORÇA AUTOTRANSMITE SFRPCBKI P/ SORPCBNIOI
B	04.03.02	BALTON			MODIF. ITEM 6 DE NOTAS E OS DADOS DE TABELA SOBRE CONJUNTOS A650-9143 E A650-9144 E ADIÇÃO DO COLU. A650-9142

**DETALHE DO ACABAMENTO DAS PONTAS E DIÂMETRO DAS VARETAS**

1. VARETAS DE PROTEÇÃO PREFORMADAS  
 2. VARETAS DE PROTEÇÃO PREFORMADAS  
 3. VARETAS DE PROTEÇÃO PREFORMADAS  
 4. VARETAS DE PROTEÇÃO PREFORMADAS  
 5. VARETAS DE PROTEÇÃO PREFORMADAS  
 6. VARETAS DE PROTEÇÃO PREFORMADAS  
 7. VARETAS DE PROTEÇÃO PREFORMADAS  
 8. VARETAS DE PROTEÇÃO PREFORMADAS

**NOTAS :**

- DIMENSÕES EM MILÍMETRO, EXCETO ONDE INDICADO ;
- CARGA DE RUPTURA : 60% DA CARGA DE RUPTURA DO CABO ;
- O CONDUTOR NÃO FAZ PARTE DO FORNECIMENTO ;
- PARA ÂNGULO DE LINHA DE ATE 30° ;
- O TORQUE DE APERTO DA FORÇA AUTOTRANSMITE DEVE SER TAL QUE A ARRUELA DE PRESSÃO FIQUE PLANA ;
- APLICAÇÃO : CABO ÓPTICO AÉREO DIELETRICO (AODS) ;
- TOLERÂNCIA GERAL : ±5% DA DIMENSÃO, EXCETO ONDE INDICADO ;
- ORIENTAÇÃO DE APLICAÇÃO EM CADA ENLAÇAMENTO . . .

ITEM	QTD.	INDICADOR	REFERENCIA	UNIDADE	REFERENCIA
8	01	PARAFUSO CABEÇA SETIMADA	AÇO FRIA. SAE 1040 ZINCOADO A QUENTE ASTM A153	0.18	533RFS507
7	01	FORÇA AUTO-TRANSMITE	AÇO INOX AISI 304	0.03	530RPNB101
6	01	ARRUELA DE PRESSÃO	AÇO SAE 1060/70 ZINCOADO A QUENTE ASTM A153	0.01	533RFP08
5	01	CONJ. DE VARETAS DE PROTEÇÃO PREF.	LAGA DE ALUMINIO	VIDE TABELA	VIDE TABELA
4	01	CONJ. DE VARETAS EXTERNAS PREF.	LAGA DE ALUMINIO	VIDE TABELA	VIDE TABELA
3	02	CONJ.	NEOPRENE	0.31	VIDE TABELA
2	03	SARATA	LAGA DE ALUMINIO SAE 309	0.60	530SAP07
1	01	BRILHADERA	LAGA DE ALUMINIO ASTM 6061	0.13	531BR006

DATA	NOME	VISTO	SERVIDO
25.07.01	SEBIO	IVO	IVO
04.03.02	GILBERTO	GILBERTO	GILBERTO

Produtos para Linhas Performados Ltda.

**GRAMPO DE SUSPENSÃO FIBERLIGN**

No. INT. 2C-6415, Rev. A  
 SUBST. P/ No.  
 CAD. DES. 3C-6415 REV. B

## Anexo 20. Plano Técnico del Eslabón EO-61

REV.	DATA	DES.	VERIF.	APROV.	HISTÓRICO
D	14.05.14	RL	CB	IC	ALT. COTAS DE 50 P/55 E 94 P/99

**NOTAS :**

1. DIMENSÕES EM MILÍMETRO, EXCETO ONDE INDICADO ;
2. MASSA APROXIMADA : 0.40 kg ;
3. CARGA DE RUPTURA : 120 kN ;
4. ACABAMENTO : ZINCADO A QUENTE ASTM A 153 ;
5. MATERIAL : AÇO FORJADO SAE 1040/45 ;
6. TOLERÂNCIA GERAL : ±5% DA DIMENSÃO, EXCETO ONDE INDICADO ;

REFERÊNCIA	
COMERCIAL	COMPONENTE
EO-61	533E061

CLIENTE			
APLICAÇÃO			OBS.

DATA	NOME	VISTO	 <b>Produtos para Linhas Preformados Ltda.</b>
DES. 10.06.02	DALTON	DALTON	
PROJ. 10.06.02	IVO	IVO	
APROV. 10.06.02	GILBERTO	GILBERTO	

ESCALA	ASSUNTO	No. ANT.	
S/E	ELO OLHAL 90°	SUBST. P/ No.	
	REFERÊNCIA TABELA	GRAVAÇÃO	VIDE DESENHO
		O.D. DES. 4C-7418	REV. D

## Anexo 21. Plano Técnico del Grillete MR-150

LISTA DE MATERIAL			
POS.	REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	QUANT.
1	533MR150	MANILHA RETA	01
2	533PFC3237	PARAFUSO CABEÇA SEXTAVADA	01
3	509CPI100	CONTRA PINO	01
4	533PCS42	PORCA SEXTAVADA	01

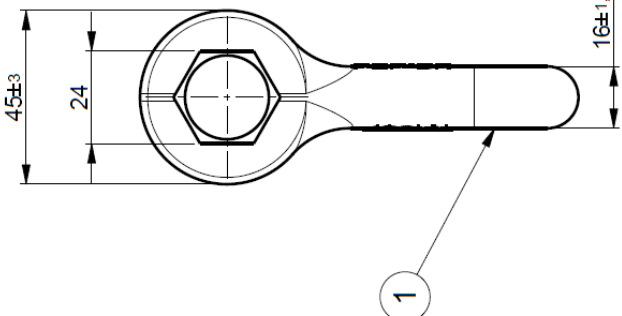
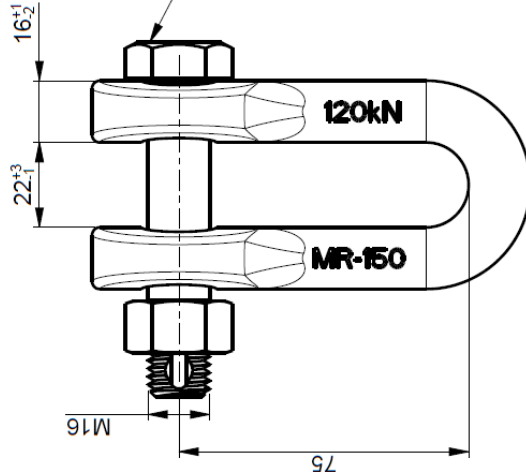
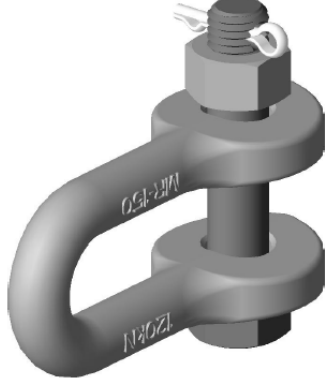
  

MATERIAL/ACABAMENTO	
1	120kN
2	MR-150
3	120kN
4	120kN

NOTAS:  
 1- MASSA APROXIMADA DO CONJUNTO: 0,75kg;  
 2- CARGA DE RUPTURA: 120kN;  
 3- ACABAMENTO: VIDE TABELA;

REFERÊNCIA	
COMERCIAL	MR-150
COMPONENTE	560MR150

IDENTIFICAÇÃO DOS ITENS NO CONJUNTO																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>REV</td> <td>DATA</td> <td>REVISÃO</td> <td>DES</td> <td>VERIF</td> <td>APROV</td> <td>NOVO NÚMERO</td> <td>DESCRIÇÃO</td> </tr> <tr> <td>G</td> <td>12.12.12</td> <td>CB</td> <td>JV</td> <td>IVO</td> <td></td> <td></td> <td>MANILHA RETA 120kN</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>ASSUNTO</td> </tr> </table>	REV	DATA	REVISÃO	DES	VERIF	APROV	NOVO NÚMERO	DESCRIÇÃO	G	12.12.12	CB	JV	IVO			MANILHA RETA 120kN								ASSUNTO	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>UNIDADE</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>SEM ESCALA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PROJEÇÃO 1ª VISTA</td> <td></td> </tr> </table>	UNIDADE	mm	SEM ESCALA		PROJEÇÃO 1ª VISTA	
REV	DATA	REVISÃO	DES	VERIF	APROV	NOVO NÚMERO	DESCRIÇÃO																								
G	12.12.12	CB	JV	IVO			MANILHA RETA 120kN																								
							ASSUNTO																								
UNIDADE	mm																														
SEM ESCALA																															
PROJEÇÃO 1ª VISTA																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>TOLERÂNCIA EXCETO ONDE INDICADO</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>ÂNGULO: °</td> <td></td> </tr> <tr> <td>.X: ± 1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>.XX: ± 2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>.XXX: ± 5</td> <td></td> </tr> </table>		TOLERÂNCIA EXCETO ONDE INDICADO	mm	ÂNGULO: °		.X: ± 1		.XX: ± 2		.XXX: ± 5																					
TOLERÂNCIA EXCETO ONDE INDICADO	mm																														
ÂNGULO: °																															
.X: ± 1																															
.XX: ± 2																															
.XXX: ± 5																															

IDENTIFICAÇÃO DOS ITENS NO CONJUNTO																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>DES</td> <td>DATA</td> <td>CODIGO CATALOGO PFP</td> <td>REFERENCIA PFP</td> </tr> <tr> <td>SERGIO</td> <td>14.07.00</td> <td>MR-150</td> <td>560MR150</td> </tr> <tr> <td>VERIF</td> <td>14.07.00</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>IVO</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROV</td> <td>14.07.00</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>GILBERTO</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	DES	DATA	CODIGO CATALOGO PFP	REFERENCIA PFP	SERGIO	14.07.00	MR-150	560MR150	VERIF	14.07.00			IVO				APROV	14.07.00			GILBERTO				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>ESCALA</td> <td>FOLHA No</td> <td>REV</td> </tr> <tr> <td>7:10</td> <td>1</td> <td>0F 1</td> </tr> </table>	ESCALA	FOLHA No	REV	7:10	1	0F 1
DES	DATA	CODIGO CATALOGO PFP	REFERENCIA PFP																												
SERGIO	14.07.00	MR-150	560MR150																												
VERIF	14.07.00																														
IVO																															
APROV	14.07.00																														
GILBERTO																															
ESCALA	FOLHA No	REV																													
7:10	1	0F 1																													

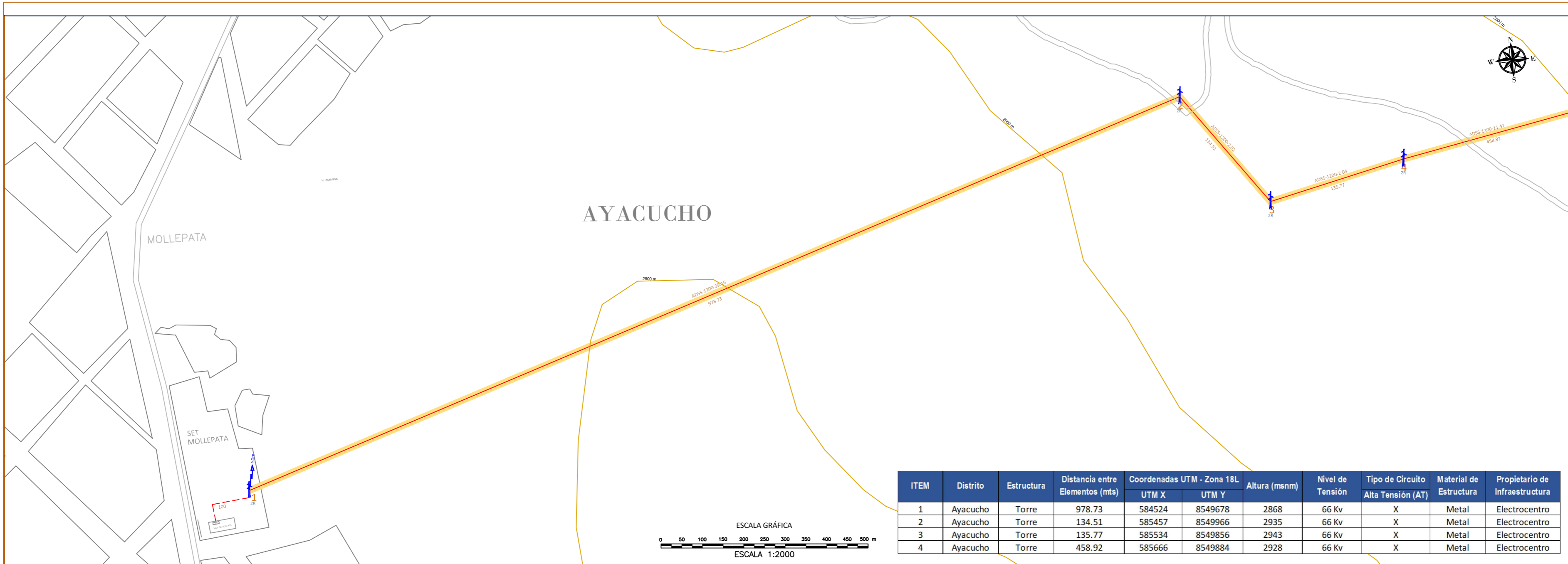
  

IDENTIFICAÇÃO DOS ITENS NO CONJUNTO						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>COMERCIAL</td> <td>MR-150</td> </tr> <tr> <td>COMPONENTE</td> <td>560MR150</td> </tr> </table>	COMERCIAL	MR-150	COMPONENTE	560MR150	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>PLP BRASIL</td> </tr> </table>	PLP BRASIL
COMERCIAL	MR-150					
COMPONENTE	560MR150					
PLP BRASIL						

IDENTIFICAÇÃO DOS ITENS NO CONJUNTO																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>DES</td> <td>DATA</td> <td>CODIGO CATALOGO PFP</td> <td>REFERENCIA PFP</td> </tr> <tr> <td>SERGIO</td> <td>14.07.00</td> <td>MR-150</td> <td>560MR150</td> </tr> <tr> <td>VERIF</td> <td>14.07.00</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>IVO</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROV</td> <td>14.07.00</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>GILBERTO</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	DES	DATA	CODIGO CATALOGO PFP	REFERENCIA PFP	SERGIO	14.07.00	MR-150	560MR150	VERIF	14.07.00			IVO				APROV	14.07.00			GILBERTO				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>ESCALA</td> <td>FOLHA No</td> <td>REV</td> </tr> <tr> <td>7:10</td> <td>1</td> <td>0F 1</td> </tr> </table>	ESCALA	FOLHA No	REV	7:10	1	0F 1
DES	DATA	CODIGO CATALOGO PFP	REFERENCIA PFP																												
SERGIO	14.07.00	MR-150	560MR150																												
VERIF	14.07.00																														
IVO																															
APROV	14.07.00																														
GILBERTO																															
ESCALA	FOLHA No	REV																													
7:10	1	0F 1																													

