

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

FACULTAD DE INGENIERIA Y GESTION

ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERIA MECÁNICA Y ELÉCTRICA



**“PROPUESTA DEL PROYECTO DE RED DE MEDIA TENSIÓN PARA
LA EMPRESA PROCESADORA DE CAFÉ PRODELSUR S.A. EN LA
PROVINCIA DE JAÉN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2019”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICISTA

PRESENTADO POR EL BACHILLER

MALLQUI TAMAYO JAIRO ENRIQUE

Villa El Salvador

2019

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios por guiarme en las decisiones que tomo día a día y por darme la sabiduría para poder cumplir mis metas propuestas; A mis padres que supieron aconsejarme para seguir en el camino de los estudios y hacer de mí un profesional, y por continuar apoyándome hasta el día de hoy; A cada integrante de mi familia por creer en mí y apoyarme en momentos difíciles.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur; por todos los conocimientos adquiridos a lo largo de preparación profesional.

A los profesores de la Universidad por sus enseñanzas y capacitaciones constantes que conllevo a desarrollarme como profesional.

INDICE

LISTADO DE FIGURAS	vii
LISTADO DE TABLAS.....	viii
INTRODUCCIÓN.....	9
CAPITULO I	10
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.1. Descripción de la Realidad Problemática.....	10
1.2. Justificación del Problema.....	10
1.3. Delimitación del Proyecto	11
1.3.1. Teórica:	11
1.3.2. Espacial:.....	11
1.3.3. Temporal:.....	11
1.4. Formulación del Problema	12
1.4.1 Problema general:	12
1.4.2. Problemas Específicos:	12
1.5. Objetivos	12
1.5.1 Objetivo General:.....	12
1.5.2. Objetivo Específico:.....	12
CAPITULO II	14
MARCO TEORICO.....	14
2.1. Antecedentes	14
2.2. Bases Teóricas	16
2.2.1 Redes de media tensión	16
2.2.2.1. Las Redes de distribución aéreas.	17
2.2.2.2. Redes de distribución subterráneas.....	17
2.2.2 Electrificación	19
2.2.2.1. Redes de distribución en media tensión o redes primarias.....	19
2.2.2.2. Redes de distribución en baja tensión o secundarias.....	20
2.2.2.3. Redes de distribución de energía eléctrica según su ubicación geográfica..	20
2.2.2.4. Redes de distribución rural	20

2.2.2.5. Redes de distribución subterráneas	20
2.2.2.6. Redes de distribución aéreas	21
2.2.2.7. Redes de distribución de energía eléctrica según usuarios Finales	21
2.2.2.8. Redes de distribución para cargas residenciales	21
2.2.2.9. Redes de distribución para cargas industriales.....	21
2.3. Definición de Términos Básicos	22
CAPÍTULO III	25
DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL.....	25
3.1. Modelo de solución propuesto	25
3.1.1. Máxima Demanda	25
3.1.1.1. Cuadro de cargas.....	25
3.1.1.2. Diagrama de carga.....	27
3.1.2. Punto de alimentación.	27
3.1.2.1 Distancias de seguridad con las redes de comunicaciones.	28
3.1.2.2 Distancias de seguridad a estructuras y conexos.....	28
3.1.2.3. Distancias de seguridad entre grifos y las redes aéreas.	29
3.1.2.4. Distancias verticales de seguridad de conductores.	31
3.1.2.5. Derecho de servidumbre y utilización de áreas permisibles.	32
3.1.2.6. Gestión de servidumbre y saneamiento de daños y perjuicios.....	32
3.1.2.7. Síntesis de declaración de impacto ambiental.	32
3.1.2.8. Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA).	32
3.1.3. Ejecución de la Red de Media Tensión	33
3.1.3.1. Ubicación.....	33
3.1.3.2. Descripción del proyecto	35
3.1.3.3. Descripción de la vía existente.....	38
3.1.3.4. Trabajos a ejecutar en el derecho de vía.....	38
3.1.3.5. Derecho de vía.	38
3.1.3.6. Coordenadas geográficas del proyecto.	38
3.1.3.7. Cuadro técnico de coordenadas de postes.....	39
3.1.3.8. Cuadro técnico de coordenadas geográficas de punto de inicio y fin de postes.	39
3.1.3.9. Especificaciones técnicas de suministros de materiales.	40
3.1.3.10. Postes.....	41
3.1.3.11. Accesorios de concreto	43
3.1.3.12. Almacenamiento y lugar de entrega.....	47

3.1.3.13. Conductores y cables.....	48
3.1.3.14. Aisladores y accesorios.....	49
3.1.3.15. Equipamiento del sistema de medición.....	52
3.1.3.16. Medidor de energía.....	55
3.1.3.17. Caja de medición.....	56
3.1.3.18. Cables para control – operación en el Trafomix y Medidor.....	57
3.1.4. Cálculos justificativos.....	58
3.1.4.1. Cálculos eléctricos.....	58
3.1.4.2. Cálculo de caída de tensión-red aérea.....	60
3.1.4.3 Pérdidas de potencia y energía por efecto Joule-red aérea.....	64
3.1.4.4. Calculo de las relaciones de Tensión y Corriente en el Trafomix.....	66
3.1.4.5. Cálculo de fusibles.....	68
3.1.4.6. Cálculo del nivel aislamiento de la línea y selección de aisladores.....	70
3.1.4.7. Cálculo de Aisladores.....	72
3.1.4.8. Cálculo de Pararrayos.....	74
3.1.4.9. Selección Reconector Automático – Recloser.....	75
CONCLUSIONES.....	77
RECOMENDACIONES.....	78
BIBLIOGRAFÍA.....	79
ANEXOS.....	80

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1 : Red de Distribución de Media Tensión.....	16
Figura 2: Electrificación Rural	19
Figura 3: Diagrama de Carga Típico Diario	27
Figura 4: Mapa de la República del Perú	33
Figura 5: Mapa del Departamento de Cajamarca	34
Figura 6: Mapa de ubicación de la Empresa	34
Figura 7: Ubicación de punto de fijación.....	36
Figura 8: Ubicación de postes	36
Figura 9: Ubicación de postes	37
Figura 10: Empresa PRODELSUR S.A.	37

LISTADO DE TABLAS

TABLA N° 1: Máxima Demanda	26
TABLA N° 2: DMS a Estructuras y Conexos	28
TABLA N° 3: DMS entre Grifos y las Redes Eléctricas	30
TABLA N° 4: DMS Verticales de los Conductores Eléctricos	31
TABLA N° 5 : Ubicación de las localidades	35
TABLA N° 6: Coordenadas Geográficas del proyecto	38
TABLA N° 7: Coordenadas de los postes para el proyecto	39
TABLA N° 8: Coordenadas de punto de inicio y final de poste	39
TABLA N° 9: Datos técnicos garantizados postes de concreto armado	43
TABLA N° 10: Datos técnicos de media palomilla de concreto armado.	46
TABLA N° 11: Media losa de concreto armado.	46
TABLA N° 12: Media losa de concreto armado.	57
TABLA N° 13: Parámetros de Caída de Tensión	64
TABLA N° 14: Resultado del cálculo de caída de tensión.	64
TABLA N° 15: Niveles básicos de aislamiento.	71
TABLA N° 16: Clases de aisladores.....	74

INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente trabajo es implementar una Red de Media Tensión para la Empresa Procesadora de café PRODELSUR S.A., ubicada en la Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca. PRODELSUR S.A procesa café en grano principalmente para exportación.

La propuesta desarrolla la red en media tensión aérea, dentro del derecho de Vía de la carretera Chayama- Jaén - San Ignacio ruta PE-5N; la red consiste en implementar 8 postes de concreto, que se extenderán a lo largo de 452.20 m. hacia la planta clasificadora de café para la empresa PRODELSUR S.A.

En el Capítulo I, se plantea el problema, la justificación del problema y los objetivos a cumplir con la elaboración de la propuesta.

En el Capítulo II, se desarrolla el marco teórico que incluye los antecedentes, así como las bases teóricas de las variables de la propuesta y la definición de los términos básicos que precisan conocer para entender los cálculos técnicos.

Finalmente, en el capítulo III, se describe la propuesta técnica que incluye los cálculos, especificaciones técnicas y los resultados que se pretende lograr cuando se implemente el proyecto. Así mismo se describe las conclusiones y recomendaciones que se han obtenido al desarrollar cada uno de los objetivos planteados en el presente trabajo.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

La Empresa Procesadora del Sur “PRODELSUR S.A.” es una empresa procesadora de café en grano, que ha adquirido en propiedad un terreno que tiene una área de 30,000m² ubicado en una zona rural la cual NO cuenta con abastecimiento de energía eléctrica debido al difícil acceso por la ubicación geográfica de la zona, esta propiedad está situada en carretera PE-5N que conecta Jaén con San Ignacio en el llano sitio situado para sembrío agrícola, la electrificación está a cargo de la concesionario ELECTRO ORIENTE SA, la cual tiene sus Redes de Media Tensión donde alimenta el aeropuerto de Shumba, la propuesta del proyecto comprende en implementar una Red de Media Tensión para abastecer de Energía Eléctrica, y lleguen a su producción para la exportación de café en grano producido en el Perú. La propiedad adquirida se encuentra ubicado en el Caserío de San Agustín, Distrito de Bellavista, Provincia de Jaén y Departamento de Cajamarca.

El tiempo destinado para la propuesta del proyecto de Red de Media Tensión está comprendido de agosto a noviembre del 2019.

1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La presente propuesta del proyecto está destinada para abastecer de energía eléctrica a la Empresa PRODELSUR S.A., creando las condiciones que conlleven a la normalización de las redes eléctricas, siendo este, un aporte fundamental en el proceso de la electrificación rural. Se debe hacer un estudio basado en una Red de Media Tensión que cumpla con los objetivos de brindar energía eléctrica a la Empresa Procesadora de Café y al mismo tiempo asegurar un buen servicio.

El referido proyecto de Red de Media Tensión estará constituida por una red de distribución aérea, que contempla la instalación y operación de 8 postes de concreto de 13 metros y cables de energía eléctrica, del tipo aérea a lo largo del trayecto que corre paralelo a la carretera Chamaya – Jaén- san Ignacio ruta PE-5N. (Lado Izquierdo), desde el punto de fijación dada en la Vía pública hasta el PMI ubicada en la parte externa de la empresa para así poder alimentar las cargas instaladas para usos de Alumbrado interior y exterior, motores de fuerza, tomacorrientes, aire acondicionado y otros de la planta.

Solicitar el uso del Derecho de Vía de la carretera Chamaya – Jaén- san Ignacio ruta PE-5n, a Provias Nacional del MTC, para ejecutar el proyecto.

La propuesta del proyecto de Red de Media Tensión permitirá poner en práctica nuestros conocimientos adquiridos durante nuestra etapa de formación profesional en la Universidad.

1.3. DELIMITACIÓN DEL PROYECTO

1.3.1. Teórica:

El contenido de la presente propuesta comprende en la instalación de 8 postes de concreto de 13 metros en un tramo proyectado de 452.20 ml de red en Media Tensión aérea en 22,9 kV, con conductor AAAC de 70mm².

1.3.2. Espacial:

La propuesta del proyecto de la Red de Media Tensión está ubicada en la carretera Chamaya – que conecta Jaén con San Ignacio ruta PE-5N. (Lado Izquierdo), en el Caserío de San Agustín Distrito de Bellavista, Provincia de Jaén y Departamento de Cajamarca.

1.3.3. Temporal:

El tiempo que nos llevó a elaborar la propuesta del proyecto de Red de Media Tensión es de setiembre a noviembre del 2019.

1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.4.1 Problema general:

¿Cómo será la propuesta del proyecto de la Red de Media Tensión para el funcionamiento de la Empresa PRODELSUR S.A. en la Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca, 2019?

1.4.2. Problemas Específicos:

¿Cómo determinar Máxima demanda que permita dimensionar la Red de Media Tensión para el funcionamiento de la Empresa PRODELSUR S.A. en la Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca, 2019?

¿De qué manera la gestión del punto de alimentación permitirá la ejecución de la Red de Media Tensión para la Empresa PRODELSUR S.A. en la Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca, 2019?

¿De qué manera el cálculo del dimensionamiento de la Red de Media Tensión permitirá la ejecución del proyecto para la Empresa PRODELSUR S.A. en la Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca, 2019?

1.5. OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo General:

Elaborar la propuesta del proyecto de la Red de Media Tensión para el funcionamiento de la Empresa PRODELSUR S.A. en la Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca, 2019.

1.5.2. Objetivo Específico:

Determinar la Red de Media Tensión de acuerdo a la Máxima Demanda solicitado por la Empresa PRODELSUR S.A. en la Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca, 2019.

Realizar la gestión del punto de alimentación para realizar la ejecución del proyecto con los permisos que se solicitó a las entidades correspondientes.

Diseñar la Red de Media Tensión para los criterios de selección de equipos y cables eléctricos para el adecuado funcionamiento de la Red en Media Tensión para la Empresa PRODELSUR S.A. en la Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca, 2019.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES

(Santos Medina, 2013) *“Línea en 22,9 kv se Huamachuco - Minaspampa”* tesis, Perú, de la Universidad Católica De Santa María, Facultad de ciencias e ingenierías físicas y formales, en sus conclusiones manifiesta: Que habiendo desarrollado prácticas profesionales en la Empresa Minera Minaspampa S.A.C. Empresa que se dedica principalmente a la extracción de minerales en la Región de La Libertad, en la Provincia de Sánchez Carrión, Distrito Huamachuco, tiene como finalidad de desarrollar el proyecto de Media Tensión para la empresa.

El proyecto Minaspampa estuvo en etapa de exploración, debido a que la máxima demanda no era lo suficientemente grande y podía ser abastecida por un grupo electrógeno de 250kVA, se utilizaba para alimentar de energía a oficinas, laboratorios geotécnicos, campamento. Mas adelante la máxima demanda requerida era de 2.5MW, debido a que se iba dar inicio a la etapa de explotación, el grupo electrógeno ya no podría satisfacer sus requerimientos así que se optó por un suministro del sistema interconectado nacional mediante un sistema de línea de transmisión.

El punto de diseño fue dado por la empresa de distribución Hidrandina, concesionaria que está encargada de la zona donde se realizara el proyecto. Punto de ubicación aproximadamente a 24 kilómetros de distancia desde la mina.

Debido a las ventajas de la distribución de energía eléctrica, el nivel de tensión normalizado en el Perú es de 22,9 kV, los suministros de ahora en Media Tensión con este nivel, se están implementando con mucha mayor preferencia, no solo en el ámbito rural, sino también industrial minero y hasta urbano.

(Jimenez Romero, 2005) ***“Metodología para la estimación de pérdidas técnicas en una red de distribución de energía eléctrica”***. De la universidad nacional de ingeniería facultad de ingeniería eléctrica y electrónica; en sus conclusiones manifiesta: La importancia del cálculo de las pérdidas técnicas radica en que a partir de este valor se puede conocer las pérdidas no técnicas. Las pérdidas no técnicas traen como resultado la diferencia de las pérdidas totales y las pérdidas técnicas, y que viene a ser la energía no facturada (conexiones clandestinas, robo, mala administración, fugas a tierra, etc.); por otro lado, las pérdidas técnicas son inherentes a la red, dependen de las características eléctricas del conductor y equipos (transformadores, SVC, medidores, etc.) por donde se transporta la electricidad.