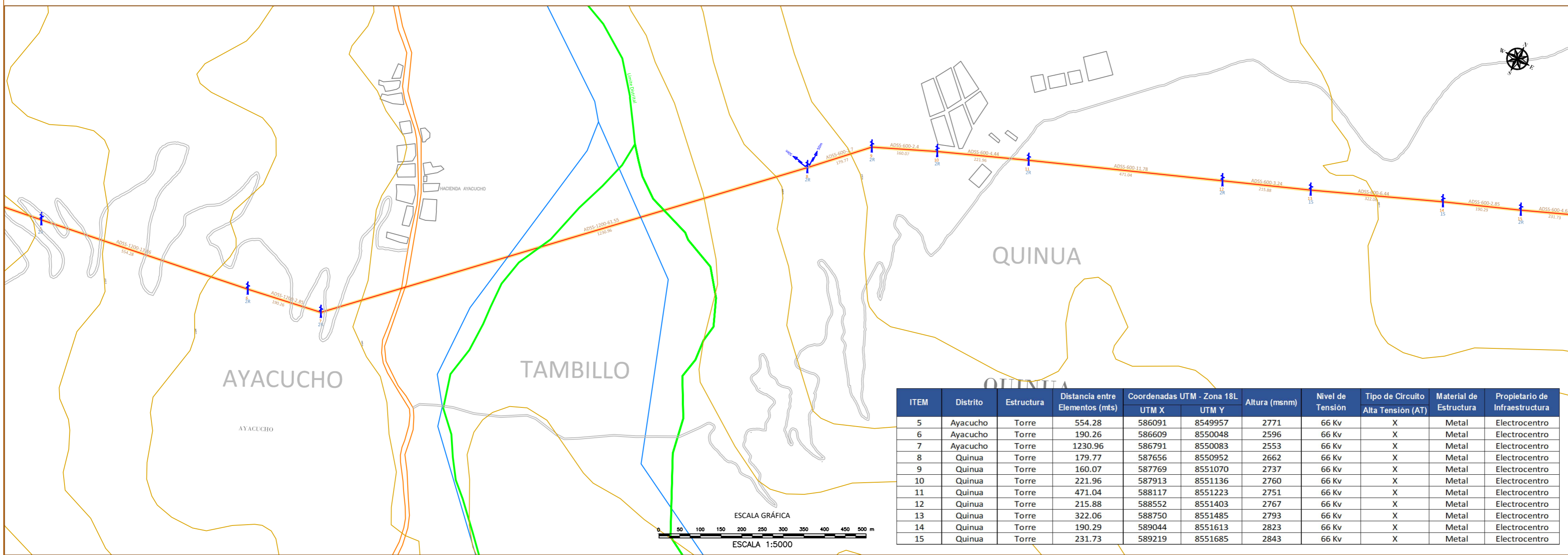
## **Anexo 22. Planos de Diseño de Planta Externa**



ITEM	Distrito	Estructura	Distancia entre Elementos (mts)	Coordenadas UTM - Zona 18L		Altura (msnm)	Nivel de Tensión	Tipo de Circuito Alta Tensión (AT)	Material de Estructura	Propietario de Infraestructura
				UTM X	UTM Y					
1	Ayacucho	Torre	978.73	584524	8549678	2868	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
2	Ayacucho	Torre	134.51	585457	8549966	2935	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
3	Ayacucho	Torre	135.77	585534	8549856	2943	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
4	Ayacucho	Torre	458.92	585666	8549884	2928	66 Kv	X	Metal	Electrocentro

PLANCHA INICIO DE TRAMO

CONTINUA PLANCHA 2 >>>

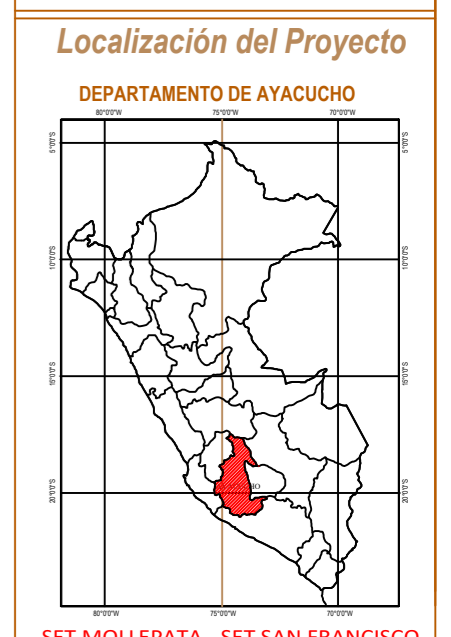


ITEM	Distrito	Estructura	Distancia entre Elementos (mts)	Coordenadas UTM - Zona 18L		Altura (msnm)	Nivel de Tensión	Tipo de Circuito Alta Tensión (AT)	Material de Estructura	Propietario de Infraestructura
				UTM X	UTM Y					
5	Ayacucho	Torre	554.28	586091	8549957	2771	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
6	Ayacucho	Torre	190.26	586609	8550048	2596	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
7	Ayacucho	Torre	1230.96	586791	8550083	2553	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
8	Quinua	Torre	179.77	587656	8550952	2662	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
9	Quinua	Torre	160.07	587769	8551070	2737	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
10	Quinua	Torre	221.96	587913	8551136	2760	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
11	Quinua	Torre	471.04	588117	8551223	2751	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
12	Quinua	Torre	215.88	588552	8551403	2767	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
13	Quinua	Torre	322.06	588750	8551485	2793	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
14	Quinua	Torre	190.29	589044	8551613	2823	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
15	Quinua	Torre	231.73	589219	8551685	2843	66 Kv	X	Metal	Electrocentro

<<< VIENE PLANCHA 01

CONTINUA PLANCHA 3 >>>

CONVENCIONES	
	Cable de F.O. Aéreo Proyecto
	Cable de F.O. Canalizado P
	Distancia entre elementos
	Coordenadas en UTM
	Puente
	Kilómetro
	Cruce Americano
	Medio Cruce
	Cruce Líneas de Energía
	Vía Primaria
	Vía Secundaria
	Vía Ferrea
	Río
	Límite MTC
	Eje de vía
	Dirección Actual
	Dirección Antigua
	Torre
	Torre
	Zona Fluctuación GPS
	EPUNO. ELECTROPUÑO
	ESUM. ELECTROCENTRO
	ESUR. ELECTRICA RESERVA



DEPARTAMENTO DE AYACUCHO

SET MOLLEPATA - SET SAN FRANCISCO

NOTAS



CONTRATO ELECTRIFICADORA #

PROYECTO:

**ENLACE ENTRE LA SET MOLLEPATA A LA SET SAN FRANCISCO A TRAVÉS DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA**

DEPARTAMENTO:

**AYACUCHO**

PROPIETARIO:

**ELECTROCENTRO**

ESPECIALIDAD:

**TELECOMUNICACIONES**

LONGITUD DE FIBRA:

**86,099 mts.**

PLANO:

**DISEÑO DE PLANTA EXTERNA**

FECHA:

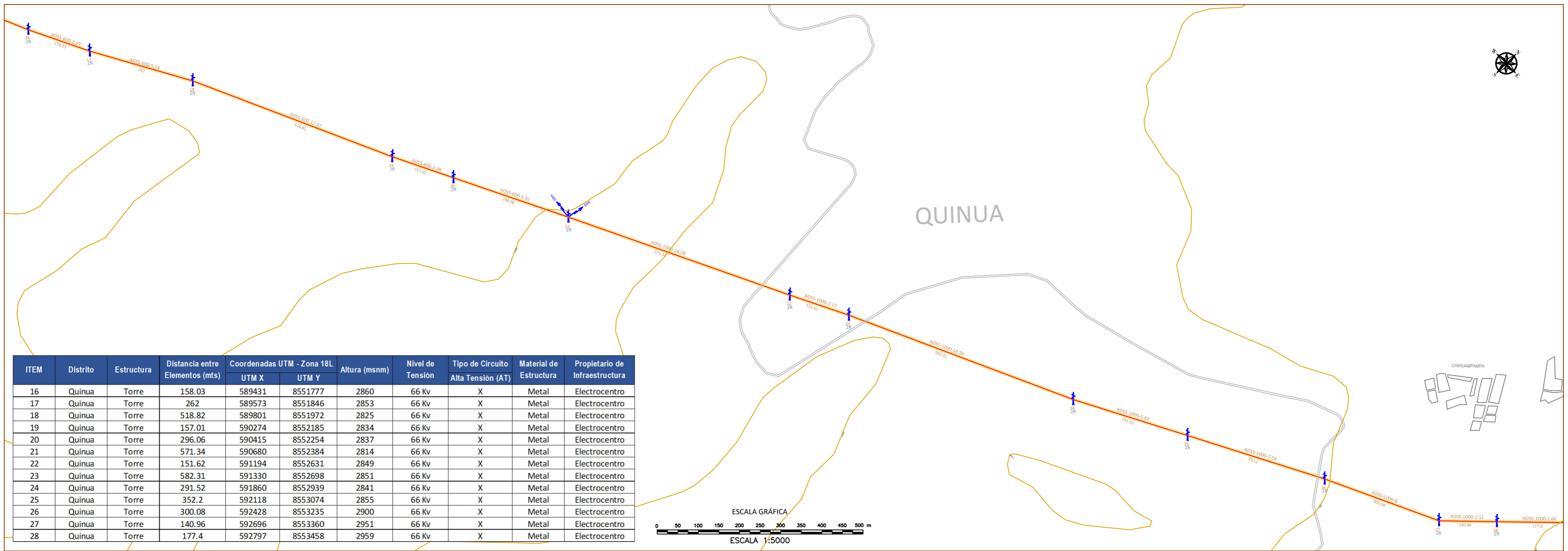
**05-01-2019**

DISEÑADO:

**ANTHONY POZO ALCARRAZ**

Escala: LA INDICADA

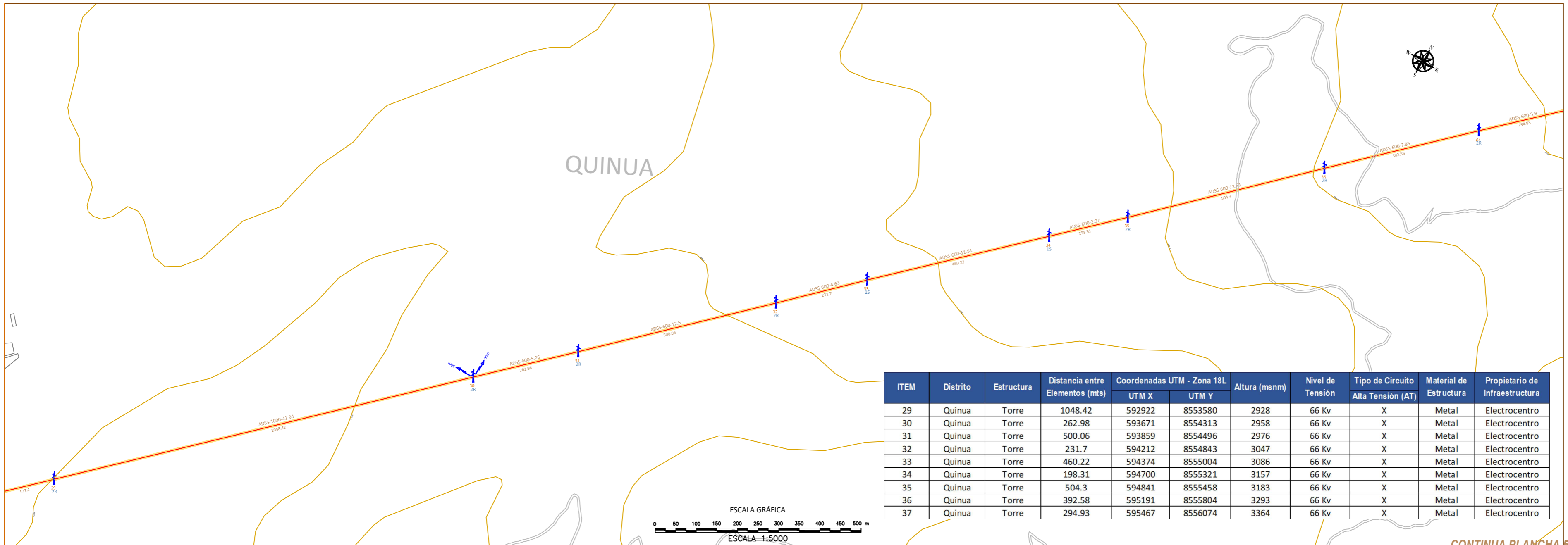
Plano: 1 de 11 | Versión: A | Fecha: 05-01-2019



ITEM	Distrito	Estructura	Distancia entre Elementos (mts)	Coordenadas UTM - Zona 18L		Altura (msnm)	Nivel de Tension	Tipo de Circuito Alta Tension (AT)	Material de Estructura	Propietario de Infraestructura
				UTM X	UTM Y					
16	Quinua	Torre	158.03	589431	8551777	2860	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
17	Quinua	Torre	262	589573	8551846	2853	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
18	Quinua	Torre	518.82	589801	8551972	2825	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
19	Quinua	Torre	157.01	590274	8552185	2834	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
20	Quinua	Torre	296.06	590415	8552254	2837	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
21	Quinua	Torre	571.34	590680	8552384	2814	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
22	Quinua	Torre	151.62	591194	8552631	2849	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
23	Quinua	Torre	582.31	591330	8552698	2851	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
24	Quinua	Torre	291.52	591860	8552939	2841	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
25	Quinua	Torre	352.2	592118	8553074	2855	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
26	Quinua	Torre	300.08	592428	8553235	2900	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
27	Quinua	Torre	140.96	592696	8553360	2951	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
28	Quinua	Torre	177.4	592797	8553458	2959	66 Kv	X	Metal	Electrocentro

<<< VIENE PLANCHA 02

CONTINUA PLANCHA 4 >>>



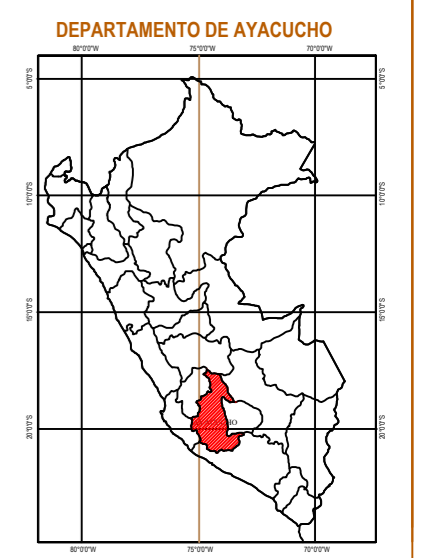
ITEM	Distrito	Estructura	Distancia entre Elementos (mts)	Coordenadas UTM - Zona 18L		Altura (msnm)	Nivel de Tension	Tipo de Circuito Alta Tension (AT)	Material de Estructura	Propietario de Infraestructura
				UTM X	UTM Y					
29	Quinua	Torre	1048.42	592922	8553580	2928	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
30	Quinua	Torre	262.98	593671	8554313	2958	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
31	Quinua	Torre	500.06	593859	8554496	2976	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
32	Quinua	Torre	231.7	594212	8554843	3047	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
33	Quinua	Torre	460.22	594374	8555004	3086	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
34	Quinua	Torre	198.31	594700	8555321	3157	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
35	Quinua	Torre	504.3	594841	8555458	3183	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
36	Quinua	Torre	392.58	595191	8555804	3293	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
37	Quinua	Torre	294.93	595467	8556074	3364	66 Kv	X	Metal	Electrocentro

<<< VIENE PLANCHA 03

CONTINUA PLANCHA 5 >>>

CONVENCIONES	
	Cámara Simple
	Cámara Doble
	Cámara Vehicular
	Cámara Proyectada
	Cámara Existente
	Reserva
	Poste de Concreto
	Poste de Acero
	Poste de Fibra de Vidrio
	Poste de Madera en H
	Poste de Concreto en H
	Poste de Acero en H
	Poste Fib. de Vidrio en H
	Poste de Madera Triple
	Poste de Concreto Triple
	Poste de Acero Triple
	Poste Fib. de Vidrio Triple
	ELEC-ELECTROCENTRO
	ESUR-ELECTRODOR
	TRUP-ELECTRICA TRUP
	Cable de F.O. Aereo Proyec
	Cable de F.O. Canalizado P
	Distancia entre elementos
	Coordenadas en UTM
	Puente
	Kilómetro
	Cruce Americano
	Medio Cruce
	Cruce Líneas de Energía
	Vía Primaria
	Vía Secundaria
	Vía Forma
	Río
	Límite MTC
	Eje de vía
	Dirección Actual
	Dirección Antigua
	Torre
	TorreCapa
	Zona Fluctuación GPS
	EPUNO-ELECTROPUÑO
	ESUR-ELECTROCENTRO
	ESUR-ELECTRICA RESERVA

Localización del Proyecto



DEPARTAMENTO DE AYACUCHO  
SET MOLLEPATA - SET SAN FRANCISCO

NOTAS



CONTRATO ELECTRIFICADORA #

PROYECTO:  
ENLACE ENTRE LA SET MOLLEPATA A LA SET SAN FRANCISCO A TRAVÉS DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA

DEPARTAMENTO:  
AYACUCHO

PROPIETARIO:  
ELECTROCENTRO

ESPECIALIDAD:  
TELECOMUNICACIONES

LONGITUD DE FIBRA:  
86,099 mts.

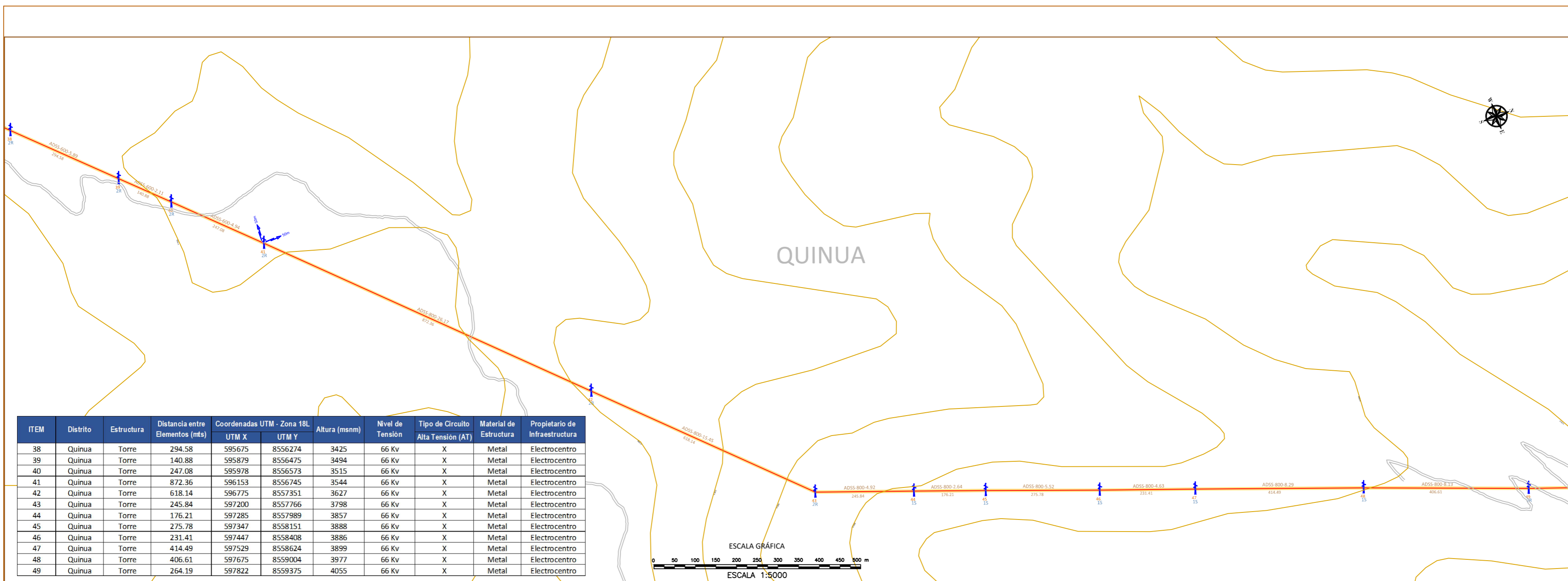
PLANO:  
DISEÑO DE PLANTA EXTERNA

FECHA:  
05-01-2019

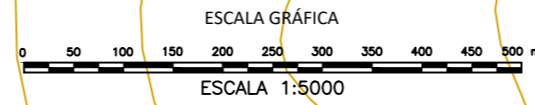
DISEÑADO:  
ANTHONY POZO ALCARRAZ

Escala: LA INDICADA  
Plano: 2 de 11 Versión: A Fecha: 05-01-2019



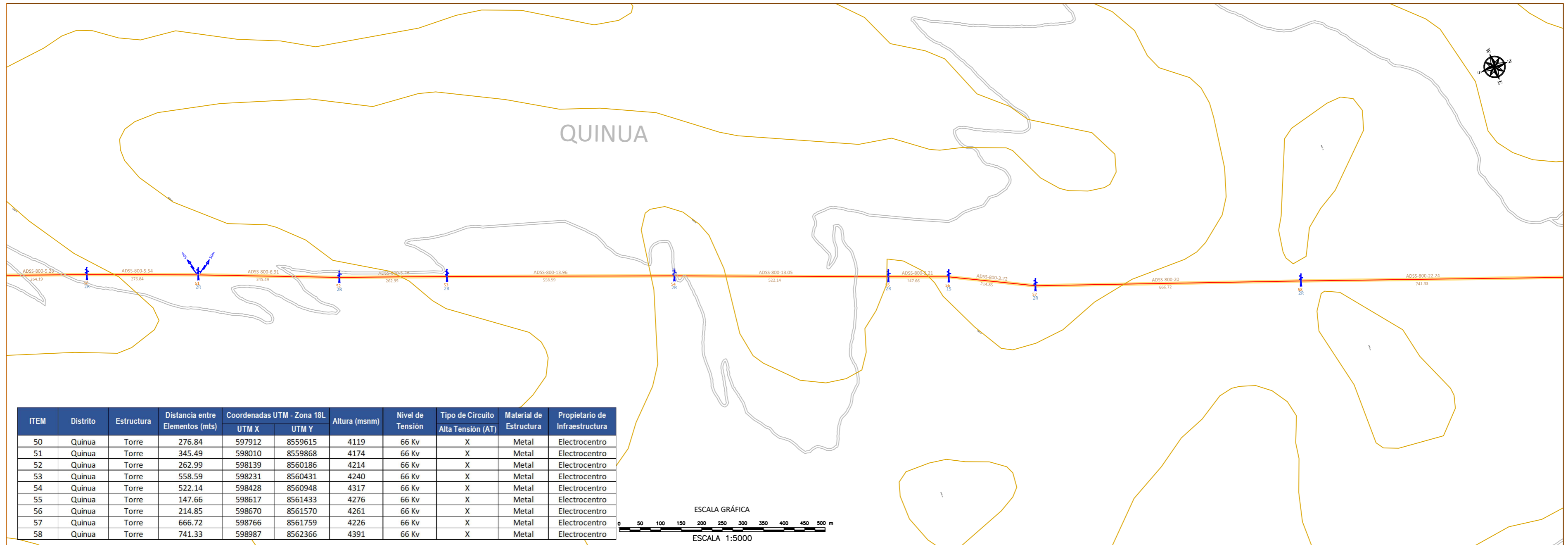


ITEM	Distrito	Estructura	Distancia entre Elementos (mts)	Coordenadas UTM - Zona 18L		Altura (msnm)	Nivel de Tensión	Tipo de Circuito Alta Tensión (AT)	Material de Estructura	Propietario de Infraestructura
				UTM X	UTM Y					
38	Quinua	Torre	294.58	595675	8556274	3425	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
39	Quinua	Torre	140.88	595879	8556475	3494	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
40	Quinua	Torre	247.08	595978	8556573	3515	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
41	Quinua	Torre	872.36	596153	8556745	3544	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
42	Quinua	Torre	618.14	596775	8557351	3627	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
43	Quinua	Torre	245.84	597200	8557766	3798	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
44	Quinua	Torre	176.21	597285	8557989	3857	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
45	Quinua	Torre	275.78	597347	8558151	3888	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
46	Quinua	Torre	231.41	597447	8558408	3886	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
47	Quinua	Torre	414.49	597529	8558624	3899	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
48	Quinua	Torre	406.61	597675	8559004	3977	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
49	Quinua	Torre	264.19	597822	8559375	4055	66 Kv	X	Metal	Electrocentro

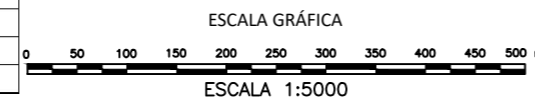


<<< VIENE PLANCHA 04

CONTINUA PLANCHA 6 >>>



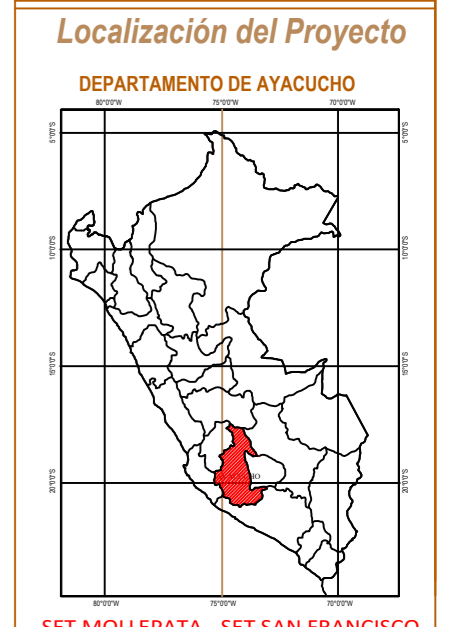
ITEM	Distrito	Estructura	Distancia entre Elementos (mts)	Coordenadas UTM - Zona 18L		Altura (msnm)	Nivel de Tensión	Tipo de Circuito Alta Tensión (AT)	Material de Estructura	Propietario de Infraestructura
				UTM X	UTM Y					
50	Quinua	Torre	276.84	597912	8559615	4119	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
51	Quinua	Torre	345.49	598010	8559868	4174	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
52	Quinua	Torre	262.99	598139	8560186	4214	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
53	Quinua	Torre	558.59	598231	8560431	4240	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
54	Quinua	Torre	522.14	598428	8560948	4317	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
55	Quinua	Torre	147.66	598617	8561433	4276	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
56	Quinua	Torre	214.85	598670	8561570	4261	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
57	Quinua	Torre	666.72	598766	8561759	4226	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
58	Quinua	Torre	741.33	598987	8562366	4391	66 Kv	X	Metal	Electrocentro



<<< VIENE PLANCHA 05

CONTINUA PLANCHA 7 >>>

CONVENCIONES	
	Cámara Sencil
	Cámara Doble
	Cámara Vehicular
	Cámara Proyectada
	Cámara Existente
	Empalme
	Reserva
	Poste de Concreto
	Poste de Acero
	Poste de Madera
	Poste de Madera en H
	Poste de Concreto en H
	Poste de Acero en H
	Poste Fib. de Vidrio en H
	Poste de Madera en H
	Poste de Madera Triple
	Poste de Concreto Triple
	Poste de Acero Triple
	Poste Fib. de Vidrio Triple
	ELEC-ELECTROCENTRO
	ESUM-ELECTROSUM
	TRUP-ELECTRICA TRUP
	Cable de F.O. Aereo Proyect
	Cable de F.O. Canalizado P
	Distancia entre elementos en
	Coordenadas en UTM
	Puente
	Kilómetro
	Cruce Americano
	Medio Cruce
	Cruce Líneas de Energía
	Vía Primaria
	Vía Secundaria
	Vía Fibra
	Río
	Límite MTC
	Eje de vía
	Dirección Actual
	Dirección Antigua
	Torre
	Torre
	Zona Fluctuación GPS
	EPUNO-ELECTROPUÑO
	ESUM-ELECTROSUM
	ESUR-ELECTRORESUR



SET MOLLEPATA - SET SAN FRANCISCO

NOTAS



CONTRATO ELECTRIFICADORA #  
 PROYECTO:  
**ENLACE ENTRE LA SET MOLLEPATA A LA SET SAN FRANCISCO A TRAVÉS DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA**