(Prado Linero & Narvaez Lopez, 2012) ***“Diseño de redes de distribución eléctrica de media y baja tensión para la normalización del barrio el piñoncito de campo de la cruz”*** De la universidad de la costa cuc Facultad de Ingeniería; en sus conclusiones manifiesta: En el año 2010, el sur del Departamento del Atlántico, en Colombia pasó por un acontecimiento que quedo marcado en su historia, la destrucción de la represa de contención del Canal de Dique, que ocasionó una grave inundación de 2 metros, en 4 municipios del sur de Atlántico. Después de ello se vino otra serie de acontecimientos no favorables para la gente de los municipios, debido a que los cables que transportaban energía eléctrica para abastecer a las comunidades se encontraban sin energía se robaron todo el tendido de los cables dejando sin energía a los municipios, el municipio más afectado fue el del Campo de la Cruz, donde no solo se robaron las redes de distribución de baja tensión sino también de los transformadores de distribución. Para poder recuperar y poner en servicio eléctrico se diseñó un sistema de media tensión con la demanda adecuada para satisfacer las necesidades de las comunidades, tomando todas las medidas necesarias para que el personas diferentes al proyecto no tengan manipulación alguna.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1 Redes de media tensión

(Ramirez Castaño, 2004) Señala que: En un sistema eléctrico de potencia se basa de las siguientes etapas: Generación, Transmisión, Distribución y Utilización de la energía eléctrica, donde su objetivo principal es transportar la energía partiendo desde una central de generación hasta los centros de consumo teniendo como finalidad entregar al usuario de manera segura y con estándares de calidad exigidos. El gran porcentaje de la inversión total de un sistema de potencia, están destinados a la parte de distribución (Gigante Invisible), lo que genera básicamente un trabajo meticuloso a la hora del planteamiento, diseño y construcción y en la operación del sistema de distribución, lo que requiere manejar una información voluminosa y tomar numerosas decisiones, lo cual es una tarea compleja, pero de gran trascendencia.

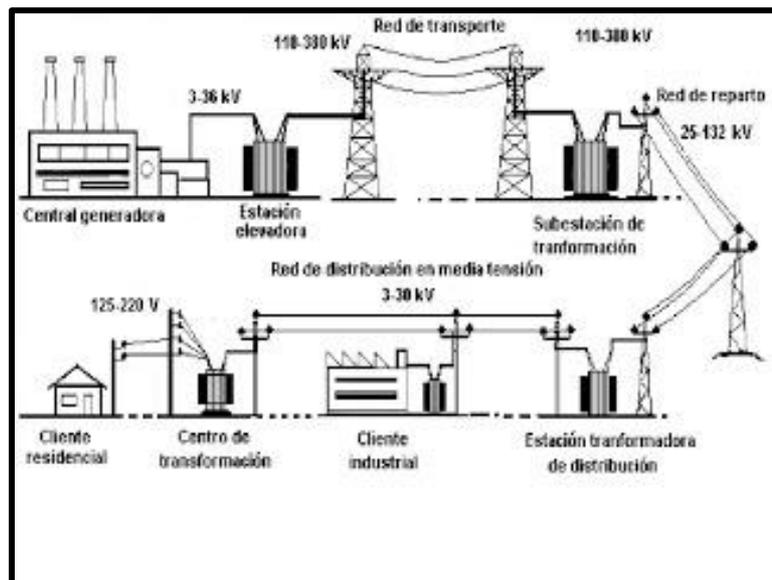


Figura 1 : Red de Distribución de Media Tensión

Fuente: Alfa Electro

2.2.2.1. Las Redes de distribución aéreas.

(Ramirez Castaño, 2004) Señala que: En las redes de distribución aéreas, el conductor que generalmente no está aislado (desnudo), esta sobre aisladores que a su vez van en soportes llamado ménsulas o crucetas, en diferentes tipos de postes de concreto o madera. Al compararlos con el sistema subterráneo tiene las siguientes ventajas:

- Costo del proyecto más bajo.
- Más comunes y de material de fácil adquisición.
- Fácil mantenimiento.
- Fácil localización de posibles fallas.
- Tiempo de ejecución más corto.

Y tiene las siguientes desventajas:

- Mal aspecto visual.
- Menor confiabilidad.
- Menor seguridad (ofrece más peligro para los transeúntes).
- Son susceptibles a fallas y cortes de energía debido a que están expuestas a: lluvia, descargas atmosféricas, temblores, granizo, polvo, gases contaminantes, brisa salina, vientos, contactos con cuerpos extraños, choques de vehículos y vandalismo.

2.2.2.2. Redes de distribución subterráneas.

(Ramirez Castaño, 2004) Nos dice que: Son utilizadas en lugares donde por razones legales, estética, de urbanismo, congestión o condiciones de seguridad, no es viable el sistema de distribución aérea. En la actualidad el sistema de distribución subterráneo es más aceptado frente al sistema de distribución aéreo en zonas urbanas céntricas.

Tiene las siguientes ventajas:

- Más seguro y confiable debido que la gran mayoría de las contingencias mencionadas en las redes de distribución aéreas no afectan a las redes de distribución subterráneas.
- Más estéticas, puesto que no están a simple vista.
- Son mucho más seguras.
- No expuestas al vandalismo.

Tienen las siguientes desventajas:

- Costo elevado del proyecto.
- Difícil de encontrar fallas.
- El mantenimiento es más costoso y complicado, el tiempo de reparación más tardío.
- Expuestas a la filtración de agua, humedad y al acceso de roedores.

(Ramirez Castaño, 2004) Los conductores a utilizar en este sistema son cubiertos con diferentes capas de aislamiento y cubiertas protectoras de acuerdo al voltaje de operación. Estos tipos de cables pueden estar enterrados directos o instalados en ductos, sea de concreto o de PVC (dentro de las excavaciones), y con buzonetas de paso o desvío para un mantenimiento o inspección.

El autor nos menciona las etapas que conlleva un sistema de distribución eléctrico, sus ventajas y desventajas en los diferentes tipos de redes de distribución tanto aéreas como subterráneas.

Para este proyecto hemos optado por la red de distribución aérea desde el punto de diseño hasta la parte externa de la empresa y parte subterránea desde el PMI hasta la Sub estación.

2.2.2 Electrificación

(Mendieta Vicuña & Escribano Pizarro, 2015) Nos dice que: La finalidad de la electrificación rural es la de mejorar la condición social de las personas. Bajo esta premisa, veremos que el acceso a poder contar con energía eléctrica se ve un gran desarrollo para así poder vivir con tranquilidad y en condiciones favorables como en otras ciudades. La energía eléctrica en zonas rurales es muy positiva para los diferentes ámbitos sociales en el tema de salud, educación y alumbrado público para la seguridad de las personas. El suministro de energía eléctrica también tiene efectos positivos en la económica local, debido que a través de la rentabilización de la infraestructura eléctrica para usos productivos. En este contexto, las administraciones públicas, la sociedad civil, las redes existentes en el territorio y las capacidades de las personas, son los elementos clave para generar transformaciones en sectores como la agroindustria y el turismo, ambos con gran potencial de desarrollo rural.



Figura 2: Electrificación Rural

Fuente: Ministerio de Energía y Minas

2.2.2.1. Redes de distribución en media tensión o redes primarias.

(Jimenez Romero, 2005). Es el conjunto de equipos usados especialmente para el transporte de energía eléctrica, desde un punto (subestación de distribución) hasta otro punto donde se produce la transformación en media tensión.

El cual pertenece a una subestación en distribución de menor capacidad (MT/MT) o subestación de distribución tipo poste (MT/BT). Se considera red primaria o de media tensión cuando los niveles de voltaje (V), son superiores a 1000 V e inferiores a 35 kV.

2.2.2.2. Redes de distribución en baja tensión o secundarias.

(Jimenez Romero, 2005). Es el conjunto de equipos utilizados para el transporte de la energía eléctrica, a voltajes inferiores o iguales a 1000 V. Este modelo de red es utilizado para el transporte de energía eléctrica desde los equipos de transformación de distribución hasta poder llegar a las acometidas de los clientes finales.

2.2.2.3. Redes de distribución de energía eléctrica según su ubicación geográfica

La red de distribución urbana es la red de distribución ubicadas dentro de ciudades y/o en el sector urbano de municipios

2.2.2.4. Redes de distribución rural

(Jimenez Romero, 2005). Esta red es la encargada del transporte de energía eléctrica a sitios alejados de los diferentes municipios. Las redes áreas que se soportan sobre postes no necesariamente se encuentran en calles y no están organizados como en las ciudades. Por lo general se localizan en zonas rurales para la agricultura y la ganadería

2.2.2.5. Redes de distribución subterráneas

(Jimenez Romero, 2005). Esta red consiste en llevar la energía eléctrica enterrados en avenidas o calles, donde no pueda ser visualizada por transeúntes, sea por ductos de concreto o tuberías de PVC. Los cables utilizados para este tipo de red tienen diferentes capas de protección aislantes y de cubiertas protectoras.

Este tipo de red de distribución son de los más usados en las ciudades, donde por razones de seguridad, urbanismo, estética no es recomendable y no es factible usar el sistema de distribución aéreo.

2.2.2.6. Redes de distribución aéreas

En las redes aéreas se pueden también encontrar el uso de torres que no llevan crucetas. Los conductores de energía eléctrica en un gran porcentaje son de conductor desnudo y sus materiales para la estructura son seleccionados al nivel de contaminación de la zona.

2.2.2.7. Redes de distribución de energía eléctrica según usuarios Finales

Sabemos que una red de distribución puede abastecer de energía eléctrica a los usuarios finales, el uso de la energía eléctrica de los usuarios finales genera alteraciones en el sistema de red. Para ello los operadores de red requieren independizar el circuito eléctrico por sectores para una mejor gestión y no saturar una sola red.

2.2.2.8. Redes de distribución para cargas residenciales

(Jimenez Romero, 2005). Las cargas residenciales que abarcan urbanizaciones, departamentos, edificios, condominios, etc. Todas estas cargas se caracterizan por ser cargas resistivas, con algún que otro artefacto que presentan cargas reactivas. Estos tipos de clientes residenciales están bien ubicados en zonas dentro de las urbanizaciones o ciudades y se caracterizan porque de acuerdo a las clases socioeconómicas será el consumo de energía.

2.2.2.9. Redes de distribución para cargas industriales

Estas redes son conocidas como redes industriales y están destinadas a diferentes tipos de empresa donde conllevan un proceso a base de motores eléctricos los cuales producen una gran carga de energía reactiva.

Estos usuarios están en la obligación de corregir el factor de potencia por medio de banco de condensadores; Las industrias deben de controlar el consumo de energía que no coincidan con las horas pico de los usuarios residenciales.

Es bastante común que la energía eléctrica destinada para estos usuarios sea una media tensión con niveles de voltaje 10kv, 22,9kv y 30kv.

2.3.DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

1. Aisladores

Equipos empleados para limitar el paso de la corriente al circuito deseado y proveer de un soporte mecánico a los conductores.

2. Conductores

Los conductores se encargan del transporte de la corriente eléctrica, están constituidos por alambres cableados con capas concéntricas y son de sección circular. Se fabrican de cobre electrolítico recocido o aluminio electrolítico, de alta pureza.

3. Crucetas

Las crucetas son las encargadas de sostener los aisladores y el conductor eléctrico de la línea aérea.

4. Concesionario de Energía Eléctrica.

Es persona natural o jurídica, que se encarga de desarrollar actividades de distribución de energía eléctrica, en zonas de concesión establecida por el Ministerio de Energía y Minas, cuya demanda supere los 500kW.

5. Conexiones de Media Tensión.

Conjunto de equipos e instalaciones realizadas a tensiones superiores a 1kV e inferiores de 30kV.

6. Energía eléctrica.

La energía Eléctrica es una fuente de energía renovable que se obtiene mediante el movimiento de cargas eléctricas (electrones) que se produce en el interior de materiales conductores (por ejemplo, cables metálicos como el cobre).

7. Equipos de seccionamiento.

El seccionador eléctrico es un dispositivo mecánico capaz de mantener aislada una instalación eléctrica de su red de alimentación según una norma.

8. Herrajes

Toda la ferretería utilizada en redes de media tensión aéreas son de acero galvanizado. (pernos roscados, barra de anclaje, tornillo tipo ojo, collarines, espigas, etc.).

9. Potencia Contratada.

Es aquella que suscribe el cliente con la Empresa por la máxima carga admisible de la conexión asignada al suministro. El cliente deberá abstenerse de tomar una carga mayor a la contratada pues de lo contrario estaría sujeto a la suspensión del suministro por poner en peligro las instalaciones de la Empresa.

10. Postes.

Los postes son metálicos, concreto o de madera, y las características de resistencia, longitud, peso y resistencia a la rotura son establecidas por el tipo de construcción. Para electrificaciones urbanas son utilizados postes de concreto de 14, 12 y 10 m. con resistencia de rotura de 1050, 750 y 510 kilogramos respectivamente.

11. Punto de Diseño.

Es la ubicación designada por la Concesionaria, desde ese punto se debe dar inicio al proyecto de Sistema de Utilización en Media Tensión o del Sistema de Distribución.

12. Sistema de Utilización en Media Tensión.

Es el conjunto de instalaciones eléctricas de Media Tensión, comprende desde el punto de diseño hasta la salida de los bornes del transformador de Baja Tensión, diseñado a suministrar energía eléctrica a un establecimiento.

13. Subestación.

Instalación destinada a establecer los niveles de tensión adecuados para el suministro eléctrico, tiene como equipo principal el transformador, la subestación se encarga de la transformación y distribución de energía eléctrica en una red.

14. Suministro Eléctrico.

El sistema de suministro eléctrico comprende el conjunto de medios y elementos útiles para la generación, el transporte y la distribución de la energía eléctrica. Esta dentro del régimen establecido por la Ley de Concesiones Eléctricas y su Reglamento. Este conjunto está dotado de mecanismos de control, seguridad y protección.

15. Tensión.

La tensión eléctrica o también conocida como diferencia de potencial (denominada voltaje) es una magnitud física que cuantifica la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos.

16. Trabajador especializado en maniobras de media tensión.

Un trabajador que debido a su experiencia y formación conoce los métodos de trabajo en maniobras elevadas, demostrando habilidades y destreza para las instalaciones eléctricas en posiciones aéreas.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

3.1. MODELO DE SOLUCIÓN PROPUESTO

3.1.1. Máxima Demanda

3.1.1.1. Cuadro de cargas

El cuadro de cargas expuesto en la tabla N° 01, expresa datos de potencia que la Empresa PRODELSUR S.A. ha solicitado para el funcionamiento de su primera línea de producción de café y a su vez para cargas propuestas a futuro para implementar una nueva línea de producción.

Máxima demanda de potencia - cargas eléctricas a alimentar.

Entre las cargas solicitadas por la Empresa para su producción tenemos los siguientes:

- Motores de Fuerza.
- Iluminación Exterior e Interior.
- Tomacorrientes comerciales e industriales.
- Aire acondicionado.