DEPARTAMENTO:  
**AYACUCHO**

PROPIETARIO:  
**ELECTROCENTRO**

ESPECIALIDAD:  
**TELECOMUNICACIONES**

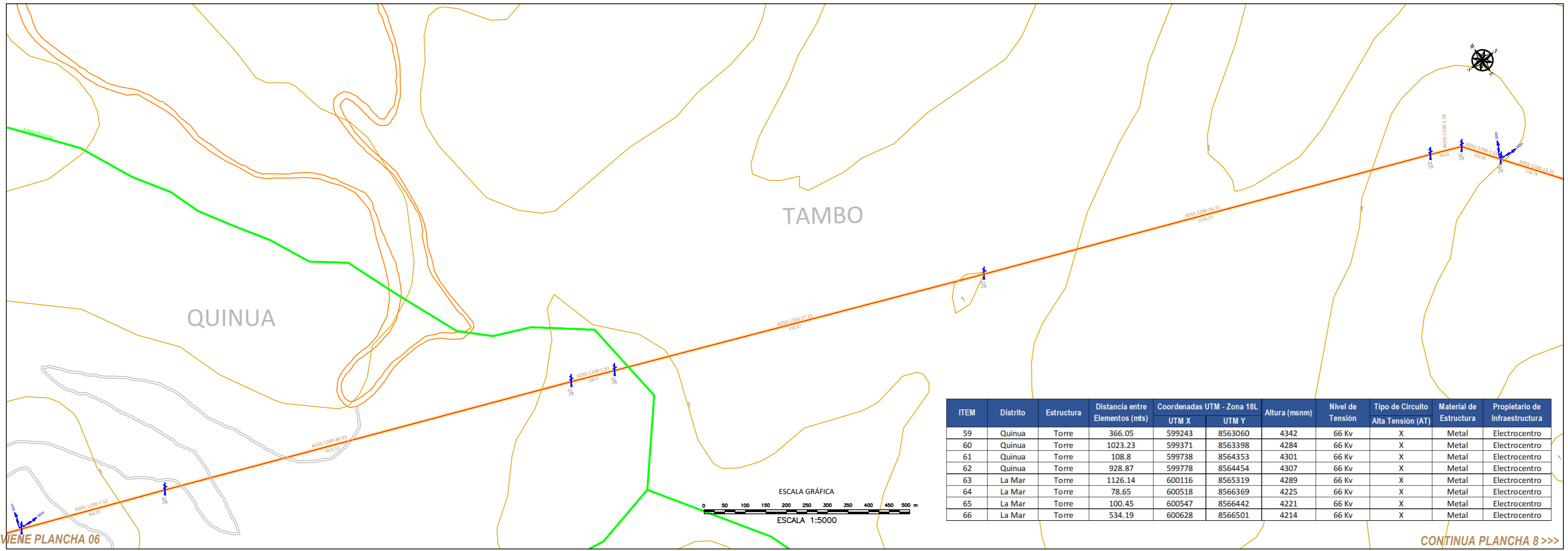
LONGITUD DE FIBRA: **86,099 mts.**

PLANO:  
**DISEÑO DE PLANTA EXTERNA**

FECHA:  
**05-01-2019**

DISEÑADO:  
**ANTHONY POZO ALCARRAZ**

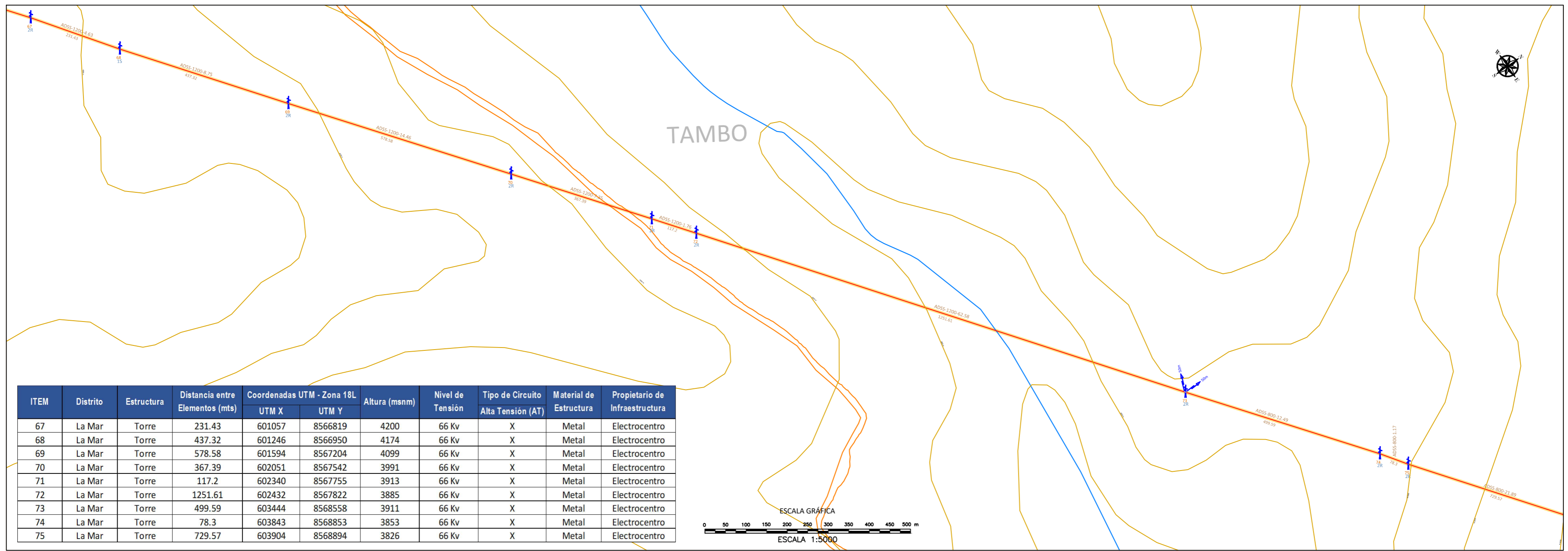
Escala: LA INDICADA  
 Plano: 3 de 11 Versión: A Fecha: 05-01-2019



ITEM	Distrito	Estructura	Distancia entre Elementos (mts)	Coordenadas UTM - Zona 18L		Altura (msnm)	Nivel de Tensión	Tipo de Circuito Alta Tensión (AT)	Material de Estructura	Propietario de Infraestructura
				UTM X	UTM Y					
59	Quinua	Torre	366.05	599243	8563060	4342	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
60	Quinua	Torre	1023.23	599371	8563398	4284	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
61	Quinua	Torre	108.8	599738	8564353	4301	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
62	Quinua	Torre	928.87	599778	8564454	4307	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
63	La Mar	Torre	1126.14	600116	8565319	4289	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
64	La Mar	Torre	78.65	600518	8566369	4225	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
65	La Mar	Torre	100.45	600547	8566442	4221	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
66	La Mar	Torre	534.19	600628	8566501	4214	66 Kv	X	Metal	Electrocentro

<<< VIENE PLANCHA 06

CONTINUA PLANCHA 8 >>>



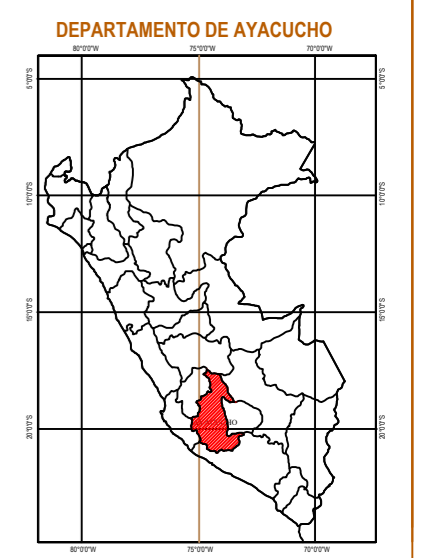
ITEM	Distrito	Estructura	Distancia entre Elementos (mts)	Coordenadas UTM - Zona 18L		Altura (msnm)	Nivel de Tensión	Tipo de Circuito Alta Tensión (AT)	Material de Estructura	Propietario de Infraestructura
				UTM X	UTM Y					
67	La Mar	Torre	231.43	601057	8566819	4200	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
68	La Mar	Torre	437.32	601246	8566950	4174	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
69	La Mar	Torre	578.58	601594	8567204	4099	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
70	La Mar	Torre	367.39	602051	8567542	3991	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
71	La Mar	Torre	117.2	602340	8567755	3913	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
72	La Mar	Torre	1251.61	602432	8567822	3885	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
73	La Mar	Torre	499.59	603444	8568558	3911	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
74	La Mar	Torre	78.3	603843	8568853	3853	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
75	La Mar	Torre	729.57	603904	8568894	3826	66 Kv	X	Metal	Electrocentro

<<< VIENE PLANCHA 07

CONTINUA PLANCHA 9 >>>

CONVENCIONES	
	Cámara Simple
	Cámara Doble
	Cámara Vehicular
	Cámara Proyectada
	Cámara Existente
	Empalme
	Reserva
	Poleto de Concreto
	Poleto de Acero
	Poleto de Fibra de Vidrio
	Poleto de Madera en H
	Poleto de Concreto en H
	Poleto de Acero en H
	Poleto Fib. de Vidrio en H
	Poleto de Madera Triple
	Poleto de Concreto Triple
	Poleto de Acero Triple
	Poleto Fib. de Vidrio Triple
	Cable de F.O. Aéreo Proyectado
	Cable de F.O. Canalizado P
	Distancia entre elementos en mts
	Coordenadas en UTM
	Puente
	Kilómetro
	Cruce Americano
	Medio Cruce
	Cruce Líneas de Energía
	Vía Primaria
	Vía Secundaria
	Vía Forma
	Río
	Límite MTC
	Eje de vía
	Dirección Actual
	Dirección Antigua
	Torre
	Torre Cilla
	Zona Fluctuación GPS
	ELEC-ELECTROCENTRO
	ESUM-ELECTROSUM
	TRUP-ELECTRICA TRUP
	EPUNO-ELECTROPUNO
	ESUP-ELECTROCENTRO
	ESUR-ELECTRICA RESERVA

Localización del Proyecto



DEPARTAMENTO DE AYACUCHO  
SET MOLLEPATA - SET SAN FRANCISCO

NOTAS



CONTRATO ELECTRIFICADORA #

PROYECTO:  
ENLACE ENTRE LA SET MOLLEPATA A LA SET SAN FRANCISCO A TRAVÉS DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA

DEPARTAMENTO:  
AYACUCHO

PROPIETARIO:  
ELECTROCENTRO

ESPECIALIDAD:  
TELECOMUNICACIONES

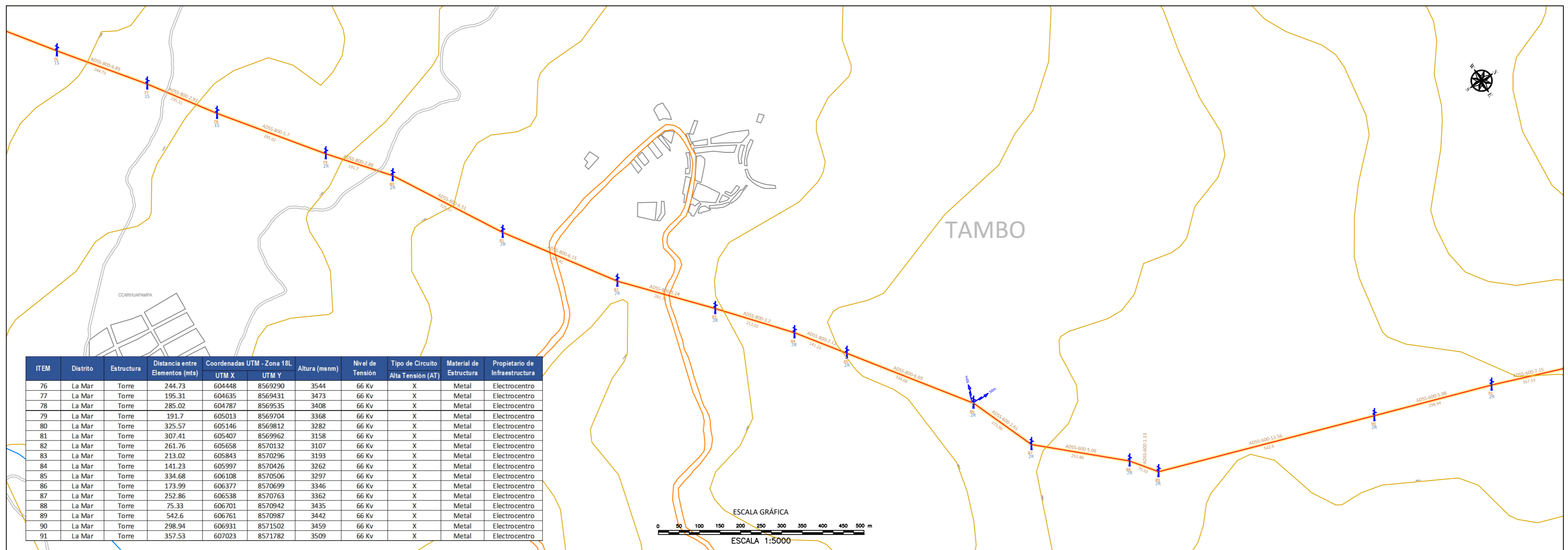
LONGITUD DE FIBRA:  
86,099 mts.