Para la primera línea de producción se calculó una Máxima Demanda de 540kW

Conforme a la evaluación de las Cargas Eléctricas por alimentar, se tiene el siguiente cuadro de cargas para la producción de la empresa:

TABLA N° 1: Máxima Demanda

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	POTENCIA (HP)	POTENCIA (kW)	FACTOR DE CARGA	MAXIMA DEMANDA (kW)
1.0	Motores de Fuerza					534.70
1.01	Despedregadora	HP	18.30	13.65	1.00	13.65
1.02	Trilladora Pulidora	HP	116.00	86.54	1.00	86.54
1.03	Elevadoras	HP	127.50	95.12	1.00	95.12
1.04	STG-EM1	kW		23.13	0.70	16.19
1.05	Transporte Rodete	HP	38.00	28.35	1.00	28.35
1.06	Separadora	HP	3.90	2.91	1.00	2.91
1.07	Densimetrica	HP	27.00	20.14	1.00	20.14
1.08	Clasificadora Flujo	HP	5.00	3.73	1.00	3.73
1.09	Pulidora	HP	25.00	18.65	1.00	18.65
1.10	Balanza de Flujo	HP	3.00	2.24	1.00	2.24
1.11	Maquina Costura	HP	4.00	2.98	1.00	2.98
1.12	Balanza Big-Bag	HP	5.00	3.73	1.00	3.73
1.13	Bühler	kVA		6.00	1.00	5.10
1.14	Conexión Mobil	HP	2.00	1.49	1.00	1.49
1.15	Prever Tomas	HP	1.50	1.12	1.00	1.12
1.16	Tornillo Transportador	HP	23.50	17.53	1.00	17.53
1.17	Ciclón	HP	8.00	5.97	1.00	5.97
1.18	Siete Motores Izquierda	HP	5.50	4.10	1.00	4.10
1.19	Caja Filtro	HP	159.50	118.99	1.00	118.99
1.20	Siete Motores Derecha	HP	6.50	4.85	1.00	4.85
1.21	Horno tubular	HP	47.50	35.44	1.00	35.44
1.22	Ventilador	HP	21.00	15.67	1.00	15.67
1.23	Secadora bRot.	HP	29.00	21.63	1.00	21.63
1.24	Transportador	HP	4.00	2.98	1.00	2.98
1.25	Prelimpiadora	HP	7.50	5.60	1.00	5.60
2.00	ILUMINACION EXTERIOR E INTERIOR					165.27
2.01	luminaria SMART LED HIGH BAY BY698P LED200/CW PSU-WB 155W	kW		32.40	1.00	32.40
2.02	luminaria MASTER LED Tube 2x16W865 T8I POLICARB	kW		12.54	1.00	12.54
2.03	luminaria RC125B LED34S/840 PSU W60L60	kW		12.16	1.00	12.16
2.04	Luminaria DOWNLIGHT LED CIRC. 24W/60K	kW		2.98	1.00	2.98
2.05	Luminaria TEMPO LED BVP163	kW		97.60	1.00	97.60
2.06	Luces de emergencia (Planta)	kW		12.20	0.17	2.07
2.07	Luces de emergencia (servicios)	kW		5.52	1.00	5.52
3.00	TOMACORRIENTES					65.56
3.01	Toma industrial 3F+T de 32A (3ø + tierra)	kW		13.20	1.00	13.20
3.02	Tomacorriente doble de red comercial	kW		52.36	1.00	52.36
4.00	AIRE ACONDICIONADO					23.00
4.01	Aire acondicionado trifasico			23.00	1.00	23.00
				CARGA TOTAL (kW)		788.53
				PERDIDAS		4.0%
				MAXIMA DEMANDA (kW)		820.07

Fuente: Elaboración propia

3.1.1.2. Diagrama de carga

Diagrama de carga típico diario.

Conforme a las cargas del sistema de utilización - 22,9 kv – 3Ø, se tiene:

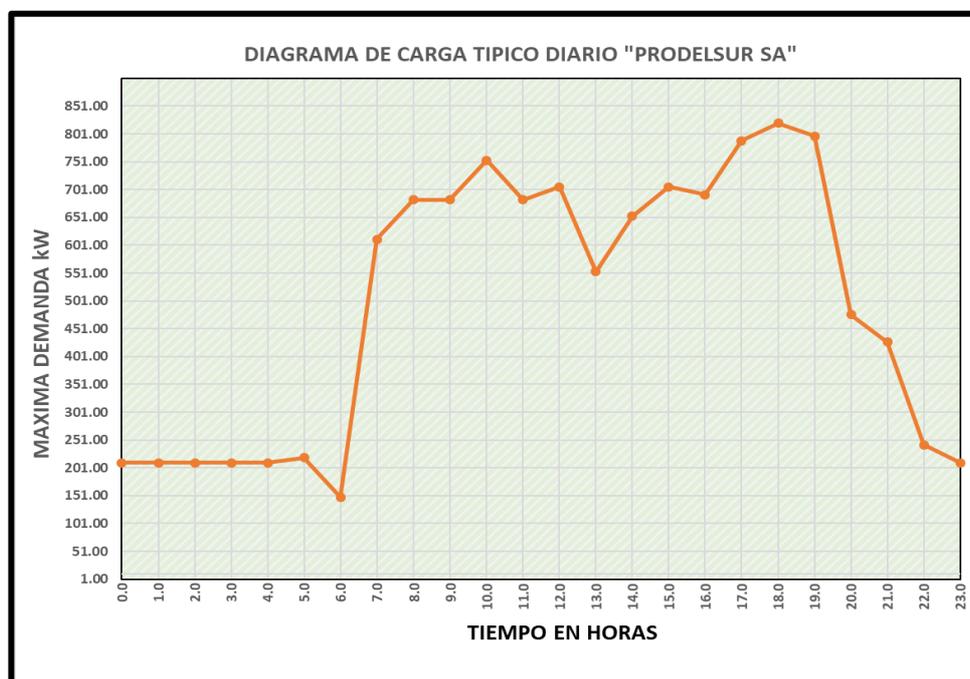


Figura 3: Diagrama de Carga Típico Diario

Fuente: El autor

3.1.2. Punto de alimentación.

Para obtener el punto de fijación para nuestro proyecto de Red de Media Tensión necesitamos de los permisos correspondientes por las diferentes entidades públicas, para ello adjunto los anexos correspondientes:

- **ANEXO N° 01** - Compromiso de trámite por cuenta del interesado
- **ANEXO N° 02** - Compromiso de trámites para obtener el C.I.R.A. D.I.A.
- **ANEXO N° 03** - Donación perenne de infraestructura eléctrica.
- **ANEXO N° 04** - Factibilidad de suministro; fijación punto de diseño.

3.1.2.1 Distancias de seguridad con las redes de comunicaciones.

La separación para cumplir las distancias mínimas que debemos de cumplir para la seguridad entre las redes de comunicaciones, telefonía y afines; con las redes eléctricas materia del presente Proyecto, deberá cumplir todo su recorrido con lo que exige el CNE-S-2011 (los cruces entre las redes de comunicaciones y las redes eléctricas deberán tener una distancia no menor de 1,8 m.; y en lo posible se evitará el paralelismo entre ellas).

3.1.2.2 Distancias de seguridad a estructuras y conexos.

Se respetarán las prescripciones del Código Nacional de Electricidad – Suministro; y en forma inmediata se tomará en cuenta las distancias mínimas de seguridad en respecto a las estructuras, que se encuentran en la Tabla 234-1 y conexos (distancias verticales, distancias horizontales, en zonas de accesibilidad y no accesibilidad a peatones, etc.).

TABLA N° 2: DMS a Estructuras y Conexos

DESCRIPCION	Conductor o cable aislado de BT (m)	Conductor desnudo de MT (m)
1.Edificaciones		
a) Horizontal		
A paredes, cercos, proyecciones, balcones, ventanas y otras áreas fácilmente accesibles.	1,0	2,5
b) Vertical		
(1) Sobre techos o proyecciones no fácilmente accesibles a peatones.	1,8	4,0

DESCRIPCION	Conductor o cable aislado de BT (m)	Conductor desnudo de MT (m)
(2) Sobre balcones y techos fácilmente accesibles a peatones.	3,0	4,0
2. Letreros, chimeneas, carteles, antenas de radio y televisión, tanques y otras instalaciones no clasificadas como edificios y puentes (vehiculares).		
a) Horizontal	1,0	2,5
b) Vertical		
(1) Sobre pasillos y otras superficies por donde transita el personal.	3,0	4,0
(2) Sobre otras partes de dichas instalaciones no accesibles al personal.	1,8	3,5
3. Puentes peatonales		
a) Horizontal		
A paredes de las estructuras o sus proyecciones.	1,0	2,5
b) Vertical		
(Solo para puentes peatonales con techo o pantalla).	3,0	3,8

Fuente: Código Nacional de Electricidad– Suministro 2011 (CNE-S-2011).

3.1.2.3. Distancias de seguridad entre grifos y las redes aéreas.

Será aplicable a los establecimientos de Expendio de Combustibles existentes y nuevos (que se pueden aperturar en forma escalonada).

Aparte del cumplimiento de las prescripciones exigidas por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas; conforme al Código Nacional de Electricidad – Utilización (CNE-U); para el normal funcionamiento de los locales de expendio de combustibles y similares, deberán cumplir con los requerimientos generales establecidos:

(a) Puestos de venta de combustibles y estaciones de servicio, Reglas 120-002 hasta 120-014; (b) Establecimientos de venta de gas propano, llenado de tanques y almacenamiento, Reglas 120-030 hasta 120-042; (c) Estaciones de recarga, compresión y almacenamiento de gas natural comprimido; Reglas 120-060 hasta 120-072. De lo contrario, no se autorizará su funcionamiento.

Se considera:

TABLA N° 3: DMS entre Grifos y las Redes Eléctricas

Tipo de instalación eléctrica	Combustibles líquidos u otros	Gas licuado de petróleo GLP gas natural vehicular GNV
Subestación de Extra Alta Tensión (Tensión mayor a 220 kV hasta 500 kV). Medidas a la proyección en el plano horizontal de la parte energizada.	16 m	16 m
Subestación de Alta Tensión (Tensión mayor a 36 kV hasta 220 kV). Medidas a la proyección en el plano horizontal de la parte energizada.	12 m	12 m
Subestación de Distribución para el Servicio Público de Electricidad (Tensión menor o igual a 36 k V) Medidas a los puntos de emanación de gases.	7,6 m	7,6 m
Subestación de Distribución para el Servicio Público de Electricidad Subestación Aérea (Tensión menor o igual a 36 kV) Medidas a la proyección en el plano horizontal de la parte energizada o estructura, la que resulte más cercana.	7,6 m	7,6 m
Línea aérea de Baja Tensión (Tensión menor o igual a 1 kV)	7,6 m	7,6 m
Línea aérea de Media Tensión (Tensión mayor a 1 kV y menor o igual a 36 kV)	7,6 m	7,6 m
Línea aérea de Alta y Extra Alta Tensión <ul style="list-style-type: none"> • Tensión mayor a 36 kV hasta 145 Kv • Tensión mayor a 145 kV hasta 220 kV • Tensión mayor a 220 kV hasta 500 kV 	10 m 12 m 32 m	10 m 12 m 32 m

Fuente: Código Nacional de Electricidad – Suministro 2011 (CNE-S-2011).

3.1.2.4. Distancias verticales de seguridad de conductores.

En lo que respecta a las distancias verticales de seguridad de alambres, conductores y cables sobre el nivel del piso o camino, se respetarán las prescripciones del Código Nacional de Electricidad – Suministro Tabla 232-1).

TABLA N° 4: DMS Verticales de los Conductores Eléctricos

DESCRIPCION	Conductor o cable aislado de BT (m)	Conductor desnudo de MT (m)
Cuando los alambres, conductores o cables cruzan o sobresalen		
2.a Carreteras y avenidas sujetas al tráfico de camiones.	6,5	7,0
2.b Caminos, calles y otras áreas sujetas al tráfico de camiones.	5,5	6,5
3. Calzadas, zonas de parqueo y callejones.	5,5	6,5
4. Otros terrenos recorridos por vehículos, tales como cultivos, pastos, bosques, huertos, etc.	5,5	6,5
5.a Espacios y vías peatonales o áreas no transitables por vehículos.	4,0	5,0
5.b Calles y caminos en zonas rurales	5,5	6,5
Cuando los alambres o cables recorren a lo largo y dentro de los límites de las carreteras u otras fajas de servidumbre de caminos pero que no sobresalen del camino.		
9.a Carreteras y avenidas	5,5	6,5
9.b Caminos, calles o callejones	5,0	6,0
9.c Espacios y vías peatonales o áreas no transitables por vehículos.	4,0	5,0
10.a Calles y caminos en zonas rurales	5,0	6,0
10.b Caminos no carrozables en zonas rurales	4,5	5,0

Fuente: Código nacional de Electricidad – Suministro 2011 (CNE-S-2011).

3.1.2.5. Derecho de servidumbre y utilización de áreas permisibles.

En el recorrido de la Red de M.T., se involucran en terreno de vía pública que es parte del ancho de servidumbre de la carretera Jaén – San Ignacio; por consiguiente, no afecta a terceros, si las hubiera el propietario realizara las gestiones de derecho de servidumbre a los afectados.

3.1.2.6. Gestión de servidumbre y saneamiento de daños y perjuicios.

Con Carta N° 002, los interesados se comprometen a realizar los trámites de autorizaciones de construcción, saneamiento de daños y perjuicios que se ocasionen a terceros, si el caso le amerite; así como el cumplimiento de Distancias Mínimas de Seguridad de la Red Primaria en M.T., materia del presente Proyecto, debidamente gestionadas ante la Municipalidad correspondiente y otras entidades del Estado, por tanto, se exime de responsabilidad sobre el particular a la Empresa Concesionaria Electro Oriente S.A.

3.1.2.7. Síntesis de declaración de impacto ambiental.

Con Carta N° 01 los interesados se comprometen a obtener la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) si el caso lo amerite, para las cuales serán exigidas por el supervisor para su presentación a la Concesionaria en el expediente conforme a obra y así obtener la

3.1.2.8. Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA).

Dado que la infraestructura civil de la planta procesadora será construida y el Proyecto eléctrico se desarrolla en vía pública, no es necesario realizar las gestiones para obtener su correspondiente Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA); pero de acuerdo a la Ley N° 28296 del 22.JUL.2004; de requerir un PMA en la etapa de ejecución de la obra, ante la presencia de vestigios de restos arqueológicos, será a cuenta del Interesado, conforme se indica en la Carta N° 01.

Los interesados se comprometen a obtener el (CIRA); para las cuales serán exigidas por el supervisor para su presentación a la Concesionaria en el expediente conforme a obra y así obtener la aprobación y su respectiva conformidad de obra.

3.1.3. Ejecución de la Red de Media Tensión

3.1.3.1. Ubicación

La propuesta del proyecto se desarrollará en el Km 36 de la carretera Jaén-San Ignacio a 350 metros de la entrada del aeropuerto de Shumba, Distrito de Bellavista, Provincia de Jaén. Departamento de Cajamarca.

La propuesta del proyecto **“Propuesta del proyecto de Red de media Tensión para la Empresa procesadora de café PRODELSUR S.A. en la provincia de Jaén, departamento de Cajamarca, 2019”** tiene la siguiente ubicación geográfica:



Figura 4: Mapa de la República del Perú

Fuente: siniam.minan.gob.pe

MAPA DEL DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA

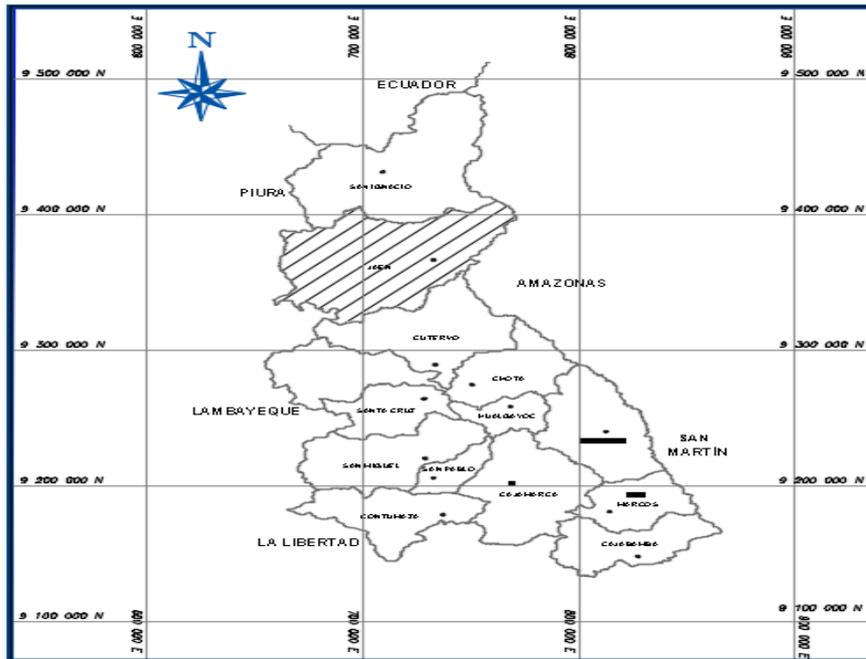
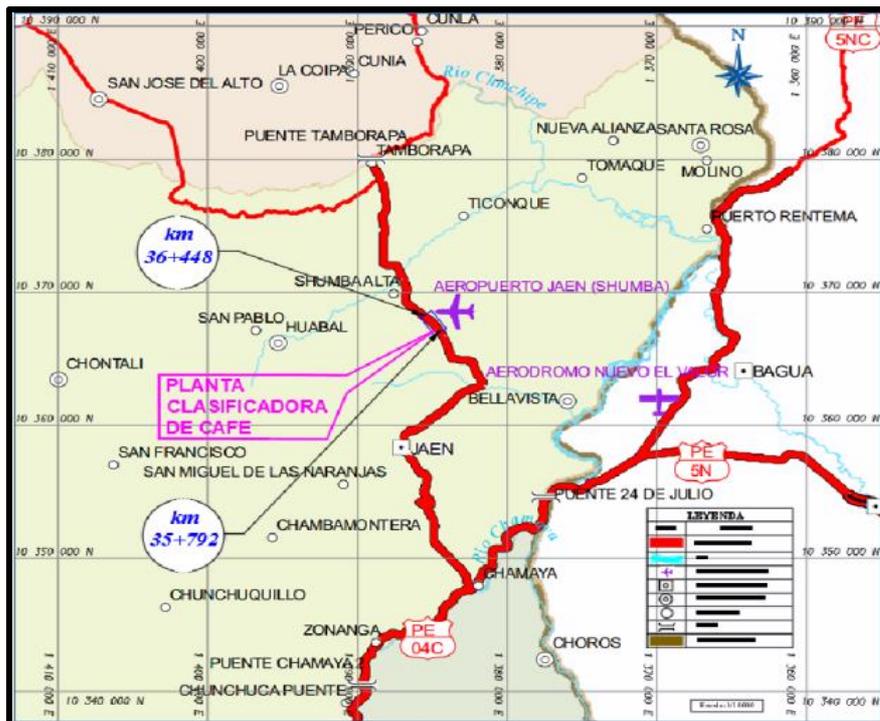


Figura 5: Mapa del Departamento de Cajamarca

Fuente: siniam.minan.gob.pe

Figura 6: Mapa de ubicación de la Empresa



Fuente: El autor

TABLA N° 5 : Ubicación de las localidades

Localidad	Departamento	Provincia	Distrito
San Agustín	Cajamarca	Jaén	Bellavista

Fuente: Elaboración propia

3.1.3.2. Descripción del proyecto

Se ha proyectado la Instalación de Postes en el Derecho de Via de la CARRETERA CHAYAMA – JAEN- SAN IGNACIO RUTA PE-5N hacia planta clasificadora de café PRODELSUR S.A., que se desarrolla entre las progresivas:

Instalación de Postes de Media Tensión

- Inicio: Km 36 + 448
- Fin : Km 35 + 792

Se muestra en la Figura N° 06, Figura N° 07 y Figura N° 08. Instalación de Postes en la CARRETERA CHAYAMA – JAEN- SAN IGNACIO RUTA PE-5N hacia planta clasificadora de café PRODELSUR S.A.

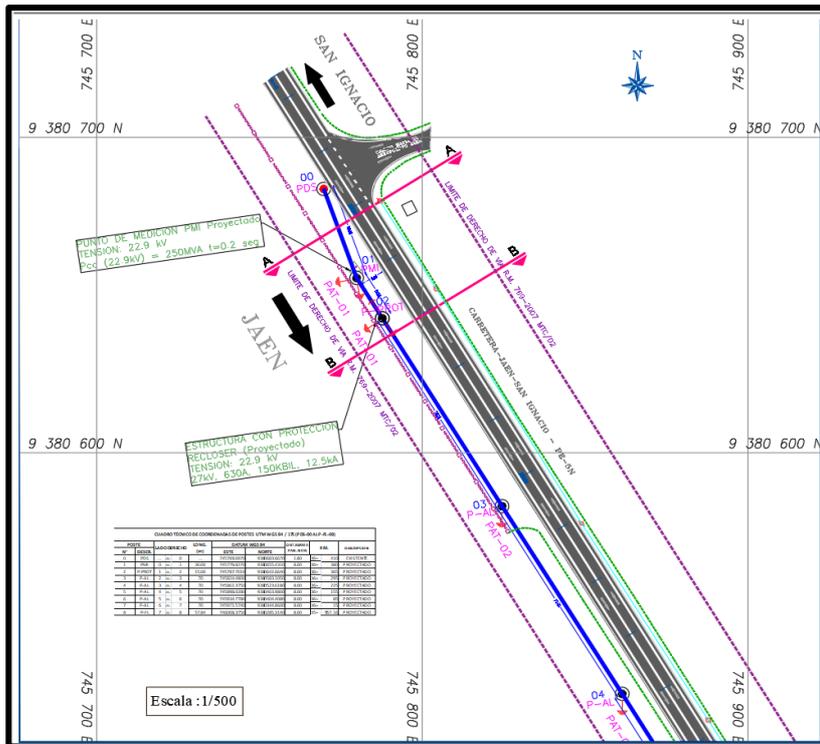


Figura 7: Ubicación de punto de fijación

Fuente: El autor



Figura 8: Ubicación de postes

Fuente: El autor

3.1.3.3. Descripción de la vía existente

Actualmente la CARRETERA CHAMAYA – JAEN- SAN IGNACIO RUTA PE-5N - CAJAMARCA tiene una calzada de dos carriles de 3.25m c/u y con sentidos diferentes, asimismo tiene bermas exteriores de 1.20 m a cada lado y ha sido diseñado con una velocidad de 50km/h. La vía cuenta con un sistema de drenaje compuesta por alcantarilla.

Las calzadas existentes presentan regular estado de conservación, donde su carpeta de rodadura se encuentra asfaltada.

3.1.3.4. Trabajos a ejecutar en el derecho de vía

Los trabajos a efectuar, contempla en la instalación de 7 postes de concreto de 13 metros y 1 poste de concreto de 15 metros que es el PMI y cables de aluminio de 70 mm² de energía eléctrica, del tipo aérea a lo largo del trayecto que corre paralelo a la CARRETERA CHAMAYA – JAEN- SAN IGNACIO RUTA PE-5N. (Lado Izquierdo).

3.1.3.5. Derecho de vía.

Tabla N° 6: Coordenadas Geográficas del proyecto

RRETERA	TRAMO	RUTA	LONGITUD KM	DEPARTAMENTO	DERECHO DE VÍA
Longitudinal de la Selva Norte	Chamaya Jaén- San Ignacio	PE-5N	124+230	Cajamarca	50 m. (25 m.a c/ lado del eje de la via)

Fuente: Elaboración propia

Según la Resolución Ministerial N° 769-2007 MTC/02 DEL 17.12.2007 se precisa el ancho de derecho de vía de la CARRETERA CHAMAYA – JAEN- SAN IGNACIO RUTA PE-5N, de acuerdo al siguiente detalle:

3.1.3.6. Coordenadas geográficas del proyecto.

Para el desarrollo de este proyecto, se deben considerar las coordenadas geográficas y coordenadas UTM definidas en los puntos de inicio, llegada y localidades involucradas en el proyecto.

3.1.3.7. Cuadro técnico de coordenadas de postes

Tabla N° 7: Coordenadas de los postes para el proyecto.

CUADRO TÉCNICO DE COORDENADAS DE POSTES UTM WGS 84 / 17S (PDS-00 AL P-FL-08)									
POSTE		LADO DERECHO	LONG. (M)	DATUM WGS 84		DIST.BERM A AL POSTE	PROG. KM.	DESCRIPCION	
N. °	DESCR.			ESTE	NORTE				
0	PDS	.. AL 0	...	745769.6970	9380683.6670	1.80	36+410	EXISTENTE	
1	PMI	0 AL 1	30.00	745779.8270	9380655.4310	8.00	36+380	PROYECTADO	
2	P-PROT	1 AL 2	15.00	745787.7010	9380642.6640	8.00	36+365	PROYECTADO	
3	P-AL	2 AL 3	70.00	745824.4800	9380583.1050	8.00	36+295	PROYECTADO	
4	P-AL	3 AL 4	70.00	745861.3750	9380523.6180	8.00	36+225	PROYECTADO	
5	P-AL	4 AL 5	70.00	745898.0280	9380463.9800	8.00	36+155	PROYECTADO	
6	P-AL	5 AL 6	70.00	745934.7780	9380404.4080	8.00	36+085	PROYECTADO	
7	P-AL	6 AL 7	70.00	745971.5740	9380344.8600	8.00	36+015	PROYECTADO	
8	P-FL	7 AL 8	57.84	746008.3750	9380285.3140	8.00	35+957.16	PROYECTADO	

Fuente: El autor

3.1.3.8. Cuadro técnico de coordenadas geográficas de punto de inicio y fin de postes.

Tabla N° 8: Coordenadas de punto de inicio y final de poste

PUNTOS DE INTERÉS (COORDENADAS GEOGRÁFICAS)		
PUNTOS DE INTERÉS	LATITUD	LONGITUD
POSTE DE INICIO	5°35'56"S	78°46'53"O
POSTE FINAL	5°36'8.3"S	78°46'45.4"O

Fuente: Elaboración propia

Se trata de un proyecto que contempla la instalación y operación de obras de postes de concreto y Cables de Energía Eléctrica, del tipo aérea. El espacio geográfico que involucra la infraestructura proyectada, tratándose de un proyecto lineal, más que una superficie, corresponde a una longitud lineal total de 452.20 ml de tendido de cable de energía eléctrica aérea.

El tendido de cable de energía eléctrica al ser aéreo, no interviene una superficie de terreno, ya que ésta va sobre los postes propios instalados.

El grosor del cable suspendido es inferior a 20mm. Como indican los planos adjuntos, se instalarán 8 postes a lo largo de la ruta distanciados en promedio 70 metros entre poste y poste.

3.1.3.9. Especificaciones técnicas de suministros de materiales.

GENERALIDADES

Los suministros de materiales y equipos electromecánicos que se utilizarán en la ejecución de la Obra “Sistema de Utilización en Media Tensión 22,9 kV para la Planta Procesadora del Sur, en San Agustín-Bellavista, Jaén-Cajamarca”; deberán cumplir con las prescripciones de CNE-S, la Norma «Especificaciones Técnicas para el Suministro de Materiales y Equipos de Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural» R.M. Nº 26-2003-EM/DGE; y demás normas vigentes y conexas al tema; incluye la Normatividad de ELECTRO ORIENTE S.A.

En general, todos los materiales trabajarán de acuerdo a las condiciones ambientales indicadas en 1.6. De la Memoria Descriptiva:

- Clima : Tropical y estacionario.
- Velocidad del viento normal: 70 Km/h – 25 °C (CNE-S Tabla 250-1. A)
- Tipo de Zona : De carga A
- Tipo de Área : Área 0
- Temperatura promedio: 25 °C.
- Temperatura mínima: 15 °C.
- Temperatura máxima: 40 °C.
- Altitud : Entre 730 – 750 m.s.n.m.; para efectos de cálculos se considera 1000 m.s.n.m.

3.1.3.10. Postes

Los postes que se utilizarán en la Red de Distribución Primaria, serán troncocónicos de secciones anulares, de concreto armado centrifugado y deberán cumplir en todo lo que se refiere al proceso de elaboración, requisitos de acabado, coeficiente de seguridad, tolerancias, extracción de muestras, métodos de ensayo con las Normas INDECOPI NTP 339.027 y la Norma DGE-015-PD “*Postes, Crucetas y Ménsulas de Concreto Armado para Redes de Distribución*”.

El acabado exterior terminado de los postes deberá ser homogéneo, libre de fisuras, cangrejas y escoriaciones; deberá contar con una conicidad de 15mm/m. El recubrimiento de las varillas de acero (armadura) deberá tener 25 mm como mínimo.

Tendrá impreso en bajo relieve, la marca del fabricante, año de fabricación, carga de trabajo y su longitud total a 3 m por encima de la base.

Se instalarán con base de cimentación debiendo tener las dimensiones siguientes: 0,90m de lado, con profundidad de 1,70 m; en los cálculos de cimentación de postes se sustentan las justificaciones técnicas.

Características Técnicas

- Longitud (m)	:	13	13	15
- Diámetro del vértice (mm)	:	180	180	225
- Diámetro de la base (mm)	:	375	375	450
- Carga trabajo en la punta (kg.)	:	300	400	600
- Peso Aprox. (kg.)	:	1500	1750	1900
- Coeficiente de seguridad	:	2	2	2

- Protección y acabado de postes de concreto.

Con el objeto de garantizar la protección de las varillas de acero y elementos metálicos (armadura) que contienen en su parte interior y evitar su deterioro por ataques de la humedad, los hongos, los ácidos, ambiente salitroso, agentes externos al interperie y/o corrosión, la superficie exterior de los postes se deberá cubrir totalmente con inhibidores de la corrosión y selladores de reconocida calidad.

Estos inhibidores de la corrosión y selladores serán tipo impermeabilizantes de reconocida calidad; y deberán emplearse según los procedimientos, aditamentos y cantidades que especifican los fabricantes en sus Catálogos Técnicos (aplicado mínimo dos capas).