PLANO:  
DISEÑO DE PLANTA EXTERNA

FECHA:  
05-01-2019

DISEÑADO:  
ANTHONY POZO ALCARRAZ

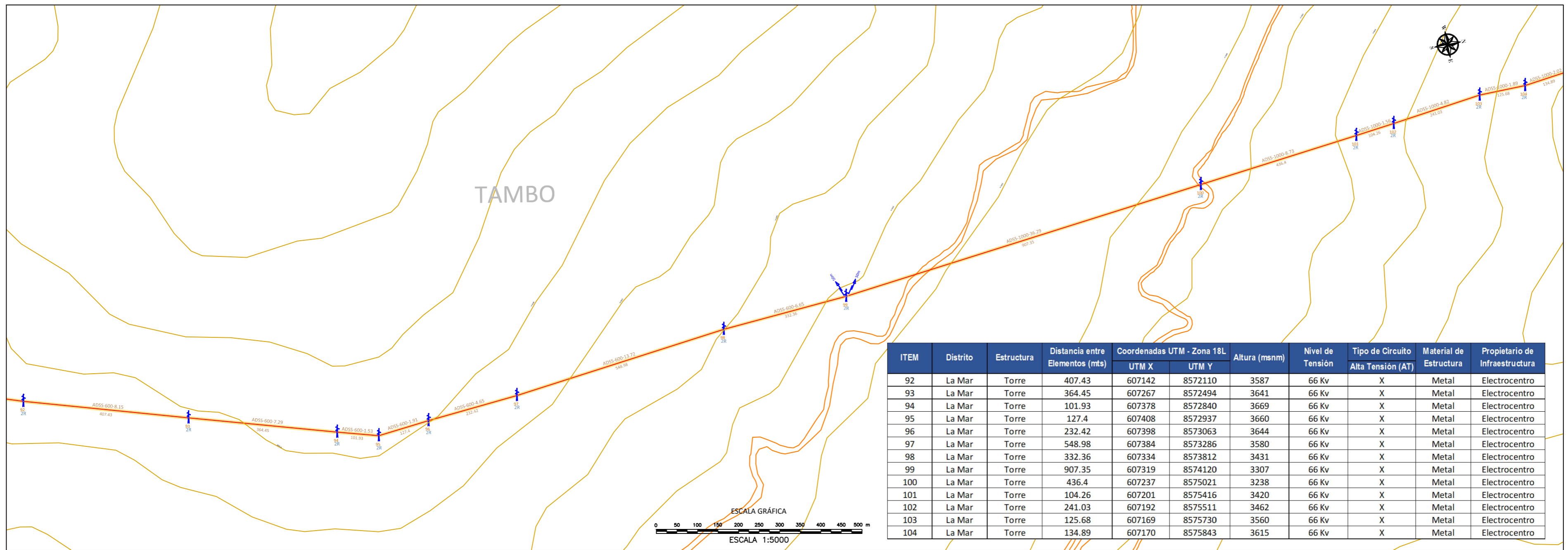
Escala: LA INDICADA  
Plano: 4 de 11 Versión: A Fecha: 05-01-2019



ITEM	Distrito	Estructura	Distancia entre Elementos (mts)	Coordenadas UTM - Zona 18L		Altura (msnm)	Nivel de Tensión	Tipo de Circuito Alta Tensión (AT)	Material de Estructura	Propietario de Infraestructura
				UTM X	UTM Y					
76	La Mar	Torre	244.73	604448	8569290	3544	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
77	La Mar	Torre	195.31	604635	8569431	3473	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
78	La Mar	Torre	285.02	604787	8569535	3408	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
79	La Mar	Torre	191.7	605013	8569704	3368	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
80	La Mar	Torre	325.57	605146	8569812	3282	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
81	La Mar	Torre	307.41	605407	8569962	3158	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
82	La Mar	Torre	261.76	605658	8570132	3107	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
83	La Mar	Torre	213.02	605843	8570296	3193	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
84	La Mar	Torre	141.23	605997	8570426	3262	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
85	La Mar	Torre	334.68	606108	8570506	3297	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
86	La Mar	Torre	173.99	606377	8570699	3346	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
87	La Mar	Torre	252.86	606538	8570763	3362	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
88	La Mar	Torre	75.33	606701	8570942	3435	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
89	La Mar	Torre	542.6	606761	8570987	3442	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
90	La Mar	Torre	298.94	606931	8571502	3459	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
91	La Mar	Torre	357.53	607023	8571782	3509	66 Kv	X	Metal	Electrocentro

<<< VIENE PLANCHA 08

CONTINUA PLANCHA 10 >>>



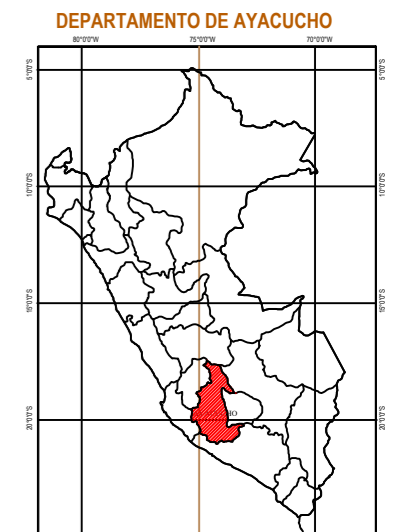
ITEM	Distrito	Estructura	Distancia entre Elementos (mts)	Coordenadas UTM - Zona 18L		Altura (msnm)	Nivel de Tensión	Tipo de Circuito Alta Tensión (AT)	Material de Estructura	Propietario de Infraestructura
				UTM X	UTM Y					
92	La Mar	Torre	407.43	607142	8572110	3587	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
93	La Mar	Torre	364.45	607267	8572494	3641	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
94	La Mar	Torre	101.93	607378	8572840	3669	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
95	La Mar	Torre	127.4	607408	8572937	3660	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
96	La Mar	Torre	232.42	607398	8573063	3644	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
97	La Mar	Torre	548.98	607384	8573286	3580	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
98	La Mar	Torre	332.36	607334	8573812	3431	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
99	La Mar	Torre	907.35	607319	8574120	3307	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
100	La Mar	Torre	436.4	607237	8575021	3238	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
101	La Mar	Torre	104.26	607201	8575416	3420	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
102	La Mar	Torre	241.03	607192	8575511	3462	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
103	La Mar	Torre	125.68	607169	8575730	3560	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
104	La Mar	Torre	134.89	607170	8575843	3615	66 Kv	X	Metal	Electrocentro

<<< VIENE PLANCHA 09

CONTINUA PLANCHA 11 >>>

CONVENCIONES	
	Cámara Simple
	Cámara Doble
	Cámara Vehicular
	Cámara Proyectada
	Cámara Existente
	Empalme
	Reserva
	Poste de Concreto
	Poste de Acero
	Poste de Madera
	Poste de Madera en H
	Poste de Concreto en H
	Poste de Acero en H
	Poste Fib. de Vidrio en H
	Poste Fib. de Vidrio Triple
	Poste Fib. de Vidrio Triple
	Poste Fib. de Vidrio Triple
	Cable de F.O. Aéreo Proyect
	Cable de F.O. Canalizado P
	Distancia entre elementos en m
	Coordenadas en UTM
	Puente
	Kilómetro
	Cruce Americano
	Medio Cruce
	Cruce Líneas de Energía
	Vía Primaria
	Vía Secundaria
	Vía Forma
	Río
	Límite MTC
	Eje de vía
	Dirección Actual
	Dirección Antigua
	Torre
	Torre
	Torre
	Zona Fluctuación GPS
	EPUNO: ELECTROPUNO
	ESUR: ELECTROCENTRO
	ESUR: ELECTROCENTRO
	ESUR: ELECTRICA RESERVA

Localización del Proyecto



DEPARTAMENTO DE AYACUCHO

SET MOLLEPATA - SET SAN FRANCISCO

NOTAS



CONTRATO ELECTRIFICADORA #

PROYECTO: ENLACE ENTRE LA SET MOLLEPATA A LA SET SAN FRANCISCO A TRAVÉS DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA

DEPARTAMENTO: AYACUCHO

PROPIETARIO: ELECTROCENTRO

ESPECIALIDAD: TELECOMUNICACIONES

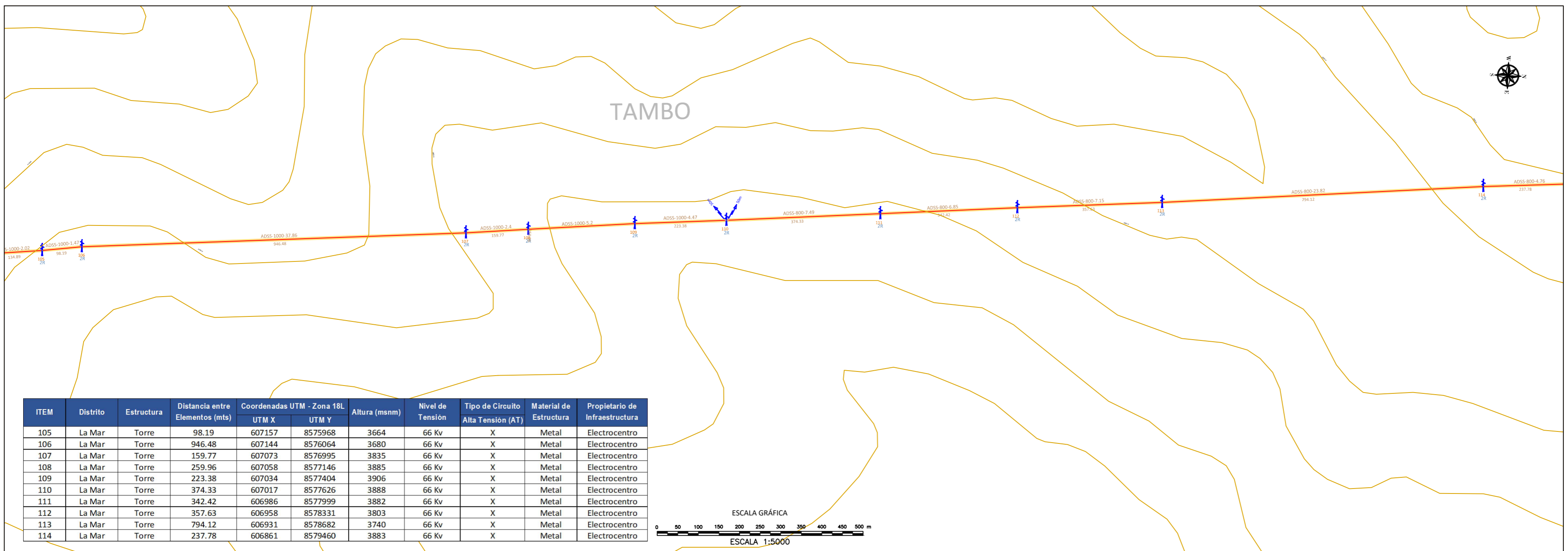
LONGITUD DE FIBRA: 86,099 mts.

PLANO: DISEÑO DE PLANTA EXTERNA

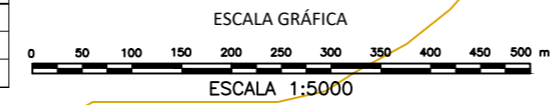
FECHA: 05-01-2019

DISEÑADO: ANTHONY POZO ALCARRAZ

Escala: LA INDICADA  
Plano: 5 de 11 | Versión: A | Fecha: 05-01-2019

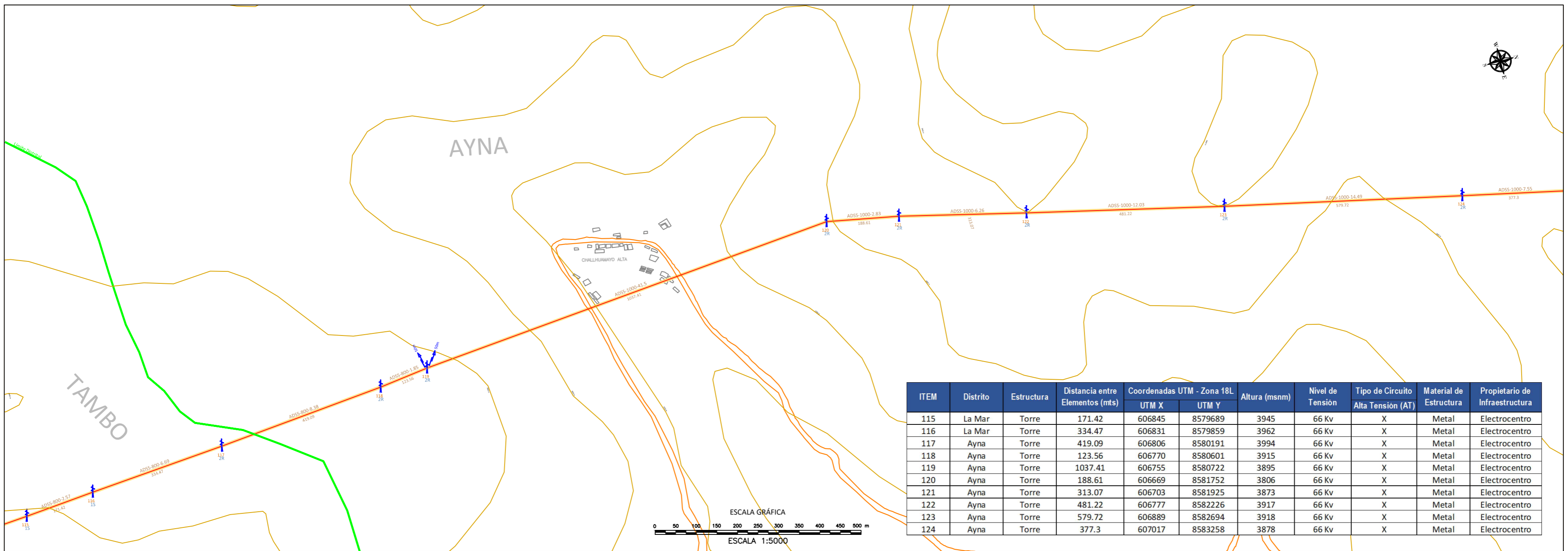


ITEM	Distrito	Estructura	Distancia entre Elementos (mts)	Coordenadas UTM - Zona 18L		Altura (msnm)	Nivel de Tensión	Tipo de Circuito Alta Tensión (AT)	Material de Estructura	Propietario de Infraestructura
				UTM X	UTM Y					
105	La Mar	Torre	98.19	607157	8575968	3664	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
106	La Mar	Torre	946.48	607144	8576064	3680	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
107	La Mar	Torre	159.77	607073	8576995	3835	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
108	La Mar	Torre	259.96	607058	8577146	3885	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
109	La Mar	Torre	223.38	607034	8577404	3906	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
110	La Mar	Torre	374.33	607017	8577626	3888	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
111	La Mar	Torre	342.42	606986	8577999	3882	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
112	La Mar	Torre	357.63	606958	8578331	3803	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
113	La Mar	Torre	794.12	606931	8578682	3740	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
114	La Mar	Torre	237.78	606861	8579460	3883	66 Kv	X	Metal	Electrocentro

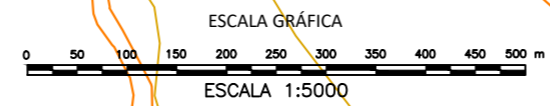


<<< VIENE PLANCHA 10

CONTINUA PLANCHA 12 >>>



ITEM	Distrito	Estructura	Distancia entre Elementos (mts)	Coordenadas UTM - Zona 18L		Altura (msnm)	Nivel de Tensión	Tipo de Circuito Alta Tensión (AT)	Material de Estructura	Propietario de Infraestructura
				UTM X	UTM Y					
115	La Mar	Torre	171.42	606845	8579689	3945	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
116	La Mar	Torre	334.47	606831	8579859	3962	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
117	Ayna	Torre	419.09	606806	8580191	3994	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
118	Ayna	Torre	123.56	606770	8580601	3915	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
119	Ayna	Torre	1037.41	606755	8580722	3895	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
120	Ayna	Torre	188.61	606669	8581752	3806	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
121	Ayna	Torre	313.07	606703	8581925	3873	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
122	Ayna	Torre	481.22	606777	8582226	3917	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
123	Ayna	Torre	579.72	606889	8582694	3918	66 Kv	X	Metal	Electrocentro
124	Ayna	Torre	377.3	607017	8583258	3878	66 Kv	X	Metal	Electrocentro