De preferencia los selladores e inhibidores de la corrosión deberán ser aplicados por los mismos fabricantes de los postes de concreto.

- Protección complementaria - base de los postes

Adicionalmente, para asegurar la protección de la base de los postes contra los ataques de la humedad, los hongos, los ácidos, ambiente salitroso y/o agentes externos al interperie, hasta una altura de 3,00 m. y en especial en la circunferencia de encuentro con el bloque de cimentación y la vereda, se deberá aplicar a su superficie pintura epoxy - alquitrán de hulla o similar (2 capas, con 4 mils e.p.s./capa), que deberá tener el adecuado secado para cumplir con los objetivos esperados. Esta protección sirve a la vez de sellador en la zona de encuentro del poste con su bloque de cimentación o vereda.

- Pruebas

El suministro de los postes incluirá el compromiso formal del proveedor para efectuar las pruebas que se exigen según las Normas Técnicas vigentes y pertinentes, siguiendo los procedimientos cualitativos y cuantitativos, que se señalan en éstas; cuyos resultados serán consignados en un Protocolo de Inspección y Pruebas; los que serán concordantes con la presente especificación y la oferta del proveedor. El costo de efectuar tales pruebas estará incluido en el precio cotizado por el proveedor y/o postor.

TABLA N° 9: Datos técnicos garantizados postes de concreto armado

ÍTEM	CARACTERÍSTICAS	UNID.	VALOR REQUERIDO			VALOR GARANTIZADO
1	País de Procedencia					
2	Fabricante					
3	Tipo		Centrifugado			
4	Norma de fabricación		NTP 339.027			
5	Aditivo inhibidor de corrosión		NTP 334.088 Tipo C			
6	Longitud del poste	m	13	13	15	
7	Carga de trabajo	daN	300	400	600	
8	Coefficiente de seguridad (CS)		2	2	2	
9	Diámetro en la punta	mm	180	180	225	
10	Diámetro en la base	mm	375	375	450	
11	Detalle de huecos		si			
12	Rotulado		Bajo relieve			

Fuente: Elaboración propia

3.1.3.11. Accesorios de concreto

Se utilizarán accesorios de concreto armado y vibrado para embonar en los postes de concreto de 13 m y 15m., que se señalan en el numeral 2.2; las alturas de instalación y otros detalles se indican en las Láminas de Detalles; por tanto, sus especificaciones serán concordantes a estas características particulares.

Toda la superficie externa será homogénea y sin fisuras, el recubrimiento con mezcla de concreto deberá ser de 30 mm como mínimo y deberá ser totalmente recubierto con selladores de reconocida calidad, de tal forma que no exista la posibilidad de ingreso de humedad hasta sus armaduras metálicas.

- Ménsula de Concreto Armado Vibrado.

Serán del tipo M/1,20/300 que define una separación entre aislador - eje de poste de 1,50 m. y una carga de trabajo de 250 kg. en el sentido de la línea; con las siguientes características:

- Longitud total : 1,65 m.
- Longitud eje poste – eje aislador : 1,20 m.

- Carga de trabajo transversal : 300 kg.
 - Carga de trabajo longitudinal : 300 kg.
 - Carga de trabajo vertical : 250 kg.
 - Diámetro de embone : 245 mm poste de 13m y 400mm poste de 15m.
 - Peso Aproximado : 48 kg.
- Media Palomilla de Concreto Armado Vibrado.

Será del tipo Pa/1,50m/100kg, que define su embone a un extremo de ésta; de 1,60 m. de longitud total; y una carga transversal de trabajo de 250 kg. en el sentido de la línea; de sección rectangular y con chaflán para la instalación de Cut– Outs, con separaciones a partir del extremo de 0,10m + 0,50m + 0,50m; de las siguientes características:

- Longitud total : 1,60 m.
 - Longitud entre eje de poste y borde : 1,50 m.
 - Carga de rotura nominal mínima : 200 kg.
 - Carga de trabajo vertical : 100 kg.
 - Diámetro de embone : 280 mm.
 - Sección transversal : 0,10 m x 0,10 m.
 - Peso Aproximado : 53 kg.
 - Coeficiente de seguridad : 2
- Media losa de Concreto Armado Vibrado

Será diseñada con agujero para embonar en poste de 13/400 y 15/600, con capacidad de carga de 750 kg.; y deberá tener las siguientes características:

- Designación : MI/1,30m/750kg.
- Longitud total : 1,50 m.
- Longitud eje poste – borde (Ln) : 1,30 m.
- Altura total : 0,30 m.
- Ancho de losa (máximo) : 0,60 m.
- Ancho perfil - soporte (mínimo) : 0,10 m.

- Diámetro interior de embone : 0.32 m.
- Espesor mínimo del embone : 0,05 m.
- Espesor mínimo de losa : 0,05 m.
- Carga de trabajo vertical : 750 kg.
- Material : Concreto Armado.
- Peso Aproximado : 150 kg.
- Coeficiente de seguridad : 3
- Protección y acabado de accesorios de concreto

Para proteger contra los ataques de la humedad, los hongos, los ácidos, ambiente salitroso, agentes externos al interperie y/o corrosión, la superficie exterior de los accesorios de concreto se deberá cubrir totalmente con inhibidores de la corrosión y selladores de reconocida calidad, que serán tipo impermeabilizantes, que garanticen su perfecto fraguado y se asegure la protección de las varillas de acero y elementos metálicos (armadura) de su parte interior; y se aplicarán según los procedimientos, aditamentos y cantidades que especifican los fabricantes en sus Catálogos Técnicos (mínimo dos capas). Estos inhibidores y selladores serán aplicados de preferencia por los mismos fabricantes de los accesorios de concreto.

- Pruebas

El suministro de los accesorios de concreto incluye la presentación de tres (03) copias certificadas de documentos que demuestren que todas las pruebas señaladas en las Normas Técnicas vigentes y pertinentes han sido realizadas y que los resultados obtenidos están de acuerdo con la presente especificación y la oferta del postor.

El costo de efectuar tales pruebas estará incluido en el precio cotizado por el proveedor y/o postor.

TABLA N° 10: Datos técnicos de media palomilla de concreto armado.

ÍTEM	CARACTERÍSTICAS	UNID.	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
1	País de Procedencia			
2	Fabricante			
3	Norma de fabricación		NTP 339.027	
4	Aditivo inhibidor de		NTP 334.088 Tipo C	
5	Armadura		NTP 341.031	
6	Factor de Seguridad		2	
7	Carga de trabajo	kg	100	
8	Dimensiones		Ø=280mm ; L=1.5m	
9	Detalle de huecos		03 de 20mm Ø	
10	Rotulado		Bajo relieve	

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 11: Media losa de concreto armado.

ÍTEM	CARACTERÍSTICAS	UNID.	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
1	País de Procedencia			
2	Fabricante			
3	Norma de fabricación		NTP 339.027	
4	Aditivo inhibidor de corrosión		NTP 334.088 Tipo C	
5	Armadura		NTP 341.031	
6	Factor de Seguridad		3	
7	Carga de trabajo	kg	750	
8	Carga de rotura	kg	2250	
9	Recubrimiento mínimo de la	mm	40	
10	Forma de los bordes		redondeados	
11	Dimensiones		Ø=320mm ; L=1.3m	
12	Detalle de huecos		10 de 14mm Ø	
13	Rotulado		Bajo relieve	

Fuente: Elaboración propia

- Marca

Todas las crucetas serán marcadas con equipo quemador de manera legible y contengan la siguiente información:

- Nombre del fabricante o símbolo.
- Año de fabricación.
- Designación del preservante.
- Inspección y Pruebas.

Para la inspección independiente, el proveedor propondrá como mínimo, tres (03) empresas o profesionales especializadas, quienes deberán demostrar haber efectuado inspecciones a un mínimo de 1 000 crucetas a Vacío Presión; además presentarán carta original firmada declarando conocer la presente Especificación Técnica y estar apto para realizar la inspección de los postes. De los tres postores, el propietario seleccionará a una de ellas como inspectora independiente.

El proveedor presentará a la Inspección Independiente el Cronograma de producción mensual de las crucetas, señalando las diferentes etapas de producción; asimismo, presentará el protocolo de inspección, para la revisión y conformidad del propietario.

Las labores que la inspección independiente realizará y reportará al propietario, comprenderá como mínimo las siguientes actividades:

- Inspección antes del tratamiento
- Inspección durante el tratamiento de preservación
- Inspección independiente después del tratamiento de preservación
- Verificaciones de la inspección independiente
- Inspección del propietario en fábrica

3.1.3.12. Almacenamiento y lugar de entrega.

El Proveedor entregara las crucetas debidamente ordenadas y apilados horizontalmente sobre durmientes de madera cubiertos con un techo que tenía sombra permanente.

Para el apilado se consideró lo siguiente:

- Las crucetas se apilarán sobre durmientes de madera preservada que los separaba del suelo 20 cm en todos sus partes.

- Las crucetas apiladas se mantendrán bajo sombra permanente y separada con listones y filetes de madera entre hileras de crucetas y paquetes de tal manera que permitía la libre circulación de aire.

3.1.3.13. Conductores y cables.

Deberán cumplir con la Normas RD-026-2003-EM/DGE, INDECOPI NTP 370.050 e IEC 502.

Y se utilizarán los siguientes conductores: De Aleación de Aluminio, temple duro - 19 hilos.

- Características Constructivas - Conductores de Aluminio.

Complementando la referida Norma, los conductores de aluminio deberán cumplir con las prescripciones de la Norma ASTM B 399M: Standard specification for concentric-lay-stranded aluminum alloy 6201-T81 conductors

Conforme a las Normas DGE-019-CA 2/1983 y ASTM B 399M, serán de:

- Sección (mm ²)	: 70	35
- Material (conductor)	: AAAC	AAAC
- Tipo	: 6201	6201
- Hilos del conductor	: 19	7
- Ø nominal hilos (mm)	: 2,15	2,52
- Ø nominal externo (mm)	: 10,75	7,62
- Carga rotura mín. (kN)	: 21,11	10,81
- Peso total (kg/Km)	: 181	95.79
- Resist. a 20 °C (Ω/Km)	: 0,484	0,9651
- Chaqueta exterior	: Desnudo	Desnudo
- Temple	: Duro	Duro

3.1.3.14. Aisladores y accesorios.

En concordancia con las características del nivel de tensión del presente Proyecto, se utilizarán los siguientes tipos de aisladores:

- De Porcelana tipo PIN, en la estructura para las estructuras de alineamiento y en vano flojo de la Red primaria proyectada.
- Polimérico tipo suspensión para armados de ángulo, anclaje y fin de tramo de red proyectada, que por lo general están expuestos a la tracción plena del conductor.

- Aisladores de Porcelana Tipo PIN

Deberá satisfacer los requerimientos de las normas ANSI C.29.1 y ANSI C.29.6

Características:

- Tensión nominal : 25 kV
- Material aislante : Porcelana
- Diámetro máximo : 266 mm
- Altura : 190 mm
- Longitud de línea de fuga : 533 mm
- Diámetro de agujero para acoplamiento: 35 mm
- Resistencia a la flexión : 13 KN.
- Tensión en seco, a baja frecuencia : 125 kV.
- Tensión bajo lluvia, a baja frecuencia : 80 kV.
- Tensión de flameo al impulso, positiva : 200 kVp.
- Tensión de flameo al impulso, negativa : 265 kVp.
- Tensión de perforación : 165 kV.
- Aplicación : Estructura de alineamiento y vano flojo.

- Espiga soporte de aislador de porcelana tipo PÍN

La espiga soporte del aislador de porcelana tipo PÍN, deberá tener las siguientes características:

- Material : De acero tipo SAE 1020; forjado en una sola pieza y galvanizado en caliente.
- Dimensiones : 19mm Ø x 381mm, con base de 19mmØ (para cruceta o ménsula).
- Longitud : 381mm, con base de 19mmØ (para cruceta o ménsula);
- Rosca del aislador : Cabeza roscada de plomo, conforme a la norma ASA C.29.6, con 35mm Ø.
- Esfuerzo mecánico : 12,04 kN (Espiga para cruceta)
- Accesorios : Para su instalación deberá portar tuerca y contratuerca + 2 arandelas planas de A°G°.

- Aisladores Polimérico tipo Suspensión

Deberán satisfacer los requerimientos de las normas IEC 60857, 61109, ASTM A153/A153M con las siguientes características básicas:

- Material del Núcleo : Fibra de vidrio.
- Material de recubrimiento : Goma de silicona
- Longitud línea fuga : 775 mm (mínimo).
- Tensión disruptiva en seco : 70 kV.
- Tensión disruptiva bajo lluvia : 70 kV.
- Tensión nominal operación : 36 kV
- Carga mecánica de rotura : 70 KN.
- Aplicación : Preferentemente en estructuras de anclaje o de ángulos, en los conductores sometidos a tensión plena.

- Elementos de fijación al Aislador Polimérico tipo Suspensión

Para el ensamble y fijación de los aisladores tipo suspensión tendrán las siguientes los elementos:

- Perno ojo : Será de A°G° en caliente; tendrá un ojal para amarre de aislador; sus dimensiones totales serán de 16 mm Ø x 254mm., y rosca de 152mm.; tendrá una carga mínima de rotura de 5,340 kg.
- Grapa tipo pistola : Con cuerpo de Aluminio; vástago con cabeza tipo coche y tuercas hexagonales de A°G° tipo SAE 1020, con pasador de bronce; arandelas de presión y grilletes en “U” (03 und.) de A°G°. tipo SAE 1040, de ½” Ø x 75 mm de altura.
Sus dimensiones totales serán 180 mm entre el punto de entrada del cable y el eje del vástago y 207 mm de recorrido total de cable; tendrá una carga mínima de rotura de 5,340 kg.; y una resistencia al deslizamiento de 105 kg.
- Grillete tipo lira : De acero galvanizado en caliente según Norma ASTM A-153, de 71KN a la tracción, con pin de acero galvanizado de 16 mmØ y pasador de bronce
- Arandela cuadrada : Será de A°G°. en caliente, tipo curva; sus dimensiones serán 57mm lado x 5mm espesor; tendrá un agujero central de 18 mm Ø; y se aplicará como y ajuste protección entre el poste y el perno ojo.
- Tuerca y Contratuerca : Serán de A°G° en caliente; de 16mm Ø; tipo hexagonal.

- Pruebas

El suministro de toda la ferretería del proyecto, se incluirá el compromiso del proveedor para poder presentar al propietario tres (03) copias de los documentos donde puedan demostrar que todas las pruebas señaladas en las Normas Técnicas vigentes y pertinentes han sido realizadas satisfactoriamente, con resultados dentro del margen de especificación y la oferta del postor. El costo para efectuar las pruebas estará incluido en el precio de la cotización.

3.1.3.15. Equipamiento del sistema de medición.

El equipamiento para el Seccionamiento y el Sistema de medición en media tensión se colocará en la estructura tipo Monoposte, establecida como PMI-03, para el uso en la intemperie, con su medidor electrónico que se instalará en una caja de medidor en el murete al pie de dicha estructura.

- Seccionador fusible unipolar

Será de tipo CUT-OUT unipolar para montaje exterior como elemento de seccionamiento y protección.