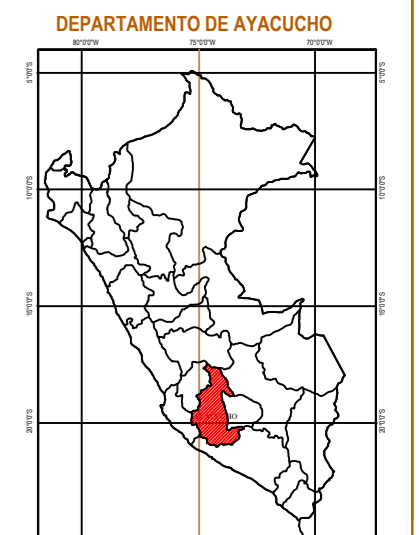


<<< VIENE PLANCHA 11

CONTINUA PLANCHA 13 >>>

CONVENCIONES	
	Cámara Simple
	Cámara Doble
	Cámara Vehicular
	Cámara Proyectada
	Cámara Existente
	Empalme
	Reserva
	Poleto de Concreto
	Poleto de Madera
	Poleto de Madera en H
	Poleto de Concreto en H
	Poleto de Acero en H
	Poleto Fib. de Vidrio en H
	Poleto de Madera Triple
	Poleto de Concreto Triple
	Poleto de Acero Triple
	Poleto Fib. de Vidrio Triple
	ELEC. ELECTROCENTRO
	ESUB. ELECTROSUBESTACION
	ETOR. ELECTRICA TORRE
	Cable de F.O. Aereo Proyectado
	Cable de F.O. Canalizado P
	Distancia entre elementos en m
	Coordenadas en UTM
	Puente
	Kilometro
	Cruce Americano
	Medio Cruce
	Cruce Líneas de Energía
	Via Primaria
	Via Secundaria
	Via Forme
	Rio
	Límite MTC
	Eje de vía
	Dirección Actual
	Dirección Antigua
	Torre
	Torre
	Zona Fluctuación GPS
	EPUNO. ELECTROPUNO
	ESUB. ELECTROCENTRO
	ETOR. ELECTRICA TORRE

Localización del Proyecto



DEPARTAMENTO DE AYACUCHO

SET MOLLEPATA - SET SAN FRANCISCO

NOTAS



CONTRATO ELECTRIFICADORA #  
PROYECTO:  
ENLACE ENTRE LA SET MOLLEPATA A LA SET SAN FRANCISCO A TRAVÉS DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA

DEPARTAMENTO: AYACUCHO

PROPIETARIO: ELECTROCENTRO

ESPECIALIDAD: TELECOMUNICACIONES

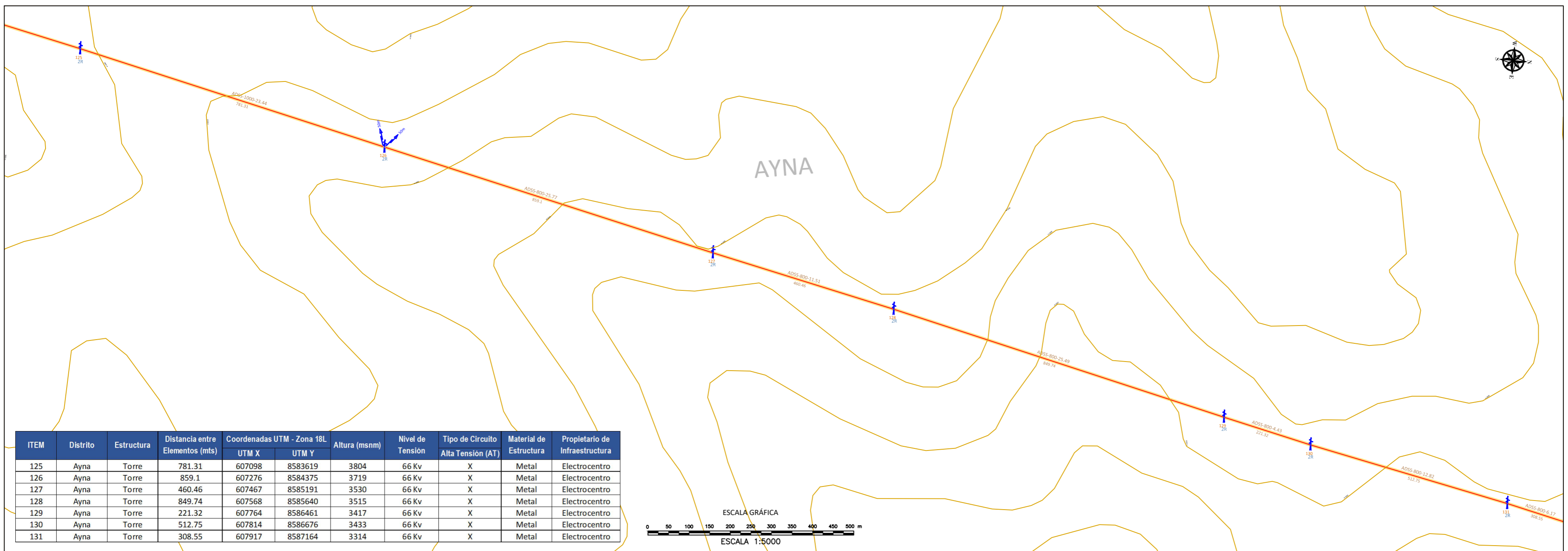
LONGITUD DE FIBRA: 86,099 mts.

PLANO: DISEÑO DE PLANTA EXTERNA

FECHA: 05-01-2019

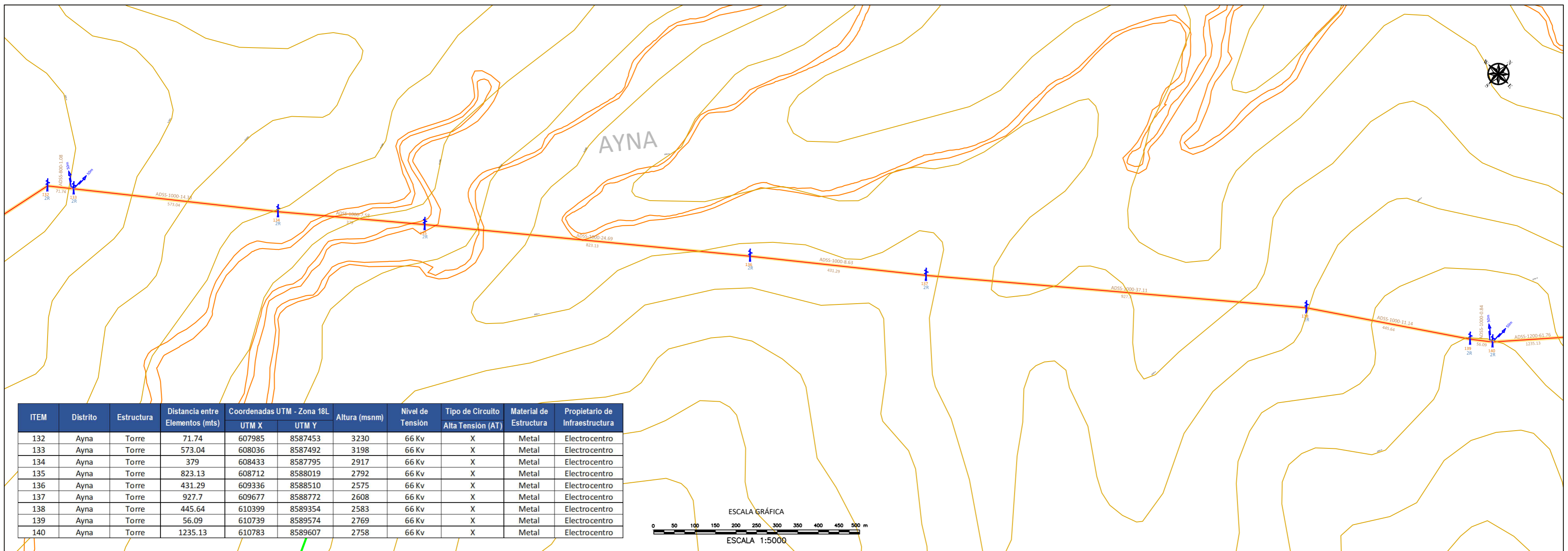
DISEÑADO: ANTHONY POZO ALCARRAZ

Escala: LA INDICADA  
Plano: 6 de 11 Versión: A Fecha: 05-01-2019



<<< VIENE PLANCHA 12

CONTINUA PLANCHA 14 >>>



<<< VIENE PLANCHA 13

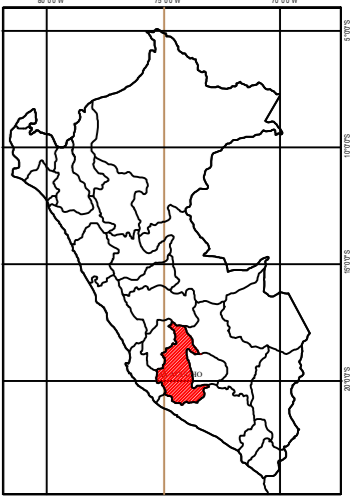
CONTINUA PLANCHA 15 >>>

CONVENCIONES

	Cámara Sencil		Cable de F.O. Aéreo Proyecto
	Cámara Doble		Cable de F.O. Canalizado P
	Cámara Vehicular		Distancia entre elementos mts
	Cámara Proyectada		Coordenadas en UTM
	Cámara Existente		Puente
	Empalme		Kilómetro
	Reserva		Cruce Americano
	Poste de Concreto		Medio Cruce
	Poste de Acero		Cruce Líneas de Energía
	Poste de Fibra de Vidrio		Vía Primaria
	Poste de Madera en H		Vía Secundaria
	Poste de Concreto en H		Río
	Poste de Acero en H		Límite MTC
	Poste Fib. de Vidrio en H		Eje de vía
	Poste de Madera Triple		Dirección Actual
	Poste de Concreto Triple		Dirección Antigua
	Poste de Acero Triple		Torre
	Poste Fib. de Vidrio Triple		Torejilla
	Zona Fluctuación GPS		
	ELEC. ELECTROCENTRO		EPUNO. ELECTROCENTRO
	ESUM. ELECTROCENTRO		TSUM. ELECTROCENTRO
	TREP. ELECTRICA TREP		ESUR. ELECTRICA RESERVA

Localización del Proyecto

DEPARTAMENTO DE AYACUCHO



SET MOLLEPATA - SET SAN FRANCISCO

NOTAS

Blank space for notes.



CONTRATO ELECTRIFICADORA #

PROYECTO:

ENLACE ENTRE LA SET MOLLEPATA A LA SET SAN FRANCISCO A TRAVÉS DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA

DEPARTAMENTO:

AYACUCHO

PROPIETARIO:

ELECTROCENTRO

ESPECIALIDAD:

TELECOMUNICACIONES

LONGITUD DE FIBRA:

86,099 mts.

PLANO:

DISEÑO DE PLANTA EXTERNA

FECHA:

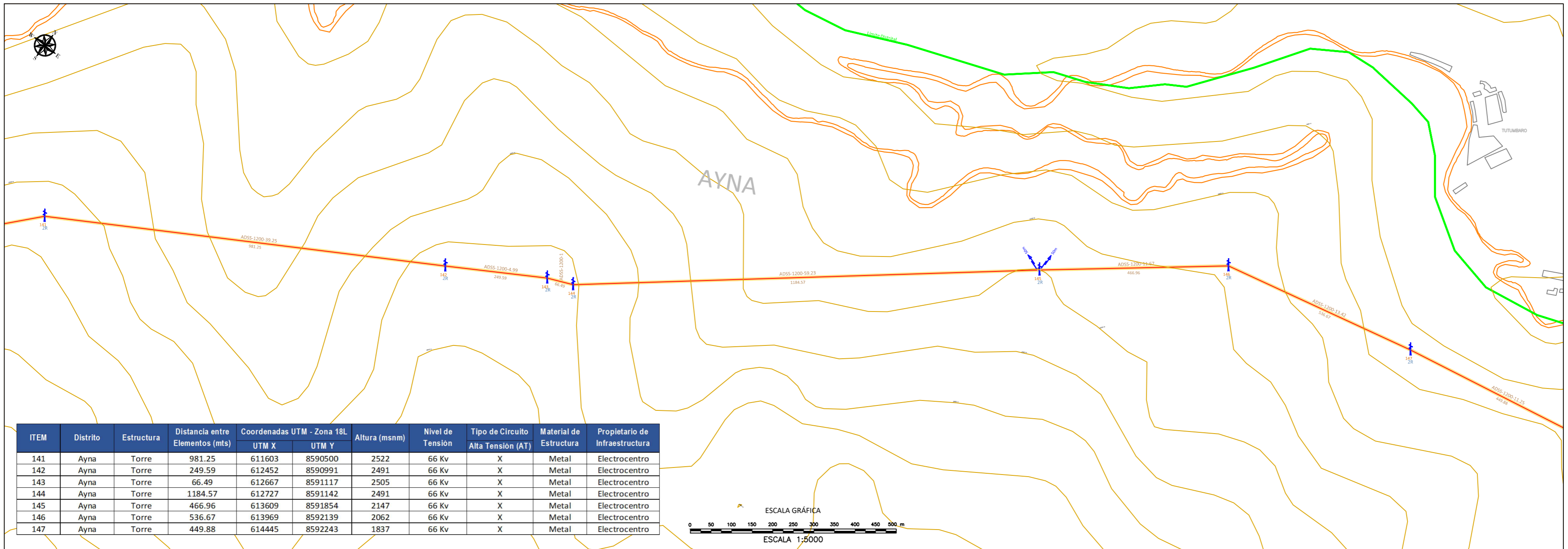
05-01-2019

DISEÑADO:

ANTHONY POZO ALCARRAZ

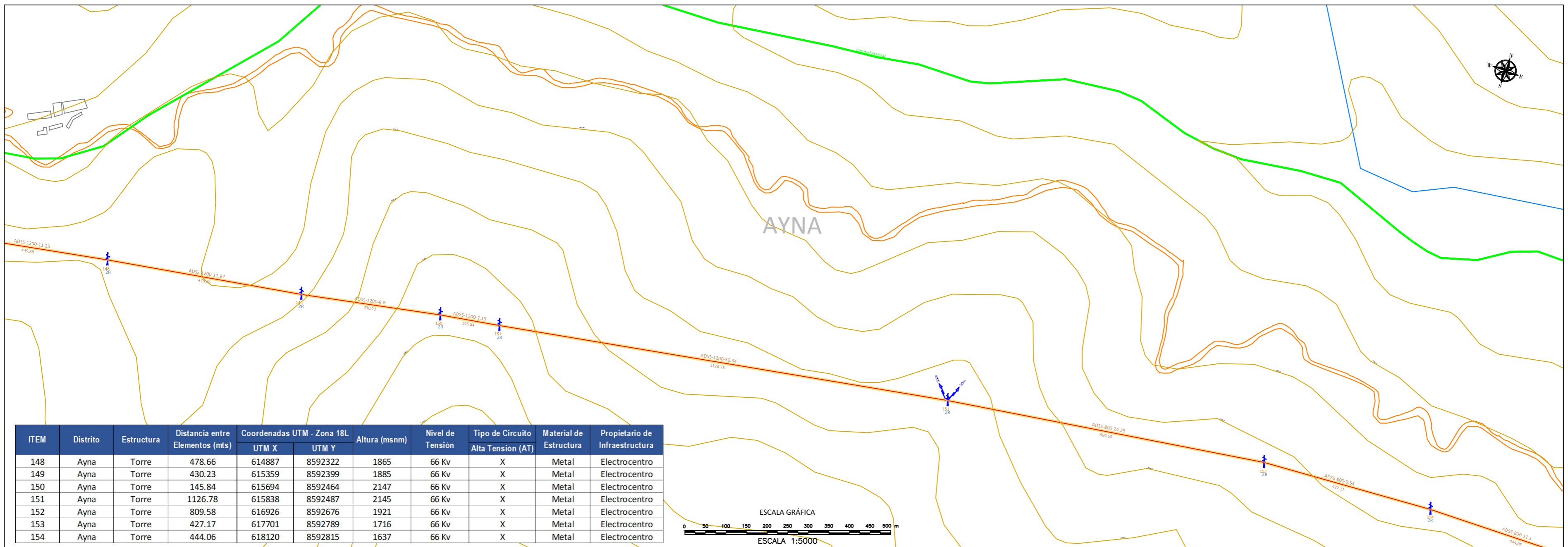
Escala: LA INDICADA

Plano: 7 de 11 Versión: A Fecha: 05-01-2019



<<< VIENE PLANCHA 14

CONTINUA PLANCHA 16 >>>

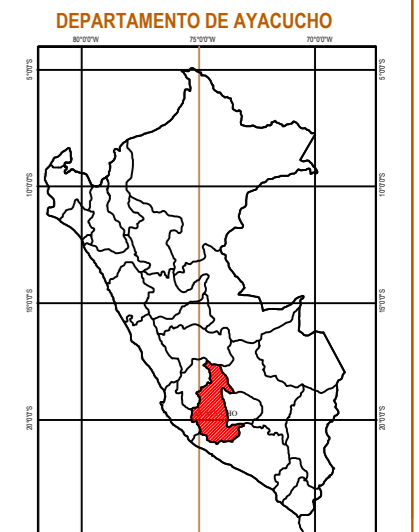


<<< VIENE PLANCHA 15

CONTINUA PLANCHA 17 >>>

CONVENCIONES	
	Cámara Sencil
	Cámara Doble
	Cámara Vehicular
	Cámara Proyectada
	Cámara Existente
	Empalme
	Reserva
	Poleto de Concreto
	Poleto de Acero
	Poleto de Fibra de Vidrio
	Poleto de Madera en H
	Poleto de Concreto en H
	Poleto de Acero en H
	Poleto Fib. de Vidrio en H
	Poleto de Madera Triple
	Poleto de Concreto Triple
	Poleto de Acero Triple
	Poleto Fib. de Vidrio Triple
	ELEC: ELECTROCENTRO
	ESUR: ELECTROCENTRO
	TRUP: ELECTRICA TRUP
	Cable de F.O. Aéreo Proyeto
	Cable de F.O. Canalizado P
	Distancia entre elementos en m
	Coordenadas en UTM
	Puente
	Kilómetro
	Cruce Americano
	Medio Cruce
	Cruce Líneas de Energía
	Vía Primaria
	Vía Secundaria
	Vía Ferra
	Río
	Límite MTC
	Eje de vía
	Dirección Actual
	Dirección Antigua
	Torre
	Torre
	Zona Fluctuación GPS
	EPUWO: ELECTROPUWO
	ESUR: ELECTROCENTRO
	ESUR: ELECTRICA RESERVA

### Localización del Proyecto



### SET MOLLEPATA - SET SAN FRANCISCO

NOTAS



CONTRATO ELECTRIFICADORA #  
 PROYECTO:  
**ENLACE ENTRE LA SET MOLLEPATA A LA SET SAN FRANCISCO A TRAVÉS DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA**

DEPARTAMENTO:  
**AYACUCHO**

PROPIETARIO:  
**ELECTROCENTRO**

ESPECIALIDAD:  
**TELECOMUNICACIONES**

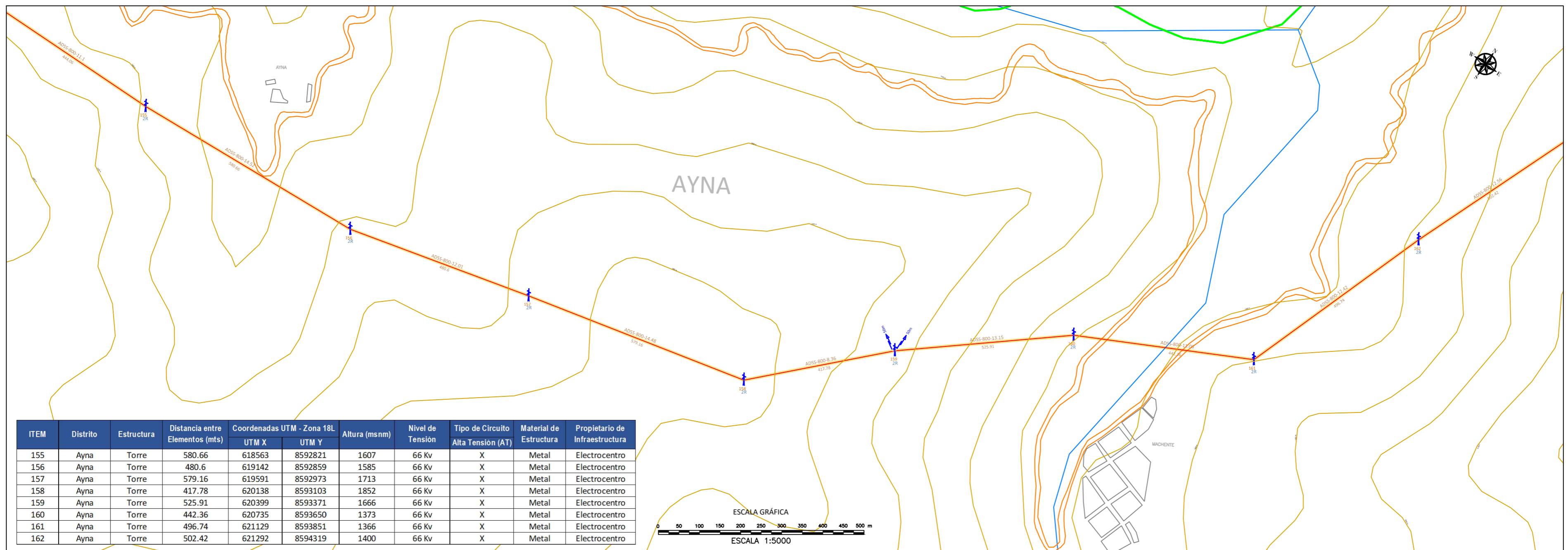
LONGITUD DE FIBRA: **86,099 mts.**

PLANO:  
**DISÑO DE PLANTA EXTERNA**

FECHA:  
**05-01-2019**

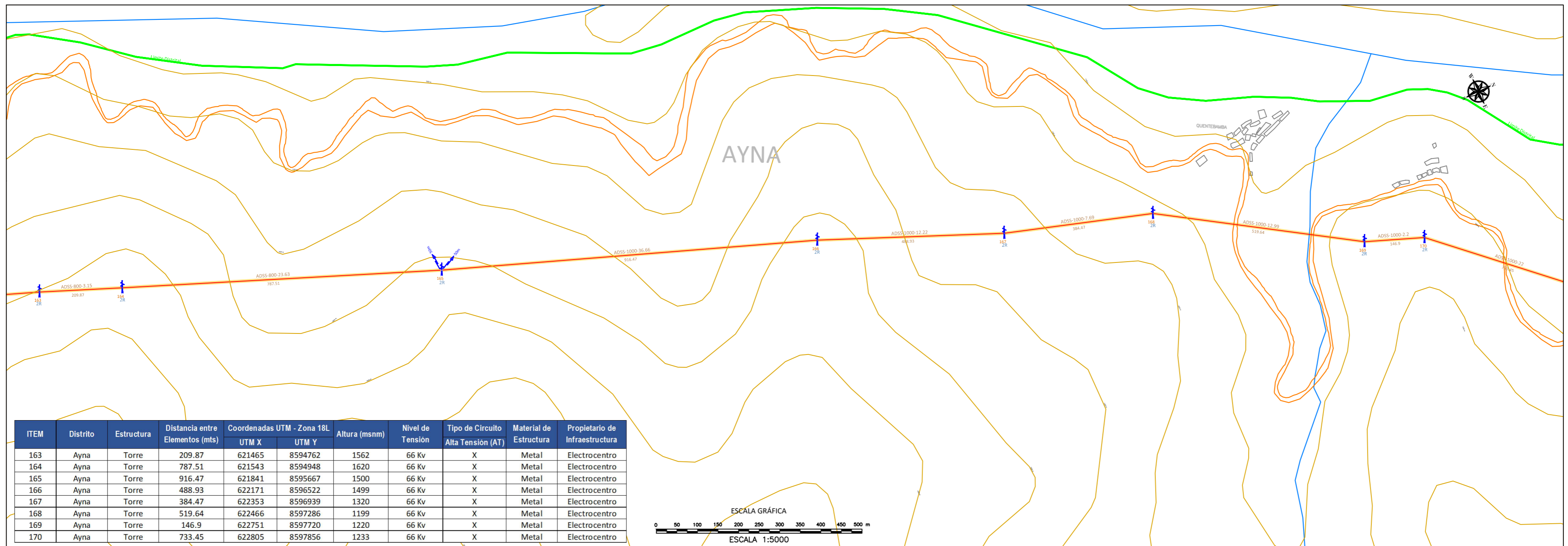
DISEÑO:  
**ANTHONY POZO ALCARRAZ**

Escala: LA INDICADA  
 Plano: 8 de 11 | Versión: A | Fecha: 05-01-2019



<<< VIENE PLANCHA 16

CONTINUA PLANCHA 18 >>>



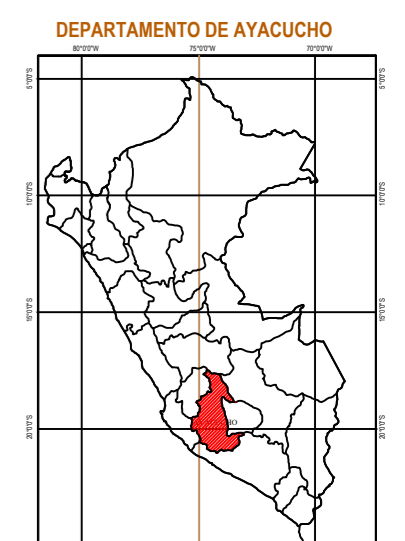
<<< VIENE PLANCHA 17

CONTINUA PLANCHA 19 >>>

**CONVENCIONES**

	Cámara Simple		Cable de F.O. Aéreo Proyectado
	Cámara Doble		Cable de F.O. Canalizado P
	Cámara Vehicular		Distancia entre elementos en m
	Cámara Proyectada		Coordenadas en UTM
	Cámara Existente		Puente
	Empeine		Kilómetro
	Reserva		Cruce Americano
	Poste de Concreto		Medio Cruce
	Poste de Madera		Cruce Líneas de Energía
	Poste Nuevo		Vía Primaria
	Poste de Acero		Vía Secundaria
	Poste de Fibra de Vidrio		Vía Ferrea
	Poste de Madera en H		Río
	Poste de Concreto en H		Límite MTC
	Poste de Acero en H		Eje de vía
	Poste Fib. de Vidrio en H		Dirección Actual
	Poste de Madera Triple		Dirección Antigua
	Poste de Concreto Triple		Torre
	Poste de Acero Triple		Torreclilla
	Poste Fib. de Vidrio Triple		Zona Fluctuación GPS
	ELEC. ELECTROCENTRO		EPUNO. ELECTROPUNO
	ESUM. ELECTROSUMO		TSUM. ELECTROTSUMO
	TRUP. ELECTRICA TRUP		ESUR. ELECTRICA RESERVA