Su sistema será de porcelana y de apertura manual con pértiga y automática al fundirse el fusible; su cierre superior será a prueba de aberturas accidentales.

Tendrán todos sus accesorios necesarios para su correcta fijación, adecuados para cruceta de concreto o palomilla; y se colocarán en la estructura de Seccionamiento.

- Deberá tener las siguientes características técnicas:

- Tensión nominal : 36 kV
- Corriente Nominal : 200 A
- BIL (nivel aislamiento) : 150 kV

- Terminales de Cobre : Para conductor de 70 mm²
- Capacidad interrupción : 10 kA
- Fusible tipo chicote : tipo "K"
- Peso : 11,34 kg
- Transformador para Medición Mixta (TRAFOMIX)

Se utilizará para la medición del consumo de energía eléctrica un transformador mixto: TRAFOMIX, que es una unidad modular que sirve para la medición completa de tensión, corriente y energía requerida en sistemas trifásicos de media tensión.

Tendrá bornes enchufables aislados, los cuales se conectarán al punto de medición deseado mediante terminales también aislados y mordazas apropiadas.

-Las características técnicas del transformador para medición mixta serán:

- Modelo : Para montaje en plataforma o losa de concreto.
- Aplicación : Medición
- Instalación : Exterior.
- Bobina de corriente : 3
- Bobina de tensión : 3
- Protección : Resistencia antiferroresonante.
- Relación de corriente : 30-15/5 A
- Relación de tensión : 22,9/0,22 kV
- Clase de precisión : 0,2s
- Potencia – Bv : 3 x 50 VA (bobinado de tensión).
- Potencia – Bi : 3 x 30 VA (bobinado de corriente).
- Conexión – Bv : En estrella (bobinado de tensión)
- Conexión – Bi : En estrella (bobinado de corriente)
- Frecuencia : 60 Hz.
- Fases : 3
- Enfriamiento : ONAN

- Línea Fuga : 625 mm (aisladores pasa-tapas).
- Servicio : Continuo
- Aislamiento (BIL) : 170 kV
- Altura de utilización : 1000 m.s.n.m.
- Material de aisladores : Porcelana de acabado castaño; para uso exterior.
- Ubicación de aislador : Sobre la tapa del Trafomix.
- Corriente térmico máx. : 100 x I nominal.
- Corriente térmico dinámico.: 2.5 Itn

Deberá tener los siguientes accesorios normales:

- Medidor de nivel de aceite.
- Grifo de vaciado.
- Perno de puesta a tierra.
- Caja de borne de baja tensión con fusibles tipo DZ para la protección de los circuitos de medición.
- Asa de suspensión.
- Placa de datos, ubicado en un lugar visible, conteniendo las características técnicas principales del Trafomix.

La cotización del proveedor tendrá contar con el compromiso que obliga a este a presentar 03 copias certificadas del documento a los propietarios donde especifique que los materiales y equipos suministrados deben cumplir con las Normas de Medio Ambiente y Calidad; y que la fabricación de los equipos se encuentre dentro de los estándares internacionales permisibles, durante la vida útil del equipo; y así mismo, su disposición de asumir la responsabilidad legal que hubiere lugar, en caso de incumplimiento.

El postor presentará con su oferta las hojas de características técnicas garantizadas; que indiquen las Normas que sustentan los diferentes componentes.

Los Protocolos de Inspección y Pruebas en la fábrica se realizará después de su fabricación, que se programará en forma coordinada con las partes encargadas; y será con presencia del propietario o su representante; para lo cual se someterá a las pruebas de rutina de transformadores, con resultados conformes a la especificación del equipo.

La garantía de calidad técnica de los equipos (entendida como la obligatoriedad de reposición del material por fallas atribuibles al diseño o al proceso de fabricación), será por un periodo 24 meses, que serán contados a partir de la fecha en que los equipos estén en los almacenes.

Para el traslado desde la fábrica hacia donde se realizará el proyecto o el almacén establecido, los equipos deberán ser embalados en cajas de madera suficientemente fuertes para que lo proteja contra golpes y/o maniobras a la hora del transporte; que será por vía terrestre.

Deberá incluir también, la siguiente información:

- Distancias entre componentes, que satisfagan las permisibles de acuerdo al CNE-S.
- Catálogos del fabricante, que incluya el diagrama de conexionado (diagrama unifilar), concordantes con sus características.

3.1.3.16. Medidor de energía

Medidor polifásico multifuncion-3Ø - tipo A-1800, con puerto RS485, precisión 0,2S; 220 V; 5 A; 04 hilos; 60Hz.

- Tipo : A-1800, con puerto RS 485.
- Sistema : 3 Ø.
- Tensión de medición : 220 V.
- Corriente nominal : 5 A.
- N° de hilos : 4
- Mediciones : De potencia activa, reactiva, con indicador de máxima demanda activa y reactiva.
- Tarifa : Múltiple

3.1.3.17. Caja de medición

La caja para el medidor será metálica, y de tipo “C2B” que tendrá forma de un paralelepípedo rectangular.

Las dimensiones serán de 700mm x 340mm x 240mm, realizada con plancha de acero laminada en frío de 2 mm., para la tapa y para el cajón; ensamblada y asegurada por puntos de soldadura por resistencia, con marco frontal y bastidor. Poseerá un orificio pre-estampado de Ø 42mm en cada pared lateral; y en los orificios físicos requeridos deberá tener su funda de Neoprene plastificada, para evitar cortes o deterioros de los conductos y/o cables de control que ingresan al medidor.

Tendrá acabado con base de pintura anticorrosiva y esmalte gris; en el interior cuenta con un tablero de madera seca, cepillada y barnizada, sobre el cual se colocará el medidor electrónico de energía activa.

En la tapa contará con empaquetaduras de Neoprene para el cierre hermético, tendrá un visor protegido con una luna de vidrio, de 110mm x 110mm de dimensiones; y tendrá soldada en la parte externa una cubierta de material de plancha de acero laminada en frío de 1,27 mm., en forma de “L”, tipo “anti – robo” que se maniobra con sistema de bisagra y se asegura con candado.

Estará construida para tener un ambiente debidamente ventilado, y en su interior tendrá un tablero de madera, cepillada y barnizada, sobre el cual se instalará el medidor de energía tipo electrónico.

Se colocará un murete de concreto que se construirá en la parte inferior de la estructura PMI, soporte del sistema de Protección y Medición; luego los cables tipo NLT – 1Kv no requerirán de cintas de señalización u otros elementos, hasta la caja portamedidor C2B.

3.1.3.18. Cables para control – operación en el Trafomix y Medidor.

Para el comunicación del Trafomix y el medidor electrónico de energía, se conectaran con cables de cobre, cableados, con NLT de 4 x 2.5mm² para el control del bobinado de corriente y con NMT de 4 x 4mm² para el bobinado de tensión; todo el haz se instala embutidos en tubo de A°G°. de 38mm Ø. Su fabricación deberá cumplir con la Norma NTP 370.252. Para el cumplimiento de esta especificación se utilizará un cable de calibre: 4x 2.5mm² y 4x 4,0mm².

Las características técnicas serán las siguientes:

TABLA N° 12: Media losa de concreto armado.

DESCRIPCION	CARACTERISTICAS	
	NLT, cableado.	NMT, cableado.
Tipo		
Conductor	Cu. Rojo, blando.	Cu. Rojo, blando.
Sección	4 x 2,5 mm ²	4 x 4 mm ²
Cantidad hilos/conductor	50	56
Ø nominal de los hilos	0,25 mm.	0,30 mm.
Ø del conductor	2,20 mm.	2,80 mm.
Ø exterior	8,80 mm.	12,40 mm.
Espesor del aislante	0,75 mm.	1,15 mm.
Espesor de la chaqueta	0,75 mm.	1,15 mm.
Peso	121 kg/Km.	227 kg/Km.
Intensidad admisible	20 A.	26 A.
°C operación	75° C.	75° C.

Fuente: Elaboración propia

3.1.4. Cálculos justificativos

Definir las condiciones técnicas mínimas para el diseño de los alimentadores en 22,9 kV para la Planta Procesadora Prodelsur S.A.; de tal manera que garanticen los niveles mínimos de seguridad para las personas y las propiedades en cumplimiento de la normatividad técnica vigente.

A. Condiciones generales de diseño.

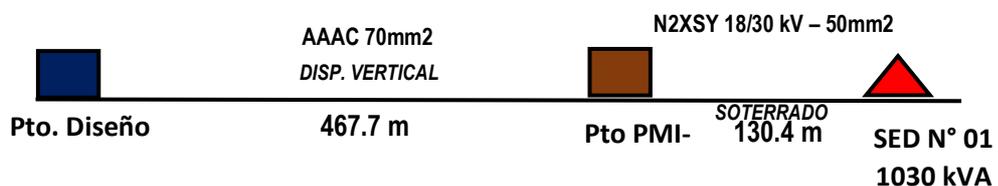
- A.1 Código Nacional de Electricidad Suministro.
- A.2 INDECOPI (EX INTICTEC)
- A.3 Normas de la D.G.E. del Ministerio de Energía Y Minas vigentes
- A.4 Normas Internacionales.

B. Dimensionamiento eléctrico premisas del cálculo.

- B.1 Máxima Demanda : 820 kW
- B.2 Tensión Nominal : 22,9 kV
- B.3 Tensión Máxima de la Red : 25 kV
- B.4 Frecuencia del Sistema : 60 Hz
- B.5 Factor de Potencia ($\cos \phi$) 1 : 0,85 Inductivo, ($\text{Sen}\phi=0,53$)
- B.6 Altura sobre el nivel del mar : 1000 msnm (considerado)
- B.7 Número de fases : Trifásico 3 hilos
- B.8 Conexión del Neutro : Efectivamente puesta a tierra.

3.1.4.1. Cálculos eléctricos

DIAGRAMA UNIFILAR



A) Elección de conductor por Capacidad de corriente-red aérea

Para el cálculo serán considerados los siguientes datos:

Tensión de servicio	:	22,9 kV
Máxima demanda	:	820 kW
Potencia nominal del transformador	:	1030 kVA = 875.5 kW

Usaremos la siguiente fórmula:

$$I_d = \frac{\text{Potencia Nominal}(kVA)}{\sqrt{3} \times V(kV)}$$

$$I_d = \frac{1030}{\sqrt{3} \times 22.9}$$

$$I_d = 25.97 A$$

Se realizara una selección referencial de conductor de aluminio de 70mm² que tiene la capacidad de conducir 235 A.

B) Selección de conductor por Capacidad de Corriente de Cortocircuito-red aérea

Corriente de corto circuito en la red

Usaremos la siguiente fórmula:

$$I_{cc} = \frac{N_{cc}}{\sqrt{3} \times V}$$

Dónde	:	
I _{cc}	:	Corriente de cortocircuito en kA
N _{cc}	:	Potência de cortocircuito (250MVA, Ver RD-018-2003-EM/DGE)
V	:	Nivel de tensión (22,9 kV)

Desarrollando obtenemos:

$$I_{cc} = \frac{250 \text{ MVA}}{\sqrt{3} \times 22,9 \text{ kV}}$$

$$I_{cc} = 6,303 \text{ kA}$$

Corriente de corto circuito en el cable proyectado

Usaremos la siguiente fórmula:

$$I_k = \frac{0,143 \times S}{\sqrt{t}}$$

Dónde:

I_k : Corriente de cortocircuito en kA

S : Sección del cable (70 mm²)

t : Tiempo de duración del cortocircuito (0,1 s)

Desarrollando tenemos:

$$I_k = \frac{0,143 \times 70}{\sqrt{0,1}}$$

$$I_k = 31,65 \text{ kA}$$

Se observa que:

$$I_k > I_{cc}$$

Por lo tanto, es factible seleccionar el conductor de 70 mm².

3.1.4.2. Cálculo de caída de tensión-red aérea

Condiciones Básicas

Serán considerados los siguientes parámetros:

- Disposición : Triangular y Vertical
- T° máxima de Operación : 40° C
- Tensión Nominal : 22,9 kV
- Distribución : Aérea

Características del Conductor

- Tipo : Aéreo

- Sección del conductor	:	70 mm ²
- Material	:	Aleación de Aluminio
- Nº de hilos	:	19 hilos
- Temple	:	Duro
- Diámetro Nominal Cada Hilo (mm)	:	2,10
- Diámetro nominal Externo (mm)	:	10,50
- Peso total Aproximado (kg/m)	:	190
- Tracción de rotura (kg)	:	2071
- Resistencia Máxima a 20 °C (Ω/km)	:	0,507
- Máxima Corriente sin corrección	:	235 A
- Coeficiente de dilatación térmica	:	23x10 ⁻⁶
- Módulo de elasticidad Final (kN/mm ²)	:	60,82
- Coeficiente térmico de resist. eléctrica	:	0,0036
- Aplicación	:	Línea y Red primaria

TRAMO (PD – PMI) (Disposición Vertical.)

De la fórmula:

$$V = \sqrt{3} \times I_d \times L \times (R1 \times \cos\phi + X_{3\phi} \times \sin\phi)$$

Dónde:

I _d	:	Intensidad de corriente de diseño (25.97 A)
R1	:	Resistencia del conductor a 40 °C (0,544Ω/km)
Cos φ	:	Factor de Potencia (0,85)
L	:	Longitud (0.467 km)
X _{3Ø}	:	Reactancia inductiva 3Ø (Ω/km) (0,44 Ω/km)

Resistencia Eléctrica:

Utilizando la siguiente fórmula

$$R_{40^{\circ}C} = R_{20^{\circ}C} (1 + \alpha(T_2 - T_1))$$

Siendo:

R _{20 °C}	:	Resistencia del conductor a 20 °C (0,507 Ω/km)
α	:	Coeficiente térmico de Resistencia (0,0036 °C ⁻¹)
T ₂	:	Temperatura del conductor a 40 °C

Desarrollando obtenemos:

$$R_{40^{\circ}C} = 0,507(1 + 0,0036(40 - 20))$$

$$R_{40^{\circ}C} = R_1 = 0,544 \Omega/km$$

Reactancia inductiva:

Utilizando la siguiente fórmula

$$X_{3\phi} = 377 x (0,5 + 4,6 x \log \left(\frac{DMG_{3\phi}}{r} \right)) x 10^{-4}$$

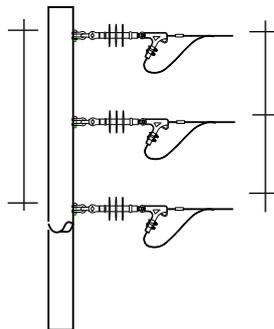
$$DMG_{3\phi} = \sqrt[3]{D_{12} x D_{23} x D_{13}} \text{ m}$$

$$r = \frac{\emptyset \text{ Conductor}}{2} x 10^{-3} \text{ m}$$

Siendo:

$DMG_{3\phi}$: Distancia media geométrica trifásica (m)

r : Radio del conductor (m)



Desarrollando tenemos:

$$DMG_{3\phi} = \sqrt[3]{(1 x 1 x 2)} \text{ m}$$

$$DMG_{3\phi} = 1,26 \text{ m}$$

Y

$$r = \frac{10,8}{2} \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$r = 0,0054$$

Finalmente

$$X_{3\phi} = 377 \times (0,5 + 4,6 \times \log\left(\frac{1,26}{0,0054}\right)) \times 10^{-4}$$

$$X_{3\phi} = 0,43 \text{ } \Omega/\text{km}$$

Calculando la caída de tensión:

$$V = \sqrt{3} \times I_d \times L \times (R_1 \times \cos\phi + X_{3\phi} \times \sin\phi)$$

$$V = \sqrt{3} \times 31.18 \times 0.467 \times (0,544 \times 0,85 + 0,43 \times 0,53)$$

$$V = 14.50 \text{ Voltios}$$

Nota: El valor obtenido representa 0,0632% de la tensión nominal de la red

$$\Delta V\% = \frac{P \times L \times (R_{40^\circ} + X_{3\phi} \times \tan\phi)}{10 \times V_L^2}$$

$$\Delta V\% = \frac{875.5 \times 0.467 \times (0,544 + 0,43 \times 0,62)}{10 \times 22,9^2}$$

$$\Delta V\% = 0,0632\%$$

Esta caída de tensión se sumará a la que se genere en el tramo vertical, en la red Subterránea y a la vez se agregará lo indicado en el punto de diseño.