**Localización del Proyecto**

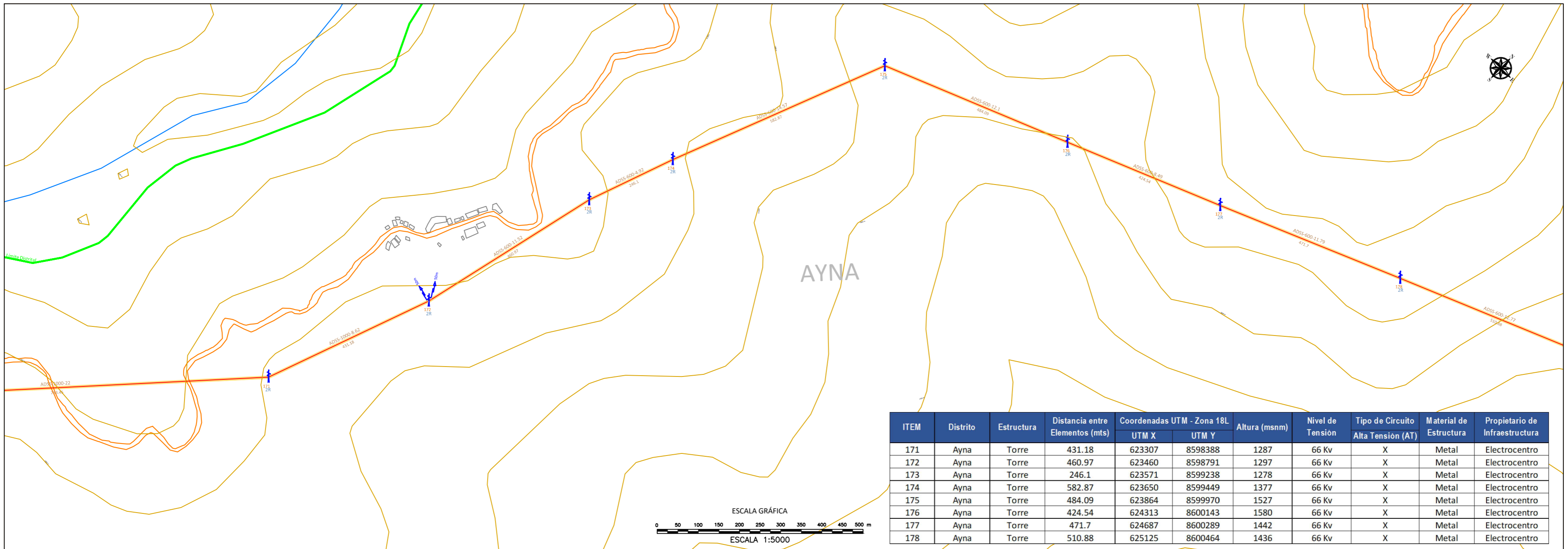


**SET MOLLEPATA - SET SAN FRANCISCO**

NOTAS

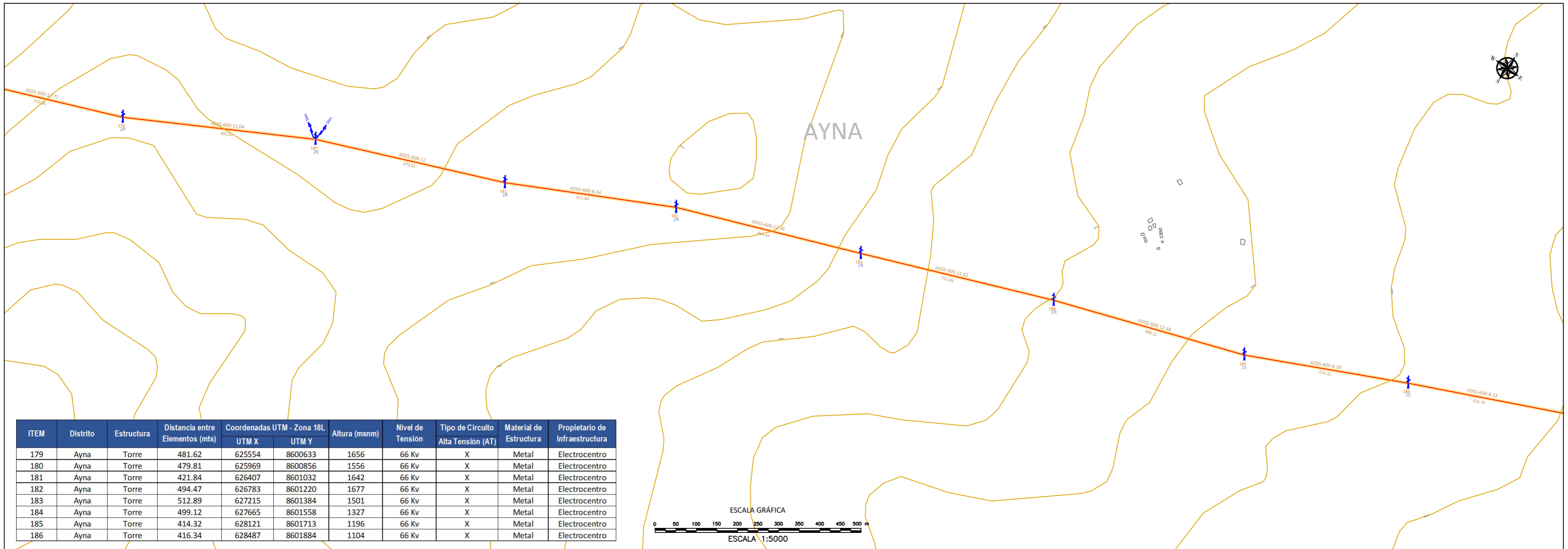


CONTRATO ELECTRIFICADORA #	
PROYECTO:	ENLACE ENTRE LA SET MOLLEPATA A LA SET SAN FRANCISCO A TRAVÉS DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA
DEPARTAMENTO:	AYACUCHO
PROPIETARIO:	ELECTROCENTRO
ESPECIALIDAD:	TELECOMUNICACIONES
LONGITUD DE FIBRA:	86,099 mts.
PLANO:	DISEÑO DE PLANTA EXTERNA
FECHA:	05-01-2019
DISEÑADO:	ANTHONY POZO ALCARRAZ
Escala: LA INDICADA	
Plano: 9 de 11	Versión: A
Fecha: 05-01-2019	



<<< VIENE PLANCHA 18

CONTINUA PLANCHA 20 >>>



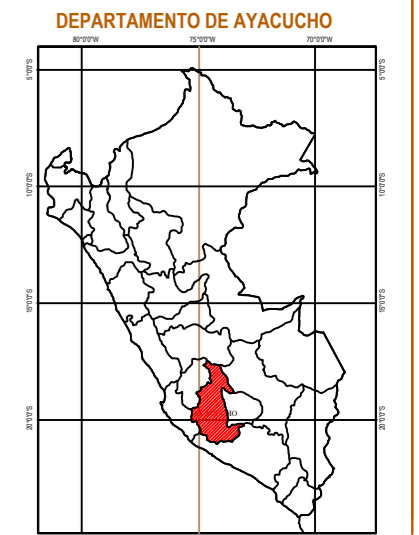
<<< VIENE PLANCHA 19

CONTINUA PLANCHA 21 >>>

CONVENCIONES

	Cámara Señal		Cable de F.O. Aéreo Proyectado
	Cámara Doble		Cable de F.O. Canalizado P
	Cámara Vehicular		Distancia entre elementos en
	Cámara Proyectada		Coordenadas en UTM
	Cámara Existente		Puente
	Empalme		Kilómetro
	Reserva		Cruce Americano
	Poste de Concreto		Medio Cruce
	Poste de Madera		Cruce Líneas de Energía
	Poste Nuevo		Vía Primaria
	Poste de Acero		Vía Secundaria
	Poste de Fibra de Vidrio		Vía Ferrea
	Poste de Madera en H		Río
	Poste de Concreto en H		Límite MTC
	Poste de Acero en H		Eje de vía
	Poste Fib. de Vidrio en H		Dirección Actual
	Poste de Madera Triple		Dirección Antigua
	Poste de Concreto Triple		Torre
	Poste de Acero Triple		Torre
	Poste Fib. de Vidrio Triple		Zona Fluctuación GPS
	ELEC. ELECTROCENTRO		EPUNO. ELECTROPUNO
	ESUR. ELECTROCENTRO		ESUR. ELECTROCENTRO
	TRUP. ELECTRICA TRUP		ESUR. ELECTRICA RESERVA

Localización del Proyecto



DEPARTAMENTO DE AYACUCHO

SET MOLLEPATA - SET SAN FRANCISCO

NOTAS



CONTRATO ELECTRIFICADORA #

PROYECTO:

ENLACE ENTRE LA SET MOLLEPATA A LA SET SAN FRANCISCO A TRAVÉS DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA

DEPARTAMENTO:

AYACUCHO

PROPIETARIO:

ELECTROCENTRO

ESPECIALIDAD:

TELECOMUNICACIONES

LONGITUD DE FIBRA:

86,099 mts.

PLANO:

DISEÑO DE PLANTA EXTERNA

FECHA:

05-01-2019

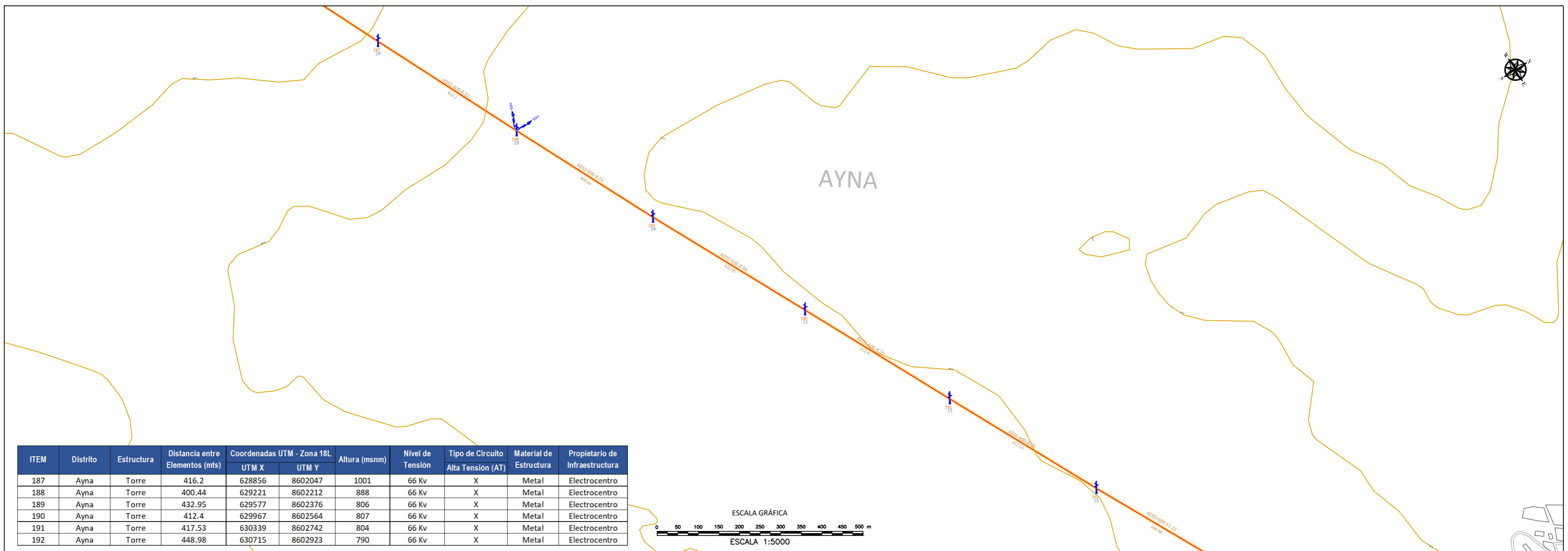
DISEÑADO:

ANTHONY POZO ALCARRAZ

Escala: LA INDICADA

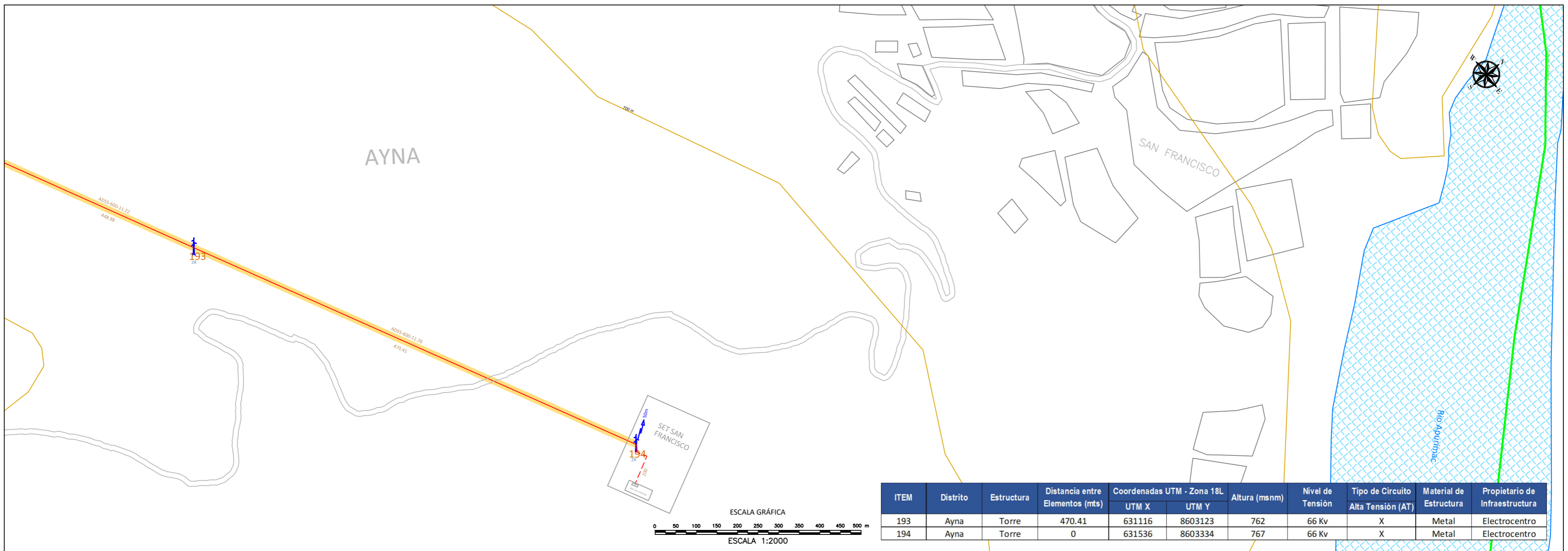
Plano: 10 de 11 Versión: A Fecha: 05-01-2019





<<< VIENE PLANCHA 20

CONTINUA PLANCHA 22 >>>



<<< VIENE PLANCHA 21

PLANCHA FINAL

CONVENCIONES

	Cámara Simple		Cable de F.O. Aéreo Proyectado
	Cámara Doble		Cable de F.O. Canalizado P
	Cámara Vehicular		Distancia entre elementos en UTM
	Cámara Projectada		Coordenadas en UTM
	Cámara Existente		Puente
	Empeine		Kilómetro
	Reserva		Cruce Americano
	Poste de Concreto		Medio Cruce
	Poste de Madera		Cruce Líneas de Energía
	Poste Nuevo		Vía Primaria
	Poste de Acero		Vía Secundaria
	Poste de Fibra de Vidrio		Vía Ferrea
	Poste de Madera en H		Río
	Poste de Concreto en H		Límite MTC
	Poste de Acero en H		Eje de vía
	Poste Fib. de Vidrio en H		Dirección Actual
	Poste de Madera Triple		Dirección Antigua
	Poste de Concreto Triple		Torre
	Poste de Acero Triple		Torre
	Poste Fib. de Vidrio Triple		Zona Fluctuación GPS
	ELEC. ELECTROCENTRO		EPUNO. ELECTROPUÑO
	ESUM. ELECTROSUM		TSUM. ELECTROCENTRO
	TREP. ELECTRICA TREP		ESUR. ELECTRICA RESERVA

Localización del Proyecto

DEPARTAMENTO DE AYACUCHO



SET MOLLEPATA - SET SAN FRANCISCO

NOTAS

Blank space for notes.



CONTRATO ELECTRIFICADORA #

PROYECTO:

ENLACE ENTRE LA SET MOLLEPATA A LA SET SAN FRANCISCO A TRAVÉS DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA

DEPARTAMENTO:

AYACUCHO

PROPIETARIO:

ELECTROCENTRO

ESPECIALIDAD:

TELECOMUNICACIONES

LONGITUD DE FIBRA:

86,099 mts.

PLANO:

DISÑO DE PLANTA EXTERNA

FECHA:

05-01-2019

DISEÑADO:

ANTHONY POZO ALCARRAZ

Escala: LA INDICADA

Plano: 11 de 11 Versión: A Fecha: 05-01-2019