Esta caída de tensión se sumará a la que se genere en el tramo vertical, en la red Subterránea y a la vez se agregará lo indicado en el punto de diseño.

TABLA N° 13: Parámetros de Caída de Tensión

PARAMETROS PARA CAIDA DE TENSION									
SECCIÓN	NUMERO DE HILOS	DIAMETRO EXTERIO	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR DE FASE		PARÁMETROS r (m)	REACTANCIA INDUCTIVA (Ohmio/Km)		FACTOR DE CAIDA DE TENSION K (3ø)triang.	FACTOR DE CAIDA DE K (3ø)vertical
			A 20° C	A 40° C		XL (3ø) triang.	XL (3ø)vertical		
16	7								
25	7								
35	7	7.57	0.965						
50	7	9	0.719	0.77077	0.0045	0.47009	0.09310	0.0327885	0.0001580
70	7	10.5	0.507	0.54350	0.0053	0.45848	0.43162	0.0001578	0.0001546

Fuente: El autor

TABLA N° 14: Resultado del cálculo de caída de tensión.

CAIDA DE TENSION EN MT - TRAMO AEREO DE 3-1x70mm2												
LOCAL	PUNTO	TIPO DE CABLE	LONGITUD (km)	CARGA (KVA)	Σ CARGA (KVA)	SECCIÓN DEL CONDUCTOR (mm2)	CONDICION		K	CAIDAS DE TENSION		PERDIDA DE POTENCIA (KW)
							SISTEMA	TENSIÓN		%ΔV	%ΣΔV	
PLANTA PROCESADORA DEL SUR	P1	AAAC	0.000	0	1030	70	TRIFASICO	22.90	0.00015	0.0000	0.00000	0.00000
	P2	AAAC	0.056	0	1030	70	TRIFASICO	22.90	0.000155	0.0076	0.00758	0.08149
	P3	AAAC	0.072	0	1030	70	TRIFASICO	22.90	0.000155	0.0097	0.01733	0.10477
	P4	AAAC	0.071	0	1030	70	TRIFASICO	22.90	0.000155	0.0096	0.02694	0.10332
	P5	AAAC	0.072	0	1030	70	TRIFASICO	22.90	0.000155	0.0097	0.03669	0.10477
	P6	AAAC	0.069	0	1030	70	TRIFASICO	22.90	0.000155	0.0093	0.04603	0.10041
	P7	AAAC	0.067	0	1030	70	TRIFASICO	22.90	0.000155	0.0091	0.05511	0.09750
	P8	AAAC	0.045	0	1030	70	TRIFASICO	22.90	0.000155	0.0061	0.06120	0.06548
	P9	AAAC	0.015	0	1030	70	TRIFASICO	22.90	0.000155	0.0020	0.06323	0.02183

Conclusión	
Maxima Caída de Tension (%)	0.06323
Suma Total de Potencia (kW)	875.500
Suma de Perdida de Potencia (kW)	0.680
% de Perdida de Potencia	0.078

Fuente: El autor

3.1.4.3 Pérdidas de potencia y energía por efecto Joule-red aérea.

Se tendrán en cuenta los siguientes parámetros:

Tensión de servicio : 22,9 kV
 Potencia Nominal de la S.E. : 875.5 kW
 Factor de potencia (Cos ϕ) : 0,85

Se calculan utilizando las siguientes fórmulas:

Perdida de energía:

$$P_J = \frac{P^2(R_{40^\circ})L}{1000V_L^2(\text{Cos}^2\phi)}, \text{ en kW}$$

Donde:

P : Potencia Nominal (875.5 kW)

R_{40°} : Resistencia del conductor a la T° de operación, (0,544 Ω/km)

L : Longitud del tramo total, (0.457 km)

V_L : Tensión nominal de servicio, (22,9 kV)

Reemplazando:

$$P_J = \frac{(875.5)^2(0,544)(0,467)}{1000(22,9^2)(0,85^2)}, \text{ kW}$$

$$P_J = 0.5139 \text{ kW}$$

Pérdidas anuales de energía activa:

$$E_J = 8760(P_J)(F_P)$$

$$F_P = 0,15F_C + 0,85F_C^2$$

Para hallar el Factor de Carga (F_C), usaremos la máxima demanda (potencia instalada) dividida entre la potencia nominal del transformador:

$$F_C = \frac{\text{Maxima Demanda}}{P_{N-Trafo}}$$

$$F_C = \frac{820 \text{ kW}}{875.5 \text{ kW}}$$

$$F_C = 0,936$$

El Factor de Pérdida (F_P):

$$F_p = 0,15(0,936) + 0,85(0,936)^2$$

$$F_p = 0,885$$

Reemplazando:

$$E_j = 8760(0.5029)(0.885)$$

$$E_j = 3898.78 \text{ kWh}$$

3.1.4.4. Calculo de las relaciones de Tensión y Corriente en el Trafomix.

Condiciones Iniciales

Características del punto de medición: Punto de Medición a la intemperie

Sistema de distribución : Trifásico
 Nivel de Tensión en el Primario : 22,9 kV

Relación de Transformación en las Bobinas de Tensión (Fv)

Factor	Actual (22,9 kV)
Fv	22900/220
Fv	104,091

Relación de Transformación en la Bobina de corriente (Fc)

Para el cálculo se considerará doble relación de corriente, una con la Máxima demanda y la otra con la potencia nominal del transformador:

a) Máxima Demanda:

$$I_{MD} = \frac{\text{Maxima Demanda}}{\sqrt{3}xVxCos\emptyset}$$

Máxima demanda : 535.5 kW
 Nivel de tensión del sistema : 22,9 kV
 Corriente de MD (I_{MD}) : 15.88

$$F_C = \frac{15.88}{5} = 3.176 \text{ (para 22,9 kV)}$$

Se coloca el número entero inferior es decir:

$$F_C = 3 \text{ (para 22,9 kV)}$$

b) Potencia Nominal Total:

Potencia Nominal del transformador : 1030 kVA
 Nivel de tensión del sistema : 22,9 kV
 Corriente de Diseño (I_d) : 25,97 A

$$F_C = \frac{25,97}{5} = 5,19 \text{ (para 22,9 kV)}$$

Se coloca el número entero superior, es decir:

$$F_C = 6 \text{ (para 22,9 kV)}$$

Corriente admisible de medidor (Fc)

I_{adm} : Corriente Admisible medidor (La carga total)

	Actual
$I_{adm} =$	> 5 A
Fc =	6

Factor de transformación total (Ftot)

$$F_{tot} = F_V \times F_C$$

	Actual
F _v =	104,091
F _c =	6
F _{tot}	624,55

Resultados

De acuerdo a los cálculos efectuados, el transformador de medida debe tener las siguientes relaciones de transformación:

$$F_v = 22,9/0,22 \text{ kV}$$

Se seleccionará un trafomix con doble relación de transformación de corriente:

$$F_v = 30 - 15/5 \text{ A}$$

La misma que será fabricada por empresa nacional en rubro eléctrico.

3.1.4.5. Cálculo de fusibles

Fusibles tipo K

Para el cálculo de fusibles se realizará mediante la fórmula:

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3} \times V}$$

$$I_n = \frac{1030}{\sqrt{3}(22,9)}$$

$$I_n = 25.97 \text{ A}$$

Donde:

I_n : Corriente Nominal, (A)

I_f : Corriente de diseño de fusible, (A)

S : Potencia del Transformador (kVA)

V : Tensión de Línea (22,9 kV)

- ✓ Los fusibles a seleccionar para los seccionadores tipo cut-out, en la estructura de armado tipo PSEC-3P, se considerará lo siguiente:

$$I_f = 1,75 \times I_n$$

$$I_f = 45.45 \text{ A}$$

Para esta estructurase se seleccionará: 03 fusibles tipo K, de 65 A.

- ✓ Los fusibles a seleccionar para los seccionadores tipo cut-out en la estructura de armado tipo PMI-3 se considerará lo siguiente:

$$I_f = 1,5 \times I_n$$

$$I_f = 38.97 \text{ A}$$

Para esta estructurase seleccionará: 03 fusibles tipo K, de 50 A.

Fusibles tipo H-H

- ✓ Los fusibles a seleccionar en la Celda de Llegada S.E. N°01 y Salida a S.E N°02 serán del tipo H-H, serán 03 fusibles

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3} \times V}$$

$$I_n = \frac{630}{\sqrt{3}(22,9)}$$

$$I_n = 15.88 \text{ A}$$

Donde:

- I_n : Corriente Nominal, (A)
 I_f : Corriente de diseño de fusible, (A)
 S : Potencia del Transformador (kVA)
 V : Tensión de Línea (22,9 kV)

$$I_f = 1,25 \times I_n$$

$$I_f = 19.85 A$$

Se seleccionarán los fusibles tipo H-H de 32 A

- ✓ Los fusibles a seleccionar en la Caseta de Llegada S.E. N°02 serán del tipo H-H, serán 03 fusibles

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3} \times V}$$

$$I_n = \frac{400}{\sqrt{3}(22,9)}$$

$$I_n = 10.09 A$$

Donde:

- I_n : Corriente Nominal, (A)
 I_f : Corriente de diseño de fusible, (A)
 S : Potencia del Transformador (kVA)
 V : Tensión de Línea (22,9 kV)

$$I_f = 1,25 \times I_n$$

$$I_f = 12.61 A$$

Se seleccionarán los fusibles tipo H-H de 20 A

3.1.4.6. Cálculo del nivel aislamiento de la línea y selección de aisladores

La selección del nivel de aislamiento para la instalación y equipos de la Red Primaria, se establecerá de acuerdo a la Norma IEC Publicación 71-1, 1972 y a las características propias de la zona en la que se ubicarán dichas instalaciones, tomando en cuenta.

- Sobretensiones atmosféricas.
- Sobretensiones a frecuencia industrial en seco.
- Grado de contaminación ambiental.

Condiciones para cada sistema

Las condiciones de diseño serán las siguientes:

- Tensión nominal de servicio : 22,9 kV
- Tensión máxima de servicio : 25,0 kV
- Altura máxima Considerado : 1000 msnm
- Nivel de contaminación ambiental:
 - Medio Nivel II : 20 mm/kV (fase-fase)
(Según NORMA IEC-815 – Grados de contaminación)

Nivel de aislamiento en condiciones estándar

Según Norma RD N° 018-2002-EM/DGE “Bases para el Diseño de Líneas y Redes Primarias, tenemos los siguientes niveles de aislamiento.

TABLA N° 15: Niveles básicos de aislamiento.

Tensión Nominal entre Fases (kV)	Tensión Máxima entre Fases (kV)	ALTITUD [m.s.n. m.]	Tensión de sostenimiento a la onda 1.2/50 entre fases y fase a tierra (kVp)	Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial entre fases y fase-tierra (kV)
NIVELES BASICOS DE AISLAMIENTO NORMALIZADOS DE REDES DE DISTRIBUCION				
22,9	25	0 - 1000	50	125

Fuente: El autor

Factor de corrección por altura (Fch)

Para instalaciones situadas a altitudes superiores a 1 000 m.s.n.m., la tensión máxima de servicio, debe ser multiplicada por un factor de corrección, definido por la expresión:

$$f_{ch} = 1 + 1,25 (h - 1\ 000)10^{-4}$$

Donde:

h : Altitud sobre el nivel del mar, (1000 msnm).

$$F_{ch} = 1 + 1,25 \times (1000-1000) \times 10^{-4}$$

$$F_{ch} = 1,00$$

3.1.4.7. Cálculo de Aisladores.

Para la asignación de aisladores, se ha tomado en cuenta las siguientes consideraciones:

- Sobretensiones atmosféricas.
- Sobretensiones a frecuencia industrial en seco.
- Contaminación ambiental.

Sobretensiones Atmosféricas

Según el Código Nacional de Electricidad y a la norma Alemana VDE, la tensión disruptiva bajo consecuencia de lluvia a la frecuencia de servicio que debe tener un aislador, no deberá ser menor a:

$$U_c = 2,1(F_c \times U + 5)$$

Donde:

U : Tensión nominal de servicio, en kV.

Fc : Factor de corrección por altura y temperatura.

Uc : Tensión disruptiva bajo lluvia a la frecuencia de servicio, en kV.

$$U_c = 2,1(1 \times 22,9 + 5)$$

$$U_c = 58,59 \text{ kV}$$

Contaminación Ambiental

Se sabe que la contaminación ambiental afecta el comportamiento del sistema en régimen normal, por tanto, se deberá revisar el adecuado comportamiento de aislamiento frente a la contaminación ambiental. La mínima longitud de fuga de los equipos está determinada por la siguiente fórmula:

$$L_{fuga} = L_{f0} \times U_{max} \times f_{ch}$$

Donde:

- L_{fuga} : Longitud de fuga fase-tierra requerida
- L_{f0} : Longitud de fuga unitaria en mm/kVφ-φ
- U_{max} : Tensión Máxima de Servicio
- f_{ch} : Factor de Corrección por Altura

$$L_{fuga} = 20 \times 25 \times 1,0$$

$$L_{fuga} = 500 \text{ mm}$$

Selección de aisladores

En el siguiente cuadro se muestran las características mínimas que deben cumplir los aisladores a seleccionarse según cálculo y las características que ofrecen los aisladores tipo PIN de porcelana frente a estos requerimientos:

Se observa que los aisladores PIN 56-3 y 56-4 cumplen los requerimientos. Para definir el tipo de aislador, tendremos en cuenta las condiciones técnicas del documento de factibilidad, el cual nos exige un aislador Clase ANSI 56-3, tipo PIN de porcelana con línea de fuga mínima de **533 mm**.

TABLA N° 16: Clases de aisladores.

	Requerimiento mínimo	PIN ANSI CLASE 56-2	PIN ANSI CLASE 56-3	PIN ANSI CLASE 56-4
Tensión disruptiva al impulso crítico (positivo), en kV	125	175	200	225
Tensión disruptiva bajo lluvia a la frecuencia de servicio, en kV	58,59	70	80	95
Longitud de fuga (mm)	500	432	533	685

Fuente: El autor

3.1.4.8. Cálculo de Pararrayos.

Los pararrayos serán calculados teniendo en cuenta los siguientes parámetros del sistema:

Las condiciones de diseño serán las siguientes:

- Tensión nominal de servicio : 22,9 kV
- Tensión máxima de servicio : 25,0 kV
- Altura máxima (Jaén) : 1000 msnm
- Nivel de contaminación ambiental
 - Medio Nivel II : 20 mm/kV (fase-fase)

(Según NORMA IEC-815 – Grados de contaminación)

Selección de la Tensión de Operación y de la Tensión Nominal Mínima

Tenemos:

- Us : Tensión máxima del sistema 25 kV
- Uc, min : Tensión de operación mínima requerida

$$U_{c,min} \geq 1,05x \frac{U_s}{\sqrt{3}}$$

$$U_{c,min} \geq 1,05x \frac{25}{\sqrt{3}}$$

$$U_{c,min} \geq 14,86 \text{ kV}$$

Ur, min : Tensión nominal mínima requerida

$$U_{r,min} \geq 1,25x U_{c,min}$$

$$U_{r,min} \geq 1,25x 14,86 \text{ kV}$$

$$U_{r,min} \geq \mathbf{18,58 \text{ kV}}$$

3.1.4.9. Selección Reconector Automático – Recloser

El reconector Automático no se calcula, se selecciona de acuerdo a los parámetros del sistema eléctrico.

La protección principal del sistema de utilización en 22,9 kV será mediante la utilización de un reconector automático de las siguientes características:

- Tensión máxima : 27 kV
- Corriente nominal : 630 A
- Frecuencia nominal : 60 Hz
- N° Fases : 3Ø
- Poder de cierre de falla : 12,5 kA
- Capacidad de corto circuito : 12,5/31,5 kA
- Enfriamiento : SNAN
- Expectativa de vida eléctrica : 10,000 operaciones
- Aislamiento en MT:
 - T. nominal de aislamiento : 27 kV

- T. de ensayo con onda de impulso 1,2/50 μ s, exterior : 125 kV
pico
- T. de ensayo con onda de impulso, exterior : 170 kV
- T. de ensayo a frecuencia industrial durante 1 min. : 60 kV
r.m.s.
- Línea de fuga de aisladores : 837 mm
- Aislante externo : Goma silicona

- Accionamiento:
 - Mecanismo mando : Actuador magnético
 - Tiempo de apertura y cierre : 25-55/55-75 ms

- Sensores de corriente:
 - Relación de transformación : 300/1 A y 120/1 A
 - Potencia/Clase : 2 VA / 5P20
- Gabinete de Control:
 - Tensión de alimentación : 220 VAC / Cargador
 - Tensión de operación : 48V_{DC} Banco batería Recargable
7,2 Ah
 - Relé de protección : SEL 751^a
 - Panel Frontal : Pulsador apertura/cierre bloqueo
de
: Panel de luces indicadoras
 - Grado de protección : IP65

- Altura de operación : 1000 msnm

Para la alimentación continua del gabinete de control, se incorporará un transformador monofásico (fase-fase, bifásico) de tensión de las siguientes características:

- Tensión de operación : 22,9 kV
- Relación de transformación : 22,9/0,22 kV
- Potencia : 0,5 kVA
- Accesorios de montaje

CONCLUSIONES

Conclusión General

En la presente Propuesta de Proyecto de Red de Media Tensión se concluye que se logró diseñar la Red de Media Tensión aérea satisfaciendo la demanda requerida por la Empresa Prodelsur S.A. para su proceso de trabajo, contribuyendo además con el proceso de Electrificación de la Red de Media Tensión en zonas rurales.

Conclusión Parcial

Se concluye que se determinó la máxima demanda eléctrica de la Empresa procesadora de café Prodelsur S.A. que permitió la ejecución del proyecto, tomando en cuenta la realidad de la zona que se llevó a electrificar.

Podemos concluir que partiendo del punto de alimentación podemos escoger la ruta técnica y económicamente más adecuada para el proyecto de Red de Media Tensión, considerando además el aspecto de derecho de servidumbres de paso.

Se concluye que la selección de los conductores eléctricos, postes y equipos seleccionados para el Proyecto fueron seleccionados en base a los valores determinados en los cálculos, cumpliendo con lo indicado en las normas de diseño, esto brindara seguridad en el correcto funcionamiento del equipamiento eléctrico.

RECOMENDACIONES

La presente Propuesta del Proyecto de Red de Media Tensión se realizó con el objetivo principal de dar una solución a la problemática presentada por la Empresa PRODELSUR S.A. Por lo que se recomienda que este diseño esté acompañado de unos trabajos paralelos para que pueda mejorar o solucionar algunos problemas que se presentan en el transcurso del proyecto.

Es necesario tener en cuenta el tipo de terreno en las zonas rurales que se presentan a lo largo de la ruta del tendido eléctrico para el proyecto.

Es fundamental conocer los equipos, herramientas y todos los procedimientos necesarios para este proyecto, con la finalidad de no realizar trabajos adicionales que no ameriten al proyecto.

Se recomienda el uso de programas y softwares para los cálculos mecánicos y eléctricos, debido a que los cálculos realizados a mano son muy complejos y esto hace a que sean muy propensos a errores, afectando el resultado final.

BIBLIOGRAFÍA

- Electricidad, C. N. (2011). Suministro. Lima: Código Nacional de Electricidad.
- Jimenez Romero, S. J. (2005). "Metodología para la estimación de pérdidas técnicas en una red de distribución de energía eléctrica". Lima - Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Mendieta Vicuña, D., & Escribano Pizarro, J. (2015). Electricidad, Desarrollo Rural y Buen Vivir.
- Prado Linero, K., & Narvaez Lopez, Y. (2012). "Diseño de redes de distribución eléctrica de media tensión para la normalización del barrio de piñoncito de campo de la cruz". Colombia: Universidad de la costa Colombia.
- Ramirez Castaño, S. (2004). Redes de Distribución de Energía. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Santos Medina, W. E. (2013). "Línea en 22.9KV SE Huamachuco - Minaspampa". Arequipa - Perú: Universidad Católica de Santa María.

ANEXOS



PROCESADORA DEL SUR S.A.

Member of VOLCAFE Group

"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

Jaén, 02 de julio de 2018

CARTA N° 002

Señores.

ELECTRO ORIENTE S.A.
Ca. Mariscal Ureta N° 1750
JAEN

Atención : **Ing. Jorge Juan Mendoza Rodríguez**
Gerente Regional de la GW de ELOR

Asunto : **COMPROMISO DE TRAMITES POR CUENTA DEL INTERESADO**

Referencia : Proyecto: "Sistema de Utilización en Media Tensión 22,9 kV, 3Ø, para la Planta Procesadora del Sur, en San Agustín - Bellavista, Jaén - Cajamarca"

De mi especial consideración

A través de la presente reciba mi cordial saludo, asimismo, manifestarle que, es de responsabilidad única y exclusiva de mi representada realizar las gestiones inherentes al proyecto que estamos desarrollando, eximiendo de toda responsabilidad a la concesionaria Electro Oriente S.A, de:

- ✓ Saneamiento de daños y perjuicios que se ocasionen a terceros en la construcción de la obra.
- ✓ Cumplimiento de distancias de seguridad en vías públicas (ubicación de estructuras en las veredas y zonas reglamentarias; cumplimiento de anchos de servidumbre de carreteras y de secciones de vías en general).
- ✓ Otras autorizaciones que incluyen poda de árboles, uso de vías, excavaciones y cualquier otra autorización que exija la normatividad vigente.

Sin otro particular, agradezco por anticipado su atención a la presente, no antes, reiterarle la consideración y estima.

Atentamente,

PRODELSUR S.A.
PROCESADORA DEL SUR
Antonio Villegas Charlinos
Gerente Ejecutivo



PROCESADORA DEL SUR S.A.
Av Pedro Ruiz Gulló Sección 1 Urb. Parcela Fundo La Estrella Lt 124C/125 A mz s/n
Alt. Km 10.9 de La Carretera Central Ala Lima 03 Peru
Telfs.: 356-4454 / 356-3534. Fax 356-3311

ANEXO N° 02 - Compromiso de trámites para obtener el C.I.R.A. y D.I.A.



PROCESADORA DEL SUR S.A.

Member of VOLCAFE Group

"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

Jaén, 02 de Julio de 2018

CARTA N° 001

Señores,
ELECTRO ORIENTE S.A.
Ca. Mariscal Ureta N° 1750
JAEN

Atención : **Ing. Jorge Juan Mendoza Rodríguez**
Gerente Regional de la GW de ELOR

Asunto : **COMPROMISO DE TRAMITES PARA OBTENER EL D.I.A. Y C.I.R.A.**

Referencia : Proyecto: "Sistema de Utilización en Media Tensión 22,9 kV, 3Ø, para la Planta Procesadora del Sur, en San Agustín – Bellavista, Jaén - Cajamarca"

De mi especial consideración

A través de la presente reciba mi cordial saludo, asimismo, manifestarle que es de responsabilidad única y exclusiva de mi representada realizar las gestiones inherentes al proyecto que estamos elaborando, ante las entidades correspondientes para obtener las aprobaciones, si el caso le amerite de:

- ✓ Declaración de Impacto Ambiental (DIA)
- ✓ Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA).

Las cuáles serán exigidas por el Evaluador, si fuera el caso, para su presentación a la Concesionaria en el expediente conforme a obra y así obtener la aprobación y su respectiva Conformidad de Obra, en cumplimiento con la normatividad de procedimiento vigente.

Sin otro en particular Sin otro particular, agradezco por anticipado su atención a la presente, no antes, reiterarle la consideración y estima.

Atentamente,

PRODELSUR S.A.
PROCESADORA DEL SUR
Antonia Vilgoso Chirinos
Gerente Financiero



PROCESADORA DEL SUR S.A.

Av. Podro Ruiz Gallo Sección 1 Urb. Piscala Fundo La Estrella Lt 124C/125 A. mz s/h
/M, Km 10.9 de La Carretera Central Alto Lima 00 Peru
Telfs.: 356-4414 / 558-3534. Fax: 356-3311

ANEXO N° 03 - Donación perenne de infraestructura eléctrica.

"Año del Dialogo y la Reconciliación nacional"

Jaén, 08 de Agosto del 2018



Señor Ingeniero.

JORGE JUAN MENDOZA RODRIGUEZ
Gerente Regional Amazonas – Cajamarca
Jr. Dos de Mayo N° 437
CHACHAPOYAS

Atención : **Ing. Javier Ramírez Córdova.**
Jefe del Dpto. de Proyectos y Obras.

Asunto : DONACION PERENNE DE INFRAESTRUCTURA ELECTRICA

Referencia : Proyecto: "Sistema de Utilización en Media Tensión 22.9 kV, 3Ø, para la Planta Procesadora del Sur, en San Agustín – Bellavista, Jaén - Cajamarca"

De mi especial consideración

A través de la presente reciba mi cordial saludo, y a la vez hacer de su conocimiento que mi representada con el afán de contar con el suministro de energía eléctrica para la planta Procesadora del Sur – PRODELSUR, ubicado cerca de la localidad San Agustín, distrito de Bellavista, provincia de Jaén, es necesario, realizar la proyección de la red eléctrica por la vía pública, desde la estructura punto de alimentación (E-0) hasta la estructura de Seccionamiento (E-7), los tipos de armados y la ubicación georreferencia de cada estructura se detalla en el cuadro N° 01, que se adjunta.

Asimismo, la zona del proyecto de la referencia, se encuentra fuera del área de concesión de Electro Oriente S.A., por lo tanto, los costos de suministro y montaje electromecánico que se incurra para la ejecución de la red eléctrica proyectada será a cuenta de mi representada, además, NO constituye una contribución Reembolsable, por lo tanto, en pleno conocimiento de mis facultades y como Gerente Financiero de mi representada efectúo **LA DONACION GRATUITA DE INFRAESTRUCTURA ELECTRICA PERENNE A FAVOR DE LA CONCESIONARIA ELECTRO ORIENTE S.A.**, del suministro de materiales a instalarse durante su ejecución de la red proyectada, las cuales se detalla en el cuadro N° 02, que se adjunta.

Sin otro particular, hago propicia la ocasión para manifestarle a Ud. las muestras de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente,

PROCESADORA DEL SUR S.A.

ANTONIO VILDOSO CHIRINOS
Gerente Financiero



ANEXO N° 04 - Factibilidad de suministro y fijación de punto de diseño.



"Año del Servicio al Buen Ciudadano"

DOCUMENTO DE FACTIBILIDAD DE SUMINISTRO Y FIJACION DE PUNTOS DE DISEÑO

Jaén, 18 de mayo del 2017

GWJ - 024 - 2017

Señor
JULIO TALLEDO PIEDRA,
Ing. Proyectista

Presente.-

Asunto : SOLICITA CAMBIO Y ACTUALIZACION DE FACTIBILIDAD Y PUNTO DE DISEÑO PARA EL "SISTEMA DE UTILIZACION EN M.T. 22.9KV TRIFASICO PARA LA PLANTA PROCESADORA DEL SUR -JAEN-SAN AGUSTIN-CAJAMARCA.

Referencia : Expediente N° GWJAMP0015752017 del 18/05/2017.



De nuestra consideración:

Es grato dirigimos a usted, en atención al documento de la referencia, en el cual solicita factibilidad y fijación del punto de diseño para el proyecto "Sistema de Utilización en M.T. 22.9kv trifásico para la planta procesadora del Sur - Jaén - San Agustín - Cajamarca", con una Máxima Demanda proyectada de 820 kW, ubicado en el Distrito de Bellavista. Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca; y manifestarle que:



- 1.- Lo referido al Predio se encuentra fuera de la zona de concesión de la empresa.
- 2.- El presente Proyecto corresponde a un Sistema de Utilización en Media Tensión; por lo que, Electro Oriente S.A. no se compromete al financiamiento de las obras; por ende, tampoco a retornar contribución reembolsable alguna por la ejecución de las mismas.
- 3.- La emisión del presente documento es solamente para fines de Proyecto, y que estos cumplan con las normas técnicas vigentes (según lo indicado en el literal iii del numeral 7.1.3 Tolerancias, del capítulo 7.1 Trato al Cliente de la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos, el tiempo de atención será en un plazo máximo de 360 días calendario o hasta garantizar la oferta de energía), sin que ello signifique una autorización para la realización de las obras de electrificación.

Por lo tanto, es factible atender la solicitada, luego de cumplir con los condicionantes técnicos que determinan las referidas Normas de Calidad y Normatividad Interna de Electro Oriente S.A.; para tal efecto los interesados deberán llegar con sus instalaciones hasta el punto de entrega de la red de media tensión que opera bajo nuestra administración.

Los interesados deberán comprometerse legalmente, a asumir el uso de servidumbre y/o saneamiento de la propiedad de terceros en donde se proyecte instalar infraestructura eléctrica para el fin solicitado, eximiendo de toda responsabilidad a Electro Oriente S.A.

A fin de cumplir con la normatividad vigente, la(s) subestación(es) de distribución deberán(n) instalarse en el interior de la propiedad de los interesados.

Se efectuará la elaboración del Proyecto del Sistema de Utilización en Media Tensión (incluye Sistema de Medición y Protección), a partir del siguiente punto de entrega: