



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
“PEDRO RUIZ GALLO”**



**Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**Para Optar el Título Profesional de**

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**Diseño del servicio de energía eléctrica en  
redes de mt y bt en la localidad barrio el  
bosque, distrito de Uchiza, Provincia de  
Tocache, Departamento de San Martín.**

**Presentado Por:**

**Bach. Marco Antonio Chanamé Torres**

**Asesor:**

**Ing. Msc. Néstor Daniel Puyen Mateo**

**LAMBAYEQUE – PERÚ**

**2023**



# UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”



Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

## TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para Optar el Título Profesional de

## INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

**Diseño del servicio de energía eléctrica en redes de mt y bt en la localidad barrio el bosque, distrito de Uchiza, Provincia de Tocache, Departamento de San Martín.**

Presentado Por:

**Bach. Marco Antonio Chanamé Torres**

Aprobado por el Jurado Examinador

**PRESIDENTE : Dr. Aníbal Jesús Salazar Mendoza**

**SECRETARIO : Msc. Ing. Oscar Méndez Cruz**

**VOCAL : Ing. Teobaldo Edgar Julca Orozco**

**ASESOR : Ing. Néstor Daniel Puyen Mateo**

**Lambayeque – Perú**

**2023**



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA y ELÉCTRICA



## TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

### TITULO

Diseño del servicio de energía eléctrica en redes de mt y bt en la localidad barrio el bosque, distrito de Uchiza, Provincia de Tocache, Departamento de San Martín.

### CONTENIDOS

**CAPITULO I:** PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.

**CAPITULO II:** MARCO TEÓRICO.

**CAPITULO III:** MARCO METODOLÓGICO.

**CAPITULO IV:** PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

**CAPITULO V:** ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

ANEXOS, PLANOS Y OTROS.

**AUTOR:** Bach. Marco Antonio Cháñame Torres

Dr. Aníbal Jesús Salazar Mendoza

Msc. Ing. Oscar Méndez Cruz

Ing. Teobaldo Edgar Julca Orozco

Ing. Néstor Daniel Puyen Mateo

Lambayeque – Perú

2023

## DEDICATORIA

*Mi tesis principalmente la dedico:*

*A José y Cristina, mis adorados padres que con su sacrificio, perseverancia y motivación me han ayudado a cumplir cada una de mis metas, y hoy una más, me han inculcado el verdadero valor del esfuerzo y el temple, para afrontar cualquier adversidad de mi camino y siempre cumplir con mis objetivos.*

*A Cesar y Synthia, mis hermanos que su apoyo antes y durante todo este proceso ha sido incondicional, les agradezco por siempre estar para mí. A mi familia que han orado por mí y me han dado palabras de aliento que han contribuido a ser ahora una mejor versión de mí mismo, sé que están para mí para cada momento que lo necesite.*

*A mi hijo José Segundo Miguel el motivo de salir adelante y siempre está presente en mi corazón y en todo lo que me propongo, gracias a Dios por tener a toda la familia unida y bendecida.*

*Finalmente quiero dedicar esta tesis a todos mis amigos y a una persona muy especial, por darme la mano cada vez que lo he necesitado, aquellos tiempos difíciles no fueron tan severos gracias al apoyo que me han brindado.*

## AGRADECIMIENTO

*Me faltarían páginas agradeciendo a todas aquellas personas que estuvieron involucradas al realizar este trabajo, no obstante, mis padres se tienen merecido un especial agradecimiento ya que con su dedicación y esfuerzo lograron apoyarme para terminar mi carrera y con su apoyo incondicional para no desfallecer en el camino cuando todo se ponía complicado e imposible.*

*Asimismo, estoy agradecido con mis Hermanos y mi familia que con sus consejos y palabras de motivación me han ayudado a tener más seguridad de lo que puedo lograr y estoy orgulloso de la persona en la que me he convertido.*

*De la misma forma, mi agradecimiento también se dirige a mi asesor de Tesis, quien con su experiencia y conocimientos ha aportado significativamente a concluir esta ardua investigación. A mis docentes que me han ido formando personal y profesionalmente a lo largo de este camino, y ser hoy la mejor versión de mí mismo.*

## RESUMEN

El presente trabajo de suficiencia profesional tuvo como objetivo general diseñar las redes de MT y BT para la localidad Barrio El Bosque, situado en el distrito de Uchiza, provincia de Tocache, departamento de San Martín.

Del análisis realizado en el presente trabajo de suficiencia profesional, se pudo determinar una máxima demanda de 32.35 kW para dicha localidad en consideración de una proyección de 20 años, teniendo en cuenta 51 abonados y 1 carga especial. Para el dimensionado y selección del suministro eléctrico de las redes de MT, se seleccionaron postes de CAC de 13/300 y 13/400, con un transformador trifásico de distribución, donde la tensión de alimentación en MT es de 22.9 kV. Para el caso de las redes secundarias, se seleccionaron postes de CAC de 8/300 y 8/200, red aérea, conductor autosoportado de  $3 \times 35 + 1 \times 16 / 25 \text{mm}^2$  y  $3 \times 25 + 1 \times 16 / 25 \text{mm}^2$  con su respectivo sistema de protección de puesta a tierra.

El presupuesto necesario para la red primaria era de S/. 62,546.13 y para la red secundaria era de S/. 59,755.94, donde el monto total asciende a S/. 122,302.08; incluyendo las utilidades y el IGV.

**Palabras claves:** Servicio Eléctrico, media tensión, baja tensión, máxima demanda.

## ABSTRACT

The general objective of this work was to design the MV and LV networks for the El Bosque neighborhood, located in the district of Uchiza, province of Tocache, department of San Martin.

From the analysis carried out in this work of professional sufficiency, it was possible to determine a maximum demand of 32.35 kW for this locality in consideration of a 20-year projection, considering 51 subscribers and 1 special load. For the sizing and selection of the power supply for the MV networks, 13/300 and 13/400 CAC poles were selected, with a three-phase distribution transformer, where the MV supply voltage is 22.9 kV. For the secondary networks, 8/300 and 8/200 CAC poles were selected, overhead network, 3x35+1x16/25mm<sup>2</sup> and 3x25+1x16/25mm<sup>2</sup> self-supporting conductor with their respective grounding protection system.

The budget required for the primary network was S/. 62,546.13 and for the secondary network was S/. 59,755.94, being the total amount of S/. 122,302.08; including utilities and IGV.

**Keywords:** Electric Service, medium voltage, low voltage, maximum demand.

## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
RESUMEN .....	vi
ABSTRACT .....	vii
ÍNDICE.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiv
INTRODUCCIÓN .....	15
CAPÍTULO I : PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	16
1.1. Realidad problemática.....	16
1.2. Formulación del problema.....	17
1.2.1. Problema General.....	17
1.2.2. Problema Específico.....	17
1.3. Delimitación de la Investigación .....	17
1.4. Justificación e importancia .....	18
1.4.1. Justificación económica .....	18
1.4.2. Justificación técnica .....	18
1.4.3. Justificación ambiental.....	18
1.4.4. Justificación social .....	18
1.5. Limitaciones de la Investigación.....	18
1.6. Objetivos de la Investigación.....	19
1.6.1. Objetivo General .....	19
1.6.2. Objetivos Específicos.....	19
CAPÍTULO II : MARCO TEÓRICO.....	20

2.1. Antecedentes de estudio.....	20
Contexto Internacional.....	20
Contexto Nacional.....	22
Contexto Local.....	23
2.2. Sistema de redes de MT y BT.....	26
2.2.1. Máxima Demanda.....	26
2.2.2. Proyección de la MD.....	27
2.2.3. Caída de tensión.....	31
2.2.4. Parámetros eléctricos para Redes Primarias y Secundarias .....	33
2.2.5. Parámetros mecánicos para Redes de Distribución .....	38
A) Redes primarias.....	38
2.3. Definición conceptual de la terminología empleada.....	44
CAPÍTULO III : MARCO METODOLÓGICO .....	52
3.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	52
3.2. Población y Muestra.....	52
3.2.1. Población .....	52
3.2.2. Muestra .....	52
3.3. Hipótesis .....	53
3.4. Operacionalización de variables.....	53
3.4.1. Variable independiente .....	53
3.4.2. Variable dependiente .....	53
3.1. Métodos y técnicas de investigación.....	55
3.2. Descripción de los instrumentos utilizados.....	55
3.3. Análisis estadístico e Interpretación de los datos.....	56
CAPÍTULO IV : PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN .....	57

4.1. Ubicación .....	57
4.2. Relación de Localidades .....	57
4.3. Población y Número de Viviendas.....	57
4.4. Objetivo .....	57
4.5. Descripción .....	58
<b>CAPÍTULO V : ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS .....</b>	<b>60</b>
5.1. Desarrollo.....	60
5.1.1. Mercado Eléctrico .....	60
Ubicación .....	60
Condiciones Climatológicas .....	60
Vías de Acceso .....	61
Población Beneficiada.....	61
Máxima Demanda de Potencia .....	62
Análisis de la oferta.....	62
Balance Oferta Demanda.....	63
5.1.2. Calificación Eléctrica .....	64
5.1.3. Alcances .....	65
5.1.4. Redes Primarias .....	65
5.1.5. De la Ingeniería de Detalle y del Replanteo.....	67
5.1.6. Características Eléctricas del Sistema .....	68
5.1.7. Características del Equipamiento.....	70
5.1.8. Aspectos de Diseño Eléctrico .....	72
5.1.9. Aspectos de Diseño Mecánico.....	74
5.2. Discusión de resultados .....	78
<b>CAPÍTULO VI : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>80</b>

6.1. Conclusiones.....	80
6.2. Recomendaciones.....	81
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	82
ANEXOS .....	85

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características mecánicas del conductor de AAAC normalizado .....	39
Tabla 2: Distancia vertical mínima entre conductores de un mismo circuito a mitad de vano.....	40
Tabla 3: Distancia vertical mínima de conductores sobre el nivel del piso, camino, riel o superficie de agua .....	40
Tabla 4: Distancias mínimas a terrenos boscosos o árboles aislados.....	41
Tabla 5: Distancias mínimas a edificaciones y otras obras. ....	41
Tabla 6: Hipótesis para la formulación del cálculo.....	43
Tabla 7: Cuadro de operacionalización de variables. ....	54
Tabla 8: Población y número de lotes beneficiados.....	57
Tabla 9: Características para las redes primarias. ....	58
Tabla 10: Características para las redes secundarias.....	59
Tabla 11: Localidad beneficiada .....	60
Tabla 12: Información de la estación meteorológica.....	61
Tabla 13: Información para el acceso de la localidad en estudio.....	61
Tabla 14: Población beneficiada.....	62
Tabla 15: Resumen de la proyección de la demanda de potencia en kW .....	62
Tabla 16: Brecha Oferta - Demanda SER Tocache.....	63
Tabla 17: Longitud de las redes primarias.....	67
Tabla 18: Transformador empleado en la localidad.....	67

Tabla 19: Características técnicas del conductor.....	75
Tabla 20: Características técnicas de los conductores.....	75
Tabla 21: Selección de las características meteorológicas. ....	76
Tabla 22: Hipótesis de Cálculo Mecánico de Conductores. ....	76
Tabla 23: Resumen del presupuesto para el proyecto .....	77

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Líneas aéreas y subterráneas de MT y BT.....	26
--	----

## INTRODUCCIÓN

Actualmente, el mundo se mueve gracias al uso de la energía eléctrica, la misma que sirve para que funcionen diferentes equipos como son electrodomésticos, incluyendo máquinas de grandes potencias, es así que resulta importante contar con un buen servicio de distribución de energía eléctrica que permita que estos equipos y máquinas funcionen adecuadamente.

Además, el uso de la energía eléctrica ayudará al crecimiento económico de la localidad, ya que los comercios o empresas emplean diferentes maquinarias para reemplazar la mano de obra del hombre, automatizando dichos procesos, los mismos que requerirán de un servicio de calidad.

En todo el mundo, el uso de la energía eléctrica se ha vuelto indispensable, empleándose para casi todo en el quehacer del hogar, por ejemplo, el uso de una lavadora, un microondas, una estufa eléctrica, una aspiradora y para infinidad de quehaceres. Igualmente, para las diferentes actividades en una industria, por ejemplo, el uso de un motor eléctrico para mover un eje y así poder brindar movimiento a un determinado proceso, una electrobomba para poder suministrar agua a un proceso productivo y para múltiples usos en general. Con esto se verifica el uso indispensable de la energía eléctrica y lo que implicaría un buen diseño de las redes de MT y BT que la conforman.

El presente trabajo de suficiencia profesional se enfocará en el diseño de las redes de MT y BT para la localidad Barrio El Bosque, para beneficiar a 204 habitantes de toda la localidad y puedan tener un mejor servicio de energía eléctrica, confiable y continua

## **CAPÍTULO I : PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. Realidad problemática**

Cada día existe un aumento en la población mundial, lo que genera un aumento en el consumo energético, es decir, al existir más familias, demandará su independización y por ende el uso de sus propios artefactos eléctricos lo que originará un consumo adicional en el sistema eléctrico encargado de suministrar energía eléctrica, lo que conlleva a realizar un proyecto para poder suplir esta demanda de energía.

Para poder llevar a cabo el trabajo de suficiencia profesional en estudio, es necesario realizar una encuesta para obtener información de la localidad, posteriormente se podrá realizar el diseño de las redes de MT y BT de manera que se logre satisfacer la demanda de energía y además de cumplir con la normatividad vigente.

La necesidad de llevar a cabo este proyecto requiere de un presupuesto para poder hacerlo realidad, bajo esta premisa al final de obtener el listado total de los insumos, materiales y equipos, mano de obra, entre otros aspectos, se hace un presupuesto para saber cuánto costará el proyecto, obteniéndose un beneficio con las ventas de energía, obtenidas directo de la zona de influencia del proyecto.

El fin de este proyecto será el de suministrar energía eléctrica de forma continua y confiable a la localidad Barrio El Bosque, con una población beneficiada de 204 habitantes.

## **1.2. Formulación del problema**

¿De qué manera se podrá satisfacer la proyección de crecimiento de la demanda en la localidad Barrio El Bosque, situado en el distrito de Uchiza, provincia de Tocache y departamento de San Martín?

### **1.2.1. Problema General**

Con el diseño de las redes del servicio de energía eléctrica en MT y BT se podrá satisfacer la proyección de crecimiento de la demanda en la localidad Barrio El Bosque, situado en el distrito de Uchiza, provincia de Tocache y departamento de San Martín.

### **1.2.2. Problema Específico**

- Cuál es la máxima demanda actual de la localidad Barrio El Bosque.
- Cuál sería el equipamiento necesario para el sistema de distribución eléctrica en media y baja tensión.
- Cuál es el costo del diseño de las redes del servicio de energía eléctrica en MT y BT.

## **1.3. Delimitación de la Investigación**

El presente trabajo de suficiencia se desarrollará para la localidad Barrio El Bosque, perteneciente al distrito de Uchiza, provincia de Tocache, departamento de San Martín.

La duración del proyecto se dará en el lapso de febrero a junio del 2022.

Para el diseño de las redes es necesario conocer la población de estudio, la misma que será tomada de la localidad Barrio El Bosque.

## **1.4. Justificación e importancia**

### **1.4.1. Justificación económica**

Se justifica económicamente porque servirá para poder brindar un mejor servicio a la población de la localidad Barrio El Bosque, además de obtener mejores ingresos y evitar reducir las pérdidas de energía, lo que genera una reducción en la utilidad obtenida.

### **1.4.2. Justificación técnica**

Este tipo de investigación se justifica mediante los resultados obtenidos al elaborar este trabajo de suficiencia profesional, mediante el uso de las Normativas vigentes y cálculos eléctricos para los equipos que conformarán el proyecto referente a los sistemas eléctricos y todo lo referente al proyecto en estudio.

### **1.4.3. Justificación ambiental**

Se puede justificar en el ámbito ambiental es que se dimensionará de manera que el consumo de energía eléctrica sea monitoreado al igual que las pérdidas, evitando de esa manera un abuso en su consumo.

### **1.4.4. Justificación social**

Se justifica socialmente porque el proyecto beneficiara a una gran cantidad de habitantes de la localidad Barrio El Bosque, para que puedan tener una mejor calidad de vida y además puedan seguir creciendo como localidad.

## **1.5. Limitaciones de la Investigación**

El alcance del proyecto abarcara todo el territorio perteneciente a la localidad Barrio El Bosque, incluyendo a la población beneficiada.

El presente trabajo de suficiencia profesional se delimita al territorio de la localidad Barrio El Bosque y su sistema eléctrico, el mismo que se desarrollará entre los meses de febrero y mayo del 2021.

## **1.6. Objetivos de la Investigación**

### **1.6.1. Objetivo general**

Diseñar las redes del servicio de energía eléctrica en MT y BT para satisfacer la proyección de crecimiento de la demanda en la localidad Barrio El Bosque situado en el distrito de Uchiza, provincia de Tocache, departamento de San Martín.

### **1.6.2. Objetivos Específicos**

- a) Determinar la máxima demanda actual de la localidad Barrio El Bosque.
- b) Dimensionar el sistema eléctrico de distribución en baja y media tensión.
- c) Calcular el presupuesto para el diseño de las redes del servicio de energía eléctrica en MT y BT.

## CAPÍTULO II : MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de estudio

#### Contexto Internacional

**Capera Romero (2021)** en su tesis sobre el diseño de Redes de Media y Baja Tensión en la empresa Energizando, Ingeniería y Construcción se propuso como objetivo apoyar en el diseño de redes eléctricas de MT y BT empleando el programa AutoCAD, para lograr mejorar las redes ya existentes en las localidades establecidas. El diseño se realizó para las ciudades de Santa Marta (Magdalena), José Domingo Boscán (Guajira) y Maicao, lo que represento realmente un desafío, debido a que se tuvo que hacer un modificación de la topología de las redes de distribución. Al terminar el diseño de los múltiples proyectos, la experiencia obtenida fue realmente grande en todo el ámbito laboral, adicionalmente de dar una fortaleza a las muchas aptitudes y habilidades personales; lo que le daría a la empresa un plus en el setor, convirtiendola en una empresa profesional y capacitada, competitiva e íntegra, la misma que ofrece dar su mejor esfuerzo a la sociedad en desarroll.

**Duque Posada (2016)** en su trabajo de grado respecto al diseño de Red Eléctrica de distribución secundaria (Baja Tensión) para un sector de 250 viviendas Corales – Cuba, tuvo como objetivo general del proyecto el diseño de la red eléctrica de distribución de baja tensión según los requerimientos que la empresa de energía de Pereira exige para la aprobación de un proyecto de red eléctrica de baja tensión. En primer lugar, se determinó el área de influencia de la zona urbana de la localidad de Pereira con el fin de poner en marcha el diseño de la red de electricidad de distribución de baja tensión, con

un terreno que debe poseer como mínimo 250 abonados. Luego, se elaboraron los planos de la zona urbana con el programa AutoCAD, al mismo tiempo se diseñó la red de electricidad además del diagrama unifilar para el transformador y el sistema de protección, considerando hasta el contador de electricidad. Seguidamente, se colocaron los postes de acuerdo a la distribución de las viviendas y se coloca un medidor por cada una de las viviendas en la zona de influencia.

**González et al. (2015)** en su tesis Estudio de un Sistema de Distribución y Acometidas en Baja Tensión propusieron como objetivo analizar el comportamiento para un sistema de distribución y acometidas en baja tensión para 120 V/240 V. Para ello, los autores construyeron un banco de pruebas para las acometidas en BT, el cual facilitará la comprensión y estudio del comportamiento de las redes de distribución en BT, considerando en normal funcionamiento y en ocasiones de fallos en el sistema. Dicho módulo está conformado por 2 transformadores monofásicos de distribución, donde se emplea uno de tipo pedestal y otro del tipo poste. Además, contiene el sistema de acometidas subterránea y aérea en MT y BT, donde dichas cargas se conectan al sistema, cuenta con protecciones de equipos, elementos para maniobra y sus respectivos equipos de medición. Adicionalmente, elaboraron un manual de usuario para conocer la operación y mantenimiento del módulo, el mismo que tiene incluido, 12 prácticas didácticas y protocolos de seguridad, y mantenimiento.

## **Contexto Nacional**

**Zavaleta Ibañez (2016)** en su tesis sobre el proyecto de Electrificación Rural del Caserío José Olaya, distrito de Mache, Provincia de Otuzco, departamento de La Libertad, donde tuvo como finalidad proveer de electricidad, dado que es el servicio básico para lograr el crecimiento y desarrollo rural. En el caso del Caserío de José Olaya se llevó a cabo un adecuado diseño de la red primaria y secundaria para el progreso y mejoramiento de la calidad de vida de sus pobladores, dado que se conoce que la provisión de electricidad contribuye a la lucha contra la pobreza, así como en sectores sociales de la educación, salud, y bienestar.

Para concretar el diseño se hizo uso de las Normativas Técnicas ya decretadas además del Código Nacional de Electricidad Suministro 2011 y de la normatividad dada por la Dirección General de Electricidad (DGE) pertenecientes al Ministerio de Energía y Minas (MINEM), y además de considerar las normativas internacionales actuales que se relacionan con el tema que se aborda en esta tesis. Se esbozó la Red Primaria del tipo Bifásica en 22.9 kV, teniendo 591.90 m de longitud, en cuanto a la Red Secundaria en 0.440/0.220 kV, con 1708.70 km de distancia, con 3 circuitos, las instalaciones correspondientes de alumbrado público, con lámparas de vapor de sodio, y las treinta y tres conexiones de viviendas domiciliarias y seis cargas especiales, se termina con el metrado y el presupuesto de referencia para la puesta en marcha del proyecto. Todo implicó el crecimiento y desarrollo socioeconómico además del sector agro e industrial de dicho caserío.

**Espinoza Surco & Beltrán Palomino (2016)** en su tesis con mención al mejoramiento del Sistema Eléctrico de la Ciudad de Puerto Maldonado en

Media Tensión, el proyecto se ha planteado en 5 secciones, las que se describen de la siguiente manera; con relación al capítulo II, donde se realizó el fundamento teórico, conceptualizando las definiciones teóricas básicas necesarias para comprender la literatura presente, además de una presentación del programa siendo empleado como una útil herramienta para los cálculos, estimación y de proyección sobre situaciones futuras. En el siguiente capítulo, se realizó un diagnóstico actual del sistema de electricidad de Puerto Maldonado, del cual se identifica sus características técnicas como operativas. Posteriormente, se evaluó y analizó sobre la conducta del sistema eléctrico en MT de Puerto Maldonado considerando una tensión de 10 y 22.9 kV desde el 2014 al 2023, tomando en cuenta la demanda y pérdidas en distintos periodos; considerando su proyección elaborada por la Concesionaria Electro Sur Este S.A.A. y utilizando el programa DIGSILENT POWER FACTORY 15.1.6. Finalmente, se realizó el análisis sobre las opciones de solución y acciones a llevar a cabo, las mismas que deberían optimizar el funcionamiento del Sistema de electricidad de Puerto Maldonado.

### **Contexto Local**

**Benites Chero (2020)** en su trabajo de tesis sobre optimización del Sistema Eléctrico en Media Tensión por calidad de servicio, cambio de sistema Bifásico a Trifásico, mediante sistema convencional Caserío de Santo Tomas, se elaboró con el fin de dar una solución respecto a la problemática que precede a esta tesis. En primer lugar, se pretende proponer como alternativa de mejoramiento el cambio de un sistema bifásico a uno trifásico con el uso de un sistema conveniente y además de mejorar la provisión del servicio básico.

El Caserío Santo Tomas es considerado una zona rural y cuenta con aproximadamente 60 viviendas.

El diseño empleado es de tipo descriptiva y cualitativa, la técnica empleada en el proyecto para la recolección de datos fue mediante el uso de diferentes equipos de medición y la observación.

**Rioja Lora (2019)** en su trabajo de suficiencia profesional Ampliación de redes secundarias 440/220V y conexiones domiciliarias de los sectores Vallejos y Sandoval del Caserío Briceño, Distrito de Motupe – Lambayeque planteó como objetivo brindar energía eléctrica de manera confiable y permanente empleando la línea primaria en 1 – 22.9 kV y sus redes secundarias, considerando las especificaciones técnico-económicas brindadas por el Código Nacional de Electricidad, las Normas Técnicas ofrecidas por el Ministerio de Energía y Minas (MINEM, DGE y DGH); y el equipamiento actual que brindaría el mejor servicio en lo particular.

Entre los objetivos principales estipulados en el Plan de Electrificación Rural (PER), el aumento de la demanda y cobertura del sistema de servicio de electricidad a la población que no ha sido atendida, además del mejoramiento técnico y económico de los sistemas eléctricos ya existentes que ofrecen un servicio deficiente y que esto permita el desarrollo de sus actividades productivas. Concluyendo, la investigación logrará permitir el desarrollo económico-social y pesquero dentro del ámbito del proyecto, logrando beneficiar a 295 personas, distribuidos en 4 cargas del tipo especial y 59 abonados domésticos.

**Leyva Regalado (2016)** en su proyecto titulado Remodelación y Ampliación de la Electrificación en los Centros Poblados de Cochalan y Angash del distrito de San José del Alto de la provincia de Jaén, departamento de Cajamarca para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista en la ciudad de Lambayeque, el objetivo principal fue plantear la remodelación de los sistemas de distribución eléctrica en MT y BT para los centros poblados Chocolan y Angash, puesto que, las actuales se están deteriorándose provocando continuos cortes, además de, atentar la seguridad de los pobladores y de satisfacer la demanda actual.

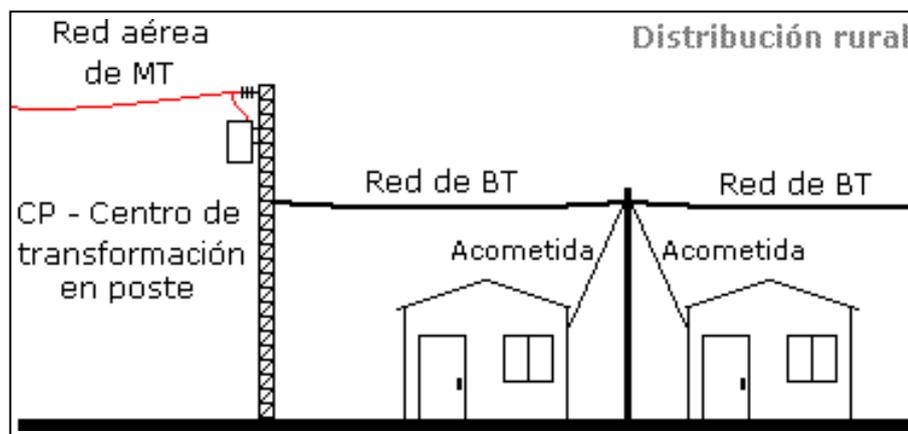
Al inicio se estableció la demanda máxima actual y se han logrado seleccionar los transformadores de distribución más adecuados para lo que se pretende hacer, para el centro poblado Chocolan, un transformador de setenta y cinco kVA y para el centro poblado de Angash, dos transformadores, uno de setenta y cinco kVA y otro de veinticinco kVA. Se estableció la red secundaria del cual el conductor si corresponde con los requerimientos eléctricos y mecánicos:  $3 \times 35 + 1 \times 16 / 25$  y en la red primaria dimensionó un conductor AAAC de  $35 \text{ mm}^2$ , realizando el metrado con la elaboración de los planos correspondientes. De los resultados, se obtuvo un presupuesto para llevar a cabo la propuesta del proyecto con un monto de que ascendía a S/. 731 067,74. Al llevar a cabo el proyecto de ampliación del servicio de energía eléctrica, se obtuvo un aumento en la calidad de vida además de un gran avance en el sector educación, debido a que la población podrá tener acceso a múltiples tecnologías gracias al servicio eléctrico implementado.

## 2.2. Sistema de redes de MT y BT

Las redes de MT y BT, son aquellos sistemas que forman parte de un circuito de distribución de energía eléctrica.

Para poder diseñar un correcto sistema de redes de MT y BT se deben considerar diferentes conceptos, normatividad vigente, cálculos y experiencia para elaborar un adecuado proyecto.

Figura 1: Líneas aéreas y subterráneas de MT y BT



Fuente: (Altaabaja, 2022)

### 2.2.1. Máxima Demanda

Es la cantidad de potencia eléctrica que se necesita para poder satisfacer a un cliente, empresa, industria o población.

Es la máxima carga que puede soportar un circuito eléctrico, de acuerdo a su diseño.

El objetivo de obtener este dato, es para poder diseñar y seleccionar los elementos que formarán parte de la instalación, con el fin de cubrir dicha necesidad de demanda de energía eléctrica.

### **a) Factor de simultaneidad (F.S.)**

Es un valor que se estima como aquel que pertenece a una instalación indicando que nunca están todos los dispositivos o equipos conectados funcionando a su máximo rendimiento en simultáneo. Es un valor importante porque permite calcular la máxima demanda.

Los factores de simultaneidad son (Ministerio de Energía y Minas, Dirección General de Electricidad, 2003):

- Cargas de servicio particular: 0,50
- Cargas de Alumbrado Público: 1,00

### **2.2.2. Proyección de la MD**

Para poder realizar un proyecto de electrificación, es necesario realizar la proyección de la Máxima Demanda a futuro, por lo general se hace para veinte años de vida útil del proyecto.

Se realiza con la finalidad de que la propuesta predomine en el tiempo y satisfaga las necesidades para el diseño propuesto.

Los pasos para llevar a cabo esta proyección se detallan a continuación:

#### **a) Calcular la tasa de crecimiento poblacional**

Para poder hallar este dato, es necesario investigar el cambio en la población en los diferentes años antes del proyecto. Por lo general, se emplea información de entes públicos, como son el INEI u otras fuentes confiables. Luego de recopilar dicha información, se procede a realizar un análisis para determinar el promedio de las tasas de crecimiento poblacional. Finalmente, con el dato obtenido, se procede

a calcular la proyección de la población perteneciente a la localidad donde se desarrollará el proyecto.

**b) Proyectar la población en estudio**

$$P_n = P_0(1 + i)^n$$

Donde:

$P_0$ : Número de habitantes en el año "0".

$P_n$ : Número de habitantes proyectad al cabo de n años

$i$ : Tasa o índice del desarrollo poblacional.

$n$ : Número de años (años).

**c) Cálculo del número de viviendas**

Al tener la proyección de la población, se procede a calcular el número de viviendas, pero para ello se debe computar el número de habitantes por vivienda. Esto se muestra a continuación:

$$NHV = \frac{P_0}{NV}$$

Donde:

$P_0$ : Población inicial.

$NV$ : Número o cantidad de viviendas.

$NHV$ : Número o cantidad de habitantes por vivienda.

Al determinar el valor de la cantidad de habitantes por vivienda, se debe considerar invariable para el período de proyección.

#### d) Consumo de Alumbrado Público

La cantidad de números de puntos de iluminación (PI), se podrá calcular de acuerdo a lo recomendado en la norma DGE Alumbrado de Vías Públicas en espacios rurales. El procedimiento recomendado por la norma se presente de la siguiente manera:

##### **Consumo de energía por alumbrado público (CMAP):**

$$CMAP = KALP \times NV$$

Donde:

CMAP: Consumo Mensual de Alumbrado Público (kWh).

KALP: Factor de AP en kWh/usuario mensual. Tal factor corresponde al sector típico 5 (6.3 kWh/vivienda). (MINEM - Diario El Peruano, 2009)

NV: Número de viviendas o usuarios de la localidad.

##### **Cálculo de los puntos de Iluminación**

$$PI = \frac{CMAP \times 1000}{NHMAP \times PPL}$$

Donde:

PI: Puntos de Iluminación.

NHMAP: Número de horas mensuales del servicio de alumbrado público (360 horas por mes).

PPL: Potencia nominal Promedio de Lámpara de alumbrado público (Watts).

CMAP: Consumo mensual de alumbrado público en kWh.

### **2.2.2.1. Calificación del servicio eléctrico**

Se puede entender por calificación del servicio eléctrico, a la Máxima demanda y a la clasificación de suministro que corresponde a determinado usuario, que requiere una habilitación urbana o rural, para suministrar energía eléctrica.

#### **Carga de Servicio Particular**

Para poder clasificar el servicio eléctrico, se han agrupado en dos sectores a las distintas localidades dependiendo en base a su configuración urbana y desarrollo.

##### **A) Tipo I**

Localidades que son capitales de centros poblados o de distritos de tipo urbanos y rurales, y que tienen una estructura urbana determinada, conformada por calles y plazas.

La calificación determinada para este tipo es de seiscientos W por lote. (Ministerio de Energía y Minas, Dirección General de Electricidad, 2003)

##### **B) Tipo II**

Son aquellas localidades que están ubicadas en zonas rurales que les falta o no poseen una forma urbana definida, es decir, es escasa.

Por lo general, este tipo se sitúa a lo largo de las vías terrestres, caminos de herradura o al interior de las alquerías de los dueños.

La clasificación definida para este tipo de localidad es de 400 W para cada lote. (Ministerio de Energía y Minas, Dirección General de Electricidad, 2003)

### **2.2.3. Caída de tensión**

Es un dato importante al momento de diseñar sistemas de redes de MT y BT. Permite conocer la variación de voltaje que llega al usuario final, es decir, el diferencial de potencial considerado entre los puntos inicial y final de un determinado circuito.

Su valor se obtiene Voltios e informa sobre el consumo de energía que se genera al pasar la corriente en un determinado cableado o conductor.

También se puede medir en porcentaje.

Este valor varía de acuerdo a la resistividad que presente un conductor y de su longitud, pero siempre que se tenga una carga activa en el punto más alejado del circuito y del tipo de voltaje que se tendrá en los terminales.

El porcentaje de caída de voltaje nominal en los extremos donde se entrega la corriente, en todas las etapas y en todos los niveles de voltaje, debe ser menor e igual a  $\pm 5\%$  del voltaje nominal en cualquier punto del circuito. Aunque en redes secundarias calificadas como urbano – rurales y/o rurales, la tolerancia puede ser de hasta  $\pm 7,5\%$ . (Dirección General de Electricidad, 2008)

Además, se admite una tolerancia para una tensión media en consideración a la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos Rurales (NTCSER), la cual debería ser de  $\pm 6,0\%$ . Esto se puede resumir:

- Sistema 380/220V: Caída de tensión máxima debe ser 26,6 V.
- Sistema 440/220V: Caída de tensión máxima debe ser 30,8 V.
- Sistema 220V: Caída de tensión máxima debe ser 15,4 V.

Teniendo en cuenta las normas vigentes, se ha determinado considerar una caída de tensión desde el circuito de red en su salida hasta el primario del transformador de distribución es de  $\pm 4,5\%$  de la tensión nominal de operación.

### 2.2.3.1. Cálculo para la Caída de Voltaje

Seguidamente, se presentarán los métodos matemáticos que ayudarán a determinar la caída de voltaje, pueden ser empleadas para calcular redes del tipo primaria y secundaria.

#### A) Red Primaria

Se empleará las siguientes fórmulas:

$$\Delta V\% = \frac{PL(r_1 + X_1 \tan \varphi)}{10V_L^2}$$

$$\Delta V\% = K_1 PL$$

$$K_1 = \frac{r_1 + X_1 \tan \varphi}{10V_L^2}$$

Donde:

$\Delta V\%$ : Caída de tensión porcentual.

$P$ : Potencia o máxima demanda (kW).

$X_1$ : Reactancia inductiva para sistemas trifásicos (ohm/km).

$\varphi$ : Ángulo del factor de potencia.

$K$ : Factor de caída de voltaje.

$L$ : Distancia del recorrido de la línea (km).

$V_L$ : Voltaje o tensión entre fases (kV).

$r_1$ : Resistencia del cableado por unidad de longitud (ohm/km).

## **B) Red Secundaria**

En cuanto al cálculo de las redes aéreas secundarias, se empleará el siguiente planteamiento matemático:

$$\Delta V = K * I * L * 10^{-3}$$

Donde:

$I$ : Capacidad de corriente que circula por el circuito (A).

$L$ : Longitud del tramo de la línea (m).

$K$ : Factor para la caída de voltaje.

Para el valor de  $K$ , se debe considerar lo siguiente:

- Circuitos trifásicos:  $K = \sqrt{3}(r_1 \cos \theta + X_1 \sin \theta)$
- Circuitos monofásicos:  $K = 2(r_2 \cos \theta + X_2 \sin \theta)$

**Factor de potencia ( $\cos \theta$ ):**

- Cargas para servicio del tipo particular: 1,00
- Cargas para Alumbrado Público: 0,90

### **2.2.4. Parámetros eléctricos considerados en redes eléctricas**

#### **2.2.4.1. Corriente (I)**

La intensidad eléctrica es aquel fluido de carga eléctrica que recorre por un material, el mismo que por lo general se debe al mover las

cargas en el interior de un material, siendo este material electrones. En el SI (Sistema Internacional de unidades) se escribe como C/S (Coulomb por segundo), es decir, amperios (A).

Al tratarse de un corriente de cargas, aquí se genera un campo magnético, este suceso podría ser aprovechado por el Electroimán.

El Amperímetro es el instrumento que sirve para medir la corriente eléctrica. El cual se coloca en serie con el cableado por donde circula la capacidad de corriente que se requiere calcular.

### **Como calcular la corriente de diseño**

Para poder determinar la corriente de diseño de cualquier circuito, se debe emplear la siguiente ecuación:

$$I_d = \frac{1,25xMD}{KxVx \cos \varphi}$$

Donde:

MD: Máxima demanda (W).

K: Coeficiente de sistema (1 para monofásico,  $\sqrt{3}$  para trifásico).

Tensión del sistema (V).

$\cos \varphi$ : Factor de Potencia de 0,9

#### **2.2.4.2. Resistencia eléctrica**

Es una característica intrínseca de todo conductor, que con su longitud es directamente proporcional y con su área es inversamente proporcional. Para el cálculo de la resistencia eléctrica de un conductor, se empleará la fórmula:

### a) Red Primaria

Los cableados o conductores que se encuentran a la temperatura de funcionamiento o de AAAC, su resistencia se calcula con la ecuación siguiente:

$$R_c = R_{20}[1 + \alpha(T - 20)]$$

Donde:

$R_c$ : Resistencia del cableado operando a su temperatura de funcionamiento (ohm).

$R_{20}$ : Resistencia del cableado a 20°C (ohm).

$\alpha$ : Factor para corregir la temperatura (0,0036 [1/°C]).

$T$ : Temperatura de funcionamiento máxima (°C).

### b) Red Secundaria

$$r_{40^\circ C} = r_{20^\circ C}[1 + \alpha(t_2 - 20)]$$

Donde:

$r_{40^\circ C}$ : Resistencia del cableado a 40°C.

$r_{20^\circ C}$ : Resistencia del cableado a 20°C.

$\alpha$ : Factor para corregir temperatura (0,0036 [1/°C]).

$t_2=40^\circ C$

### 2.2.4.3. Reactancia inductiva

Se le conoce como la letra X, y varía en función del diámetro y la distancia que se encuentra separado el cableado. En redes aéreas

de distribución, se puede considerar un valor de  $X=0,1$  ohm/km, sin un error significativo.

Para otro tipo de redes de distribución, se debe calcular en función a la distancia que se encuentra separado el cableado.

**a) Red Primaria**

$$X_L = 377 \left[ 0,5 + 4,6 \log \frac{DMG}{r} \right] \times 10^{-4} \text{ ohm/km}$$

Donde:

DMG: Distancia media geométrica

R: Radio del cableado (m).

**b) Red Secundaria**

$$X_L = 0,1746 \frac{\log(DMG)}{RMG}$$

Donde:

DMG se refiere a la Distancia media geométrica, en tanto RMG denota al Radio medio geométrico.

**2.2.4.4. Potencia y Energía y sus pérdidas por Efecto Joule**

Es un fenómeno irreversible que ocurre al circular corriente por el cableado, donde un porcentaje de la energía cinética debida a los electrones se convierte en calor provocado por los encuentros que generan en el interior de los átomos del material conductor por donde circulan. Su nombre se debe en honor al físico británico James Prescott Joule.

**a) Pérdida de potencia**

$$P_J = \frac{P^2(r_1)L}{1000 V_L^2 \cos^2\varphi}$$

Donde:

$P_J$ : Pérdida de potencia (kW).

$L$ : Longitud del circuito (km).

$V_L$ : Tensión entre fases (kV).

$\varphi$ : Ángulo del factor de potencia.

$r_1$ : Resistencia el conductor a la temperatura de operación (ohm/km).

**b) Pérdida de energía**

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

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

Donde:

$E_J$ : Pérdida de energía (kWh).

$F_P$ : Factor de pérdidas.

$F_C$ : Factor de carga.

**2.2.4.5. Calculo para transformadores**

Se emplean los criterios siguientes:

**a) Demanda de potencia**

**- Cargas particulares**

Para este tipo de cargas, es necesario emplear la norma DGE RD 031-2003-MEM.

**- Cargas de Alumbrado Público**

Se emplea la norma DGE RD 017-2003-EM llamada Alumbrado Público en Zonas Rurales, considerando que la localidad Barrio El Bosque es zona rural, es por eso que se empleara esta norma.

**b) Potencia**

Para poder determinar la potencia del transformador, se debe considerar el desarrollo poblacional y las mermas que se generan en la repartición.

**2.2.5. Parámetros mecánicos para Redes eléctricas de distribución**

**A) Redes primarias**

Son características que están determinadas en las normas vigentes y que vienen preestablecidas por los fabricantes

**a) Material**

Para redes primarias y líneas aéreas se emplearán en Aleación de Aluminio (AAAC), diseñados según los preceptos de las normas ASTM B398, ASTM B399 o IEC 1089.

Tabla 1: Propiedades mecánicas del cableado de AAAC normalizado.

<b>Características Mecánicas</b>	
Sección (mm <sup>2</sup> )	35
N° de alambres	7
Diámetro exterior (mm)	7,56
Diámetro alambres (mm)	2,52
Masa total (kg/m)	0,067
Coefficiente de expansión térmica (1/°C)	$2,3 \times 10^{-6}$
Módulo de elasticidad (N/mm <sup>2</sup> )	60 760
Esfuerzo de rotura (N/mm <sup>2</sup> )	295,8

Fuente: Norma B398

### b) Distancias mínimas de seguridad

Recomendados por el CNE (Código Nacional de Electricidad – Suministro). (Ministerio de Energía y Minas MINEM - Dirección General de Electricidad, 2011)

- Mínima separación horizontal o vertical que debe haber entre el cableado de un circuito equivalente en los apoyos (Tabla 233-1) del CNE – Suministro 2011, debe ser de  $D=1,20$  m.
- Mínima distancia que debe haber entre conductores y accesorios de inferior tensión y elementos de puesta a tierra, debe ser de  $D=0,20$  m.
- Mínima distancia vertical que debe haber entre los conductores de un igual circuito a medio de vano, debe ser:

$$D = 0,0076(U)(F_c) + 0,65\sqrt{f}$$

Donde:

$U$ : Voltaje nominal entre fases (kV).

$F_c$ : Coeficiente de corrección debido a la altitud.

$f$ : Máxima flecha del cableado a su máxima temperatura prevista (m).

Tabla 2: Distancia mínima vertical que debe haber entre cableados de un igual circuito a medio de vano.

<b>Distancia vertical mínima</b>	
<b>Vano</b>	<b>Distancia mínima (m)</b>
Hasta 100 m	0,70
Entre 101 y 350 m	1,00
Entre 350 y 600 m	1,20
Mayor a 600 m	2,00

Fuente: (Ministerio de Energía y Minas MINEM - Dirección General de Electricidad, 2011)

Estas estructuras tienen una configuración triangular con los conductores, de los cuales estos últimos tienen que estar localizados en un plano de tipo horizontal, y debe tomarse en cuenta solo la separación de tipo horizontal del cableado en el caso el cableado de tipo central superior se sitúe a una longitud vertical de 1 m o de 1.20 m (de acuerdo a la longitud que deben tener los vanos) y ello con respecto a los dos conductores.

Tabla 3: Distancia vertical mínima que debe haber en los conductores sobre el nivel del piso, camino, riel o superficie de agua.

<b>Distancia vertical de conductores</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Distancia (m)</b>
Carreteras y Avenidas	6,50
Caminos, calles o callejones	6,00
Espacios y guías peatonales o áreas no transitables por vehículos	5,00
Calles y caminos en zonas rurales	5,00
Cuando los conductores cruzan o sobresaen carreteras y avenidas sujetas al tráfico de camiones	7,00
Calzadas, zonas de parqueo y callejones	6,50
Otros terrenos recorridos por vehículos, tales como cultivos, pastos, bosques, huertos, etc.	6,50
Espacios y vías peatonales o áreas no transitables por vehículos	5,00
Calle y caminos en zonas rurales	6,50

Fuente: (Ministerio de Energía y Minas MINEM - Dirección General de Electricidad, 2011)

Aquello sucede cuando los llamados conductores viajan a los límites entre el largo y en el interior de ellos, o de las vías terrestres o entre diferentes fajas de servidumbre de las vías pero que aquellos no sobrepasan de la vía.

Tabla 4: Distancias mínimas que debe haber a terrenos boscosos o árboles aislados.

Descripción	Distancia mínima (m)
Distancia vertical entre el conductor inferior y los árboles	2,50
Distancia radial entre el conductor y los árboles laterales	0,50

Fuente: (Ministerio de Energía y Minas MINEM - Dirección General de Electricidad, 2011)

Tabla 5: Distancias mínimas para edificaciones y otras obras.

Descripción	Distancia mínima (m)
Distancia radial entre el conductor y paredes y otras estructuras no accesibles.	2,50
Distancia horizontal entre el conductor y parte de una edificación normalmente accesible a personas incluyendo abertura de ventanas, balcones y lugares similares.	2,50
Distancia radial entre el conductor y antenas o distintos tipos de pararrayos.	3,00

Fuente: (Ministerio de Energía y Minas MINEM - Dirección General de Electricidad, 2011)

### c) **Máximo esfuerzo del conductor**

#### **Esfuerzos en el conductor en la condición EDS**

La normativa internacional y las Instituciones afines a la indagación en relación a los esfuerzos de los cableados, recomiendan que, en estas líneas con cableados que son una aleación de aluminio pero sin ser protegidos de vibraciones, los esfuerzos de tipo horizontal que se

tendrán en consideración de manera referencial, son los presentados a continuación:

De 18% del esfuerzo de rotura del cableado para EDS inicial (UTS).

De 15% del esfuerzo de rotura del cableado para EDS final (UTS).

Para aquellos cableados con una sección menor e igual a  $95 \text{ mm}^2$ , se debe considerar un esfuerzo promedio a la fluencia de  $0.30 \text{ kN/mm}^2$ .

### **Máximos Esfuerzos en el cableado**

Se dice de aquellos esfuerzos del tipo tangencial que se producen en los puntos más críticos pertenecientes a la catenaria formada en el tendido. Para conductores AAAC no debe exceder del 60% del esfuerzo de fluencia, esto es:  $0.18 \text{ kN/mm}^2$ .

#### **d) Hipótesis para formulación**

Para este tipo de hipótesis sobre estado, los cálculos de tipo mecánicos del cableado se determinan en consideración a los parámetros o factores considerados sobre velocidad del viento, carga de hielo y temperatura. Basándose en la zonificación y las cargas determinadas por el Código Nacional de Electricidad Suministro, se tomarán en cuenta estas hipótesis:

Tabla 6: Hipótesis para la formulación del cálculo.

<b>Formulación de Hipótesis</b>	
<b>Hipótesis 1: Condición de mayor duración (EDS)</b>	
Temperatura	20 °C
Velocidad del viento	Nula
Sobrecarga de hielo	Nula
<b>Hipótesis 2: Máximo esfuerzo con viento</b>	
Temperatura	10 °C (mínima)
Velocidad del viento	70 km/h (máxima)
Sobrecarga de hielo	Nula
Coefficiente de seguridad	2
<b>Hipótesis 3: Máximo esfuerzo sin viento</b>	
Temperatura	50 °C
Velocidad del viento	Nula
Sobrecarga de hielo	Nula
<b>Hipótesis 4: Flecha máxima (Temperatura Máxima)</b>	
Temperatura	Temperatura máxima + CREEP (25 + 15) °C
Velocidad del viento	Nula
Sobrecarga de hielo	Nula

Fuente: (Ministerio de Energía y Minas MINEM - Dirección General de Electricidad, 2011)

### **2.3. Definición de la terminología empleada**

#### **Acometida (Referido a la Red de Distribución Secundaria)**

Es una porción del conexionado partiendo desde la red de distribución secundaria llegando al punto de entrada de la caja de derivación o punto de toma; considerando el conexionado y la instalación del cableado.

#### **Altura de Montaje (Referido a la de una luminaria)**

Longitud vertical que existe considerando la superficie de la vía terrestre y el centro de la luminaria.

#### **Capacidad de Interrupción o Poder de Ruptura**

Se dice de la ampacidad que puede soportar un contacto y que puede abrir el circuito bajo ciertas condiciones.

#### **Carga de Rotura (Referido a la de un conductor)**

El esfuerzo mecánico máximo que un conductor puede soportar cuando se rompe.

#### **Carga de Rotura (Referido a la de un poste de concreto)**

La carga que hace que la columna falle en la dirección especificada por el fabricante, obtenida de acuerdo con los criterios especificados.

#### **Carga de Trabajo (Referido a la de un poste)**

Carga máxima para la estructura de la columna en condiciones normales de operación; se considera 10 cm desde el final en columnas de hormigón y metal y 30 cm en columnas de madera.

### **Conexión (Red de energía eléctrica de distribución Secundaria)**

Kits de entrega y unidades requeridas para la entrega; incluye derivaciones y cajas de derivación, tanto simples como de derivación, pudiendo conectarse directamente a alimentadores y/o derivaciones o cajas de salida.

### **Corriente de duración de Cortocircuito**

Es el valor debido a la corriente de salida producido en el punto de alimentación al detenerse la parte que corresponde a la participación de cese.

### **Corriente Nominal (In)**

El valor de la capacidad actual de corriente en condiciones nominales, que está relacionado con ciertos parámetros del dispositivo eléctrico.

### **Deflexión**

El desplazamiento experimentado por el extremo de la columna como resultado de la carga. Se mide perpendicular al eje de la columna en su posición de inicio.

### **Descarga Disruptiva (referida a un aislador)**

Es una descarga del tipo eléctrica por medio del aire diferenciada por la alineación de una o más chispas en las partes de metales con un voltaje inferior.

### **Deslumbramiento**

Disminución temporal de la visión; incomodidad causada por un brillo alto o de un fuerte contraste en el campo de la visibilidad.

## **Equipo**

Término empleado generalmente que logra incluir artefactos, materiales, accesorios, y equipos utilizados como una porción de o el conexionado de instalaciones eléctricas.

## **Flecha de un Conductor**

Distancia que existe entre una línea recta que pasa por el punto de fijación de la guía entre dos soportes inmediatos y el punto más bajo de la misma guía.

## **Flujo Luminoso ( $\Phi$ )**

Efecto en forma de luz emitida por una fuente de luz y evaluado en términos de eficiencia espectral relativa.

## **Intensidad de Corriente Admisible o Capacidad de Corriente**

Es la ampacidad que puede soportar un determinado cableado considerando ciertas características de funcionamiento.

## **Longitud de Fuga de un Aislador**

Distancia entre los fragmentos conductores medidos a lo largo del plano del aislador y se usa para probar el voltaje destructivo.

## **Luminaria**

Elemento para distribuir, filtrar o transformar la luz en luminarias; incluyéndose las piezas que son indispensables para asegurar y dar protección la lámpara y el conexionado a la toma de electricidad.

## **Neutro**

El punto común estelar en un sistema polifásico o un punto que normalmente tiene potencial cero en un sistema simétrico.

## **Nivel de Aislamiento**

Grupo de valores de voltaje que se utiliza para caracterizar el aislamiento de un material o dispositivo en términos de su capacidad para resistir la tensión dieléctrica sin ruptura, falla o perforación.

## **Pararrayos**

Dispositivos que sirven para proteger dispositivos y equipamiento eléctrico contra sobretensiones internas o externas. Limita la magnitud y la duración de la corriente continua de cortocircuito y evita que funcionen los interruptores automáticos o los interruptores.

## **Red de Alumbrado Público**

Conjunto de cables y/o hilos y sus accesorios para uso en instalaciones de alumbrado público destinados a la alimentación de alumbrado público y/o espacios públicos.

## **Red de Distribución Primaria**

Grupo de conductores o cableado y sus elementos instalados considerando accesorios, diseñados para trabajar con una tensión de distribución primaria normalizada, a partir de un sistema de generación o transmisión de energía eléctrica, y destinados a alimentar/conectar una o más estaciones de distribución; cubre todo, desde los terminales de salida del sistema de suministro hasta los terminales de entrada de la subestación de suministro.

## **Red de Distribución Secundaria**

Grupo de conductores, alambres o cableado y sus elementos de sujeción además de los accesorios, diseñados para operar en una tensión de distribución secundaria normalizada, a partir de un sistema de producción de electricidad o de un sistema primario de distribución, y destinados al suministro de electricidad a los abonados, incluida la red pública, alumbrado público y un servicio especializado.

## **Resistencia Electromecánica (Referida a la de un aislador)**

Bajo ciertas condiciones, cuando un aislador está sujeto tanto a esfuerzo mecánico como a tensión, el esfuerzo mecánico sobre el aislante deja de ejercer su efecto eléctrico o mecánico.

## **Sobrecarga**

Valor por encima de la capacidad de un material determinado.

## **Sobretensión**

Voltaje que se encuentra relacionado al tiempo entre fases y tierra o entre fases que tiene uno o más picos por encima del máximo valor que corresponde al voltaje máximo del equipo.

## **Sistema de Distribución Primaria**

Grupo de redes primarias de distribución, subestaciones y/o acometidas diseñadas para funcionar a la tensión nominal normalizada de la red descrita.

## **Subestación de Distribución**

Es un grupo de equipos incluyendo todos los edificios y elementos de control, seccionamiento, motorización, protección del lado primario y secundario

necesarios para su colocación, para convertir el voltaje nominal de la red primaria de distribución para la red secundaria de distribución.

### **Subestación de Distribución**

Grupo de dispositivos utilizados para transformar y/o distribuir electricidad, recibir energía eléctrica de una red eléctrica de distribución primaria y suministrarla a un subsistema de distribución secundaria, a un equipo de alumbrado público o a otra red de distribución primaria o a un usuario que suministre tensión a la red primaria o secundaria. distribución.

Esto generalmente incluye transformadores e interruptores de corriente del lado primario y secundario, equipos de protección y control y posiblemente los edificios en los que se encuentran.

### **Subestación Aérea**

El equipo es una estación transformadora externa montada en uno o más postes sobre el suelo.

### **Suministro**

El suministro eléctrico se realiza de acuerdo con el régimen establecido en la normativa eléctrica actual.

### **Tensión de Cortocircuito (Referido a la de un transformador) (u)**

Voltaje que se mide en devanado primario empleando frecuencia nominal cuando el devanado secundario se encuentra en cortocircuito y el devanado primario está registrando su respectiva cantidad nominal de corriente.

### **Tensión de Distribución Primaria**

Voltaje nominal al que operan las redes primarias de distribución.

### **Tensión de Distribución Secundaria**

Es la tensión nominal a la que manipulan las redes de distribución secundaria.

### **Tensión de Perforación (Referida a la de un aislador)**

El valor del voltaje a la frecuencia de funcionamiento, pero que, bajo ciertos parámetros, se genera una descarga destructiva en cualquier punto del aislador.

### **Tensión Máxima del Sistema**

Voltaje máximo efectivo en condiciones normales de funcionamiento en un determinado instante y parte del sistema eléctrico.

### **Tensión Máxima del Equipo ( $U_m$ )**

Voltaje efectivo más alta de los equipos o componentes instalados para los que está diseñado el aislamiento. Este voltaje es el valor máximo del voltaje máximo del sistema que el dispositivo puede usar.

### **Tensión no Disruptiva a la Frecuencia de Servicio**

El valor del voltaje de frecuencia de operación que se puede aplicar a una capa aislante bajo ciertas condiciones sin causar descarga destructiva o perforación.

### **Tensión no Disruptiva al Impulso**

El pico de la onda de choque puede, bajo ciertas condiciones, aplicarse a la capa aislante sin causar descargas disruptivas o perforación.

### **Tensión Nominal de un Sistema**

Es el voltaje efectivo del sistema de megafonía, según el cual se determinan algunas de sus propiedades operativas y aislantes. Para un sistema trifásico, la tensión de fase se considera como tal.

### **Usuario**

Persona física o jurídica que sea propietaria de un inmueble y esté en condiciones para emplear el suministro de electricidad que le corresponde.

### **Vano Gravante**

Es la longitud horizontal que se mide entre los extremos más bajos de la catenaria entre dos vanos adyacentes.

### **Vano Medio**

Resultado de la semisuma entre 2 vanos inmediatos.

## **CAPÍTULO III : MARCO METODOLÓGICO**

### **3.1. Tipo y Diseño de Investigación**

Es una investigación del tipo Aplicada, ya que se emplearán los conocimientos y bases teóricas de la ingeniería para poder darle solución al problema propuesto en este trabajo de suficiencia profesional.

Es una investigación Descriptiva, porque se empieza describiendo la situación actual del sistema eléctrico de la localidad Barrio El Bosque, para poder dimensionar las redes de distribución primaria y secundaria del sistema eléctrico, donde al final se especifique los materiales y equipos seleccionados, además de las variables en estudio.

Es una investigación Explicativa, debido a que permitirá analizar e interpretar el comportamiento para poder dar solución al problema.

### **3.2. Población y Muestra**

#### **3.2.1. Población**

La población que se estudiará serán todos los habitantes de la localidad Barrio El Bosque, con un total de 204 habitantes.

#### **3.2.2. Muestra**

La muestra de estudio será toda la población, ya que es un número con facilidad de manejo y porque es todo lo que forma parte de la localidad en estudio, es decir, de 204 habitantes.

### **3.3. Hipótesis**

Que potencia de energía eléctrica será suficiente para suministrar a la localidad Barrio El Bosque por medio de la ampliación de las redes de MT y BT del servicio de energía eléctrica.

### **3.4. Operacionalización de variables**

#### **3.4.1. Variable independiente**

Máxima demanda de energía eléctrica.

#### **3.4.2. Variable dependiente**

Ampliación de las redes de MT y BT del servicio de energía eléctrica.

Tabla 7: Cuadro de operacionalización de variables.

<b>Variable</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>UNIDADES</b>
<b>Independiente</b>  Máxima demanda de energía eléctrica.	Energía que puede consumir en un determinado tiempo una población en específico.	Se calcula de acuerdo a los equipos a utilizar por cada vivienda para luego multiplicar por el total y por un factor de simultaneidad para obtener la máxima demanda de energía.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Máxima demanda.</li> <li>- Población.</li> <li>- Energía consumida.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kilowatt (kW)</li> <li>- Viviendas</li> <li>- Kilowatt-hora (kWh)</li> </ul>
<b>Dependiente</b>  Ampliación de las redes de MT y BT del servicio de energía eléctrica	Elementos y equipos que forman parte del sistema eléctrico que suministrarán la máxima demanda.	Se diseña de acuerdo a la máxima demanda obtenida y de ciertos parámetros necesarios para su correcto funcionamiento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Voltaje.</li> <li>- Amperios.</li> <li>- Caída de tensión.</li> <li>- Potencia.</li> <li>- Factor de potencia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Voltio (V)</li> <li>- Amperios (A)</li> <li>- Voltio (V)</li> <li>- Kilowatt (kW)</li> <li>- Adimensional</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

### **3.1. Métodos y técnicas de investigación**

#### **Técnicas**

Se emplearon las siguientes técnicas:

#### **Revisión bibliográfica**

Es la técnica, que emplea un proceso intelectual, que permite extraer nociones del documento, para posteriormente representarlo y facilitar el acceso a los originales. (Sampieri, 2014, p.166). Se estudió reportes, informes, registros, encuestas, las que permitirán recolectar información detallada de la demanda de energía de cada vivienda.

#### **Observación**

Sirve para conocer aspectos externos de fenómenos, individuos, objetos, hechos, acciones, casos, etcétera; con la finalidad de lograr adquirir cierta información importante que servirá para un proyecto o indagación. La investigación se empleó para describir los equipos que emplean los usuarios en cada vivienda de la localidad Barrio El Bosque para poder determinar la máxima demanda.

### **3.2. Descripción de los instrumentos que se utilizaron**

#### **Instrumentos**

##### **Hoja de observación**

Sirve para representar la forma de como el investigador procedió a recopilar o tomar la información indispensable para lograr adquirir la solución a su objetivo planteado (Sampieri, 2014, p.166). Se empleó un determinado

documento que permitió resumir la información importante, para el correcto diseño de las redes de MT y BT del servicio de energía eléctrica a ampliar.

### **Ficha de Investigación**

Este tipo de instrumento se empleó para brindar información que pueda ser de mucha relevancia al momento de obtener los resultados, donde se puede destacar, las fichas técnicas, que vienen a ser archivos que detallan propiedades de cierto material o equipo. En el estudio se aplicó, con el objetivo de recopilar información, pudiendo ser empleada para la investigación o trabajo que se realiza y teorías relacionadas, que permitieron la obtención de las características técnicas para poder elaborar el proyecto en estudio.

### **3.3. Análisis estadístico e Interpretación de los datos**

Para realizar un correcto análisis de datos, se emplearon diferente software para poder dimensionar adecuadamente todas las redes de MT y BT para la localidad Barrio El Bosque, como el AutoCAD para la elaboración de los planos, Excel para el cálculo de parámetros, metrado y presupuesto, Word para el tipeado del presente proyecto.

## CAPÍTULO IV : PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

La propuesta que se maneja es la siguiente:

### 4.1. Ubicación

La localidad Barrio El Bosque se ubica en el distrito de Uchiza, provincia de Tocache, departamento de San Martín.

### 4.2. Relación de Localidades

Este proyecto beneficiará a la localidad Barrio El Bosque.

### 4.3. Población y Número de Viviendas

La población beneficiada por el presente proyecto asciende a 204 habitantes, con un total de 52 usuarios, entre usuarios domésticos, comerciales, usos generales e industriales.

Tabla 8: Población y número de lotes beneficiados.

Ítem	Localidad	Población	Servicio Particular	Cargas Especiales	Total, de Conexiones
1	Barrio el Bosque	204	51	1	52
<b>TOTAL</b>		<b>204</b>	<b>51</b>	<b>1</b>	<b>52</b>

Fuente: Elaboración propia.

### 4.4. Objetivo

El proyecto tuvo el objetivo central, ejecutar el suministro de electricidad de manera constante y segura, para una determinada localidad, que tuvo una población total de 204 personas, y un total de 52 Abonados Totales a ser electrificadas, manteniendo sus variables e indicadores de calidad de servicio eléctrico dentro de las tolerancias establecidas en las normas peruanas vigentes (NTCSER, CNE, etcétera).

## 4.5. Descripción

### Redes Primarias

Tabla 9: Características para las redes primarias.

<b>Localidad</b>	Barrio El Bosque
<b>Tensión Nominal</b>	22.9 kV
<b>Conductor</b>	Aleación de Aluminio (AAAC) de 35 mm <sup>2</sup> de sección.
<b>Estructuras</b>	Postes de concreto: 13/300 y 13/400 daN.  Cimentación: con solado de 10 cm y cimentación de concreto.
<b>Equipos de protección y maniobra</b>	Seccionador fusible tipo expulsión (Cut Out), 27/38 kV, 150 kV-BIL, 100 A.  Pararrayos de Oxido Metálico 21 kV, clase distribución, 10 kA y 15 KV, clase 10 kA  Tableros de distribución según metrado y especificaciones técnicas.
<b>Subestaciones de distribución</b>	02 subestaciones Trifásica 22.9/0.38-0.23kV, 60Hz y Vcc=4%.  - 37.5 KVA (01 unidad).  Sobrecarga: 15 % de la potencia nominal.
<b>Sistema de puesta a tierra</b>	Subestaciones y estructuras de seccionamiento, protección o medición: Electrodo(s) vertical(es) de puesta a tierra con buzones de puesta a tierra. Armado PAT-2 y PAT-1, respectivamente.  Accesorios de ferretería: puestos a tierra en todas las subestaciones y seccionamientos.  Límites máximos de resistencia de PAT:  - Subestaciones 3Ø de 37.5KVA: 25 Ohm.

Fuente: Elaboración propia.

## Redes Secundarias

Tabla 10: Características para las redes secundarias.

<b>Localidad</b>	Barrio El Bosque
<b>Tensión Nominal y Sistema</b>	Sistema 380-220V Neutro corrido con múltiple puesta a tierra.
<b>Número de conexiones</b>	111 conexiones aéreas.
<b>Altitud</b>	1000 m.s.n.m.
<b>Calificación Eléctrica Doméstica</b>	Tipo I: 400 W por conexión; 0.5 de factor de simultaneidad.
<b>Conductor</b>	Autoportante de aluminio con portante de aleación aluminio: - 3x35+16/25 mm <sup>2</sup> - 3x25+16/25 mm <sup>2</sup>
<b>Estructuras</b>	Postes de concreto 8/200 y 8/300 daN. Cimentación: con solado de 10 cm y cimentación de concreto. Prestaciones mecánicas optimizadas.
<b>Vano promedio</b>	Según distribución optimizada y aplicación de prestaciones electromecánicas de las estructuras: Vano promedio es de 35 metros.
<b>Sistema de puesta a tierra</b>	En las subestaciones: puesta a tierra común con la media tensión. Otras estructuras: Un electrodo vertical cada 200 m en promedio, con buzón de puesta a tierra. Tipo PAT-1 para poste de concreto. Límite máximo equivalente de la resistencia de PAT del sistema (sin incluir las puestas a tierra de la subestación) - Sistemas 380/220 V: 15 Ohm.
<b>Conexiones</b>	Aéreas, con medidor electrónico de energía activa monofásico 220V-10 A; cable concéntrico de cobre 2x4 mm <sup>2</sup> , caja portamedidor, interruptor termomagnético y accesorios. Uso de muretes de concreto.
<b>Alumbrado Público</b>	Lámparas de Vapor de Sodio de 50 W. Distribución según lo indicado en la Norma DGE/MEM para alumbrado de vías públicas en áreas rurales.

Fuente: Elaboración propia.

## CAPÍTULO V : ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

### 5.1. Desarrollo

#### 5.1.1. Mercado Eléctrico

##### Ubicación

La localidad beneficiada en este proyecto se encuentra ubicada en la Provincia de Tocache en el distrito de Uchiza. A continuación, se muestra la información de la localidad beneficiada georreferenciada.

Tabla 11: Localidad beneficiada

Distrito	Localidad	N° de Lotes	Coordenadas UTM WGS 84		En Área de Concesión
			Norte	Este	
Uchiza	Barrio el Bosque	52	9065346.4	338188.1	Si

Fuente: Elaboración propia.

##### Condiciones Climatológicas

Teniendo en cuenta algunas características del lugar de dominio del presente proyecto, se tomó como referencia la estación meteorológica Tananta del SENAMHI, ubicada en el distrito de Pólvora, dado que se ubica a una altura similar y pertenece al mismo departamento. Las principales características climáticas en el lugar de dominio del presente proyecto durante los años 2015- 2019 son:

- Máxima temperatura promedio al año : 30 °C
- Mínima temperatura promedio al año : 19,5 °C
- Precipitación media anual : 5,2 mm
- HR (Humedad Relativa) : 91,7%
- Nivel de contaminación : Ligero

Tabla 12: Información de la estación meteorológica.

Estación	Tipo	Entidad Operadora	Coordenadas		Altitud m.s.n.m.
			Latitud Sur	Longitud Oeste	
Tananta	Convencional	SENAMHI	8°6'54.86"	-76°34'49.77"	480

Fuente: SENAMHI

### Vías de Acceso

Para acceder a la zona de influencia del proyecto desde la capital de la República del Perú, primero se debe arribar a la ciudad de Tocache para luego continuar con el recorrido hacia los distritos de Uchiza y Shunte, por una carretera asfaltada.

Se puede acceder al sitio del proyecto a través de una variedad de caminos para carros y caminos de herradura:

Tabla 13: Información para el acceso de la localidad en estudio.

Desde	Hasta	Longitud (km)	Tiempo (HH:MM)	Tipo de Vía	Estado
Tocache	Uchiza	44.00	00:57	AS	Bueno
Uchiza	Barrio el Bosque	1.78	00:04	TC	Regular

Fuente: Elaboración propia (campo).

Donde:

AS: Asfaltada

AF: Afirmada

TC: Trocha carrozable

CH: Camino de Herradura

### Población Beneficiada

El proyecto beneficiará al Distrito 01, beneficiando a 204 vecinos con 52 conexiones de baja tensión.

Tabla 14: Población beneficiada.

Ítem	Localidad	Población	Servicio Particular	Cargas Especiales	Total, de Conexiones
1	Barrio el Bosque	204	51	01	52

Fuente: Elaboración propia.

### Máxima Demanda de Potencia

Se desarrolló un análisis de demanda para cuantificar la demanda eléctrica en las localidades contempladas en este proyecto.

El horizonte de tiempo máximo esperado de la demanda de electricidad para cada región en el área del proyecto es de 20 años.

Los resultados se muestran en los siguientes cuadros:

Tabla 15: Información resumida sobre la proyección de demanda de potencia (kW).

Localidad	Año 0	Año 5	Año 10	Año 15	Año 20
	2019	2024	2029	2034	2039
Barrio El Bosque	10,24	15,34	20,29	25,38	32,35

Fuente: Elaboración propia.

### Análisis de la oferta

Las localidades del proyecto, serán alimentados desde la subestación de potencia S.E. Tocache 138/22,9/13.2 kV, 7/7/2 MVA ONAN. Se cuenta con tres salidas (radiales) aéreas en 22,9 kV, ubicadas dentro de la subestación, las mismas que salen con cable subterráneo de las celdas hasta la primera estructura aérea ubicadas fuera de la subestación Los circuitos de salida son los siguientes:

- Alimentador 1 (Progreso) : Circuito T-06
- Alimentador 2 (Tocache) : Circuito T-05
- Alimentador 3 (Uchiza) : Circuito T-04

Diagnóstico

La Subestación se encuentra en buen estado de conservación.

Aterramiento

En lado Secundario en 22,9kV se encuentra aterrado físicamente a Tierra.

### Balance Oferta Demanda

Al determinar un balance sobre la demanda y oferta de la demanda existente, se espera que se logre cubrir por la oferta disponible del proyecto SE Tocache 138/22.9/13.2 kV, 7/7/2 MVA escala (20 años), resumida en la siguiente tabla:

Tabla 16: Brecha Oferta - Demanda SER Tocache

Descripción	2 019	2 024	2 029	2 034	2 039
	0	5	10	15	20
<b>Oferta Disponible</b>					
S.E. Tocache 138/22,9/10 kV, 7/7/2 MVA ONAN (1)	6 650	6 650	6 650	6 650	
S.E. Tocache 138/22,9/10 kV, 7/7/2 MVA ONAF (2)					8 313
<b>Oferta Total (kW)</b>	<b>6 650</b>	<b>6 650</b>	<b>6 650</b>	<b>6 650</b>	<b>8 313</b>
<b>Demanda en el Sistema Eléctrico</b>					
Alimentadores del Sistema Eléctrico Tocache (3)	3,346	3,957	4,727	5,507	6,293
S.E.R. Tocache IV Etapa (Proyectada)	95.00	100.81	108.17	117.59	127.50
Proyecto: <b>AMPLIACIÓN DEL SERVICIO DE ENERGIA ELECTRICA EN REDES MT Y BT EN LA LOCALIDAD BARRIO EL BOSQUE, DISTRITO DE UCHIZA, PROVINCIA DE TOCACHE, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN</b>	89.53	92.41	96.38	102.01	109.67
Proyectos Futuros (5)	347	409	487	567	647
<b>Demanda Total del Sistema (kW)</b>	<b>3,878</b>	<b>4,559</b>	<b>5,419</b>	<b>6,227</b>	<b>7,177</b>
<b>BRECHA OFERTA - DEMANDA - BARRA DE 22,9 kV (kW)</b>	<b>2,773</b>	<b>2,091</b>	<b>1,231</b>	<b>356</b>	<b>1135</b>

Fuente: Elaboración propia.

Notas:

(1) Información obtenida de los Diagramas Unifilares de Transmisión Secundaria de los Sistemas de Distribución Eléctrica al 31/07/2017 - Osinergmin.

(2) El transformador Existente de 7 MVA, se proyecta que para el año horizonte 17, tendría que operar en ONAF

(3) Máxima Demanda de los alimentadores T-04, T-05 y T-06. Fuente: Estudio del Plan de Inversiones 2017-2021 Osinergmin

(4) Máxima Demanda de las localidades consideradas del proyecto

Como se puede ver, en la Tabla 15, la demanda de potencia está garantizada por la oferta total existente en la S.E. Tocache.

### **5.1.2. Calificación Eléctrica**

Para la asignación de la calificación eléctrica se ha tenido en cuenta las disposiciones de la norma DGE sobre las Bases del diseño de redes secundarias con cableado autoportante, que menciona:

#### **Localidad tipo I**

Se dice de aquellas que pertenecen a capitales de distritos o Centros Poblados del tipo urbano y rurales, presentando una forma urbana ya definida, conformada por calles y plazas.

#### **Localidad tipo II**

Viviendas que se localizan en zonas rurales, sin una forma urbana definida o es nula. Dichas viviendas se localizan por lo general en los tramos de vías terrestres o alquerías de los dueños.

Del trabajo de campo realizado se pudo comprobar que las localidades materia del estudio se sitúan a lo largo de la carretera de la ruta Uchiza – Huacrachuco, por lo tanto, son localidades consideradas del Tipo II.

Para los usuarios Domésticos de las localidades de tipo II se ha determinado una calificación eléctrica de 400 W/lote.

Para el caso de usuarios Comerciales, se ha asignado una calificación eléctrica de 600 W/lote

Para el caso de iglesias, escuela primaria, escuela inicial o Pronoei, se ha asignado una calificación eléctrica de 500 W/lote.

Para el alumbrado público se ha considerado el uso de lámpara de vapor de sodio de 50 W.

### **5.1.3. Alcances**

El presente trabajo comprende el Diseño de Ampliación y Mejoramiento del Servicio de Energía Eléctrica como Redes Primarias Trifásicas Proyectadas en 22.9 KV, para el Sector de la localidad barrio el Bosque del Distrito de Uchiza, incluyendo las Redes Secundarias, así como de Redes Secundarias, incluyendo Luminarias de Alumbrado Público, retenidas y puestas a tierra para el distrito de Uchiza, manteniendo sus variables e indicadores de calidad de servicio eléctrico dentro de las tolerancias establecidas en las normas peruanas vigentes (NTCSER, CNE, etcétera)

### **5.1.4. Redes Primarias**

#### **Red Primaria para Barrio El Bosque:**

##### **a) Puntos de Alimentación:**

- El punto de alimentación en Media Tensión para las Redes Primaria del Barrio el Bosque está definido desde la estructura poste de C.A.C. 13/300 S/N cuya coordenada es 338202.7 E – 9065552.5 N (coordenadas UTM sistema WGS 84), Salida 1044, a nivel de tensión 13.2 kV.

##### **b) Red Primaria:**

- Suministro y también instalación de postes de C.A.C.13/300 y 13/400, soportes de la red aérea.
- Suministro e instalación de un transformador de distribución monofásico 440/220 v.

- Suministro e instalación de cable AAAC no aislado de 7 hilos rígido y de 35 mm<sup>2</sup> de sección para conectar la red principal a la proyección de la antena.
- La Subestación aérea mono poste proyectada, ha sido ubicado de acuerdo a los planos de replanteo presentado. Esta está conformada por el transformador y sus elementos de protección y seccionamiento, así como de un Tablero de Distribución.
- (01) suministro e instalación de transformador trifásico en baño de aceite, montado desde el exterior, 37,5 kVA, 1000 m.s.n.m. y factor de transformación 22,9/0,40-0,23 kV, con todos los elementos de protección y sección.
- Suministro e instalación de cables tipo NYY con tensión de trabajo de 1 kV y sección 3-1x35 mm<sup>2</sup>, que forman una conexión desde el lado secundario del transformador hasta el tablero de la subestación.

**c) Red Secundaria:**

- Suministro e instalación de postes de C.A.C.8/300 y 8/200, soportes de la red aérea.
- Suministro e instalación de conductor de auto soportado de 3x35+1x16/25 mm<sup>2</sup> y 3x25+1x16/25 mm<sup>2</sup>.
- Suministro e instalación Lámpara de Vapor de Sodio de Alta Presión de 50 w.
- Suministro e Instalación de Sistema de Puesta a Tierra.

Tabla 17: Longitud de las redes primarias.

Ítem	Descripción	Configuración	Sección del Conductor (mm <sup>2</sup> )	Longitud de Línea (m)
1	Barrio el Bosque	22,9 kV Trifásico	3 x 35mm <sup>2</sup>	260,00
<b>TOTAL</b>				<b>260,00</b>

Fuente: Elaboración propia.

#### d) Subestaciones de Distribución

La subestación proyectada es trifásica y monofásica, y la relación de transformación del transformador es de 22,9/0,38-0,23, como se muestra en la tabla:

Tabla 18: Transformador empleado en la localidad.

Ítem	Localidad	Transformador		Relación de transformador	Sistema 3φ
		25	37.5		
1	Barrio el Bosque	---	1	22.9/0.38-0.23 kV	Si

Fuente: Elaboración propia.

#### 5.1.5. De la Ingeniería de Detalle y del Replanteo

- Validación y aplicación de cálculos mecánicos de conductores obtenidos en estudios finales de ingeniería.
- Validar y aplicar las propiedades mecánicas de la estructura obtenidas en la ciencia final de la ingeniería en base a la distancia de seguridad, las distancias eléctricas y la resistencia mecánica de la propia estructura.
- Como resultado del examen del plano del sitio, se desarrolla el inventario estructural final.
- Determinar la cantidad final de materiales y equipos.
- Preparar el plan de tendido de cables, preparar la mesa de sujeción. La mesa de encuadernación también estará preparada si se utiliza una cadena colgante.

- Diseñar y calcular la cimentación según la situación real del terreno.
- Coordinación de protecciones, teniendo en cuenta las características de los fusibles (apertura), interruptores termomagnéticos y fusibles de baja tensión.
- Preparar un plan *tal como está construido*.
- Calculado en base a otras bases solicitadas por el propietario.

### **5.1.6. Características Eléctricas del Sistema**

#### **a) Nivel de tensión**

El nivel de voltaje actual del sistema eléctrico del proyecto es de 22.9 KV-3Ø, dicha forma o configuración logro permitir que el sistema de red primaria sea adecuado para el tamaño de carga del área del proyecto.

#### **b) Nivel de Aislamiento de la Red Primaria**

La Red Primaria y subestación de distribución estará ubicada en los 498 msnm. El mínimo nivel respecto al aislamiento del equipamiento eléctrico viene dado por los parámetros:

Voltaje nominal del sistema: 22,9 kV

Voltaje máximo de trabajo: 25,0 kV

Impulso de tensión soportada 1,2/50': 158,0 kVp

Tensión soportada a 60 Hz: 50,0 kV

Las distancias de fuga de los aisladores se eligen en base a las recomendaciones de la norma IEC 815 y son adecuadas para

múltiples tipos de contaminación. La distancia de fuga de fase a tierra está determinada mediante la fórmula siguiente:

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

Donde:

$L_{fuga}$  : Longitud de fuga fase-tierra requerida

$L_{f0}$  : Longitud de fuga unitaria en mm/kV $\phi$ - $\phi$

$U_{MAX}$  : Tensión Máxima de Servicio

$f_{ch}$ : Coeficiente para corregir altura

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

En un ambiente limpio, se debe considerar como mínimo la contaminación correspondiente a la luz, que es igual a la contaminación correspondiente a la línea de fuga de 16 mm/kV $\phi$ - $\phi$ . La zona del proyecto se caracteriza por estar alejada del mar, selva alta de mucha humedad, con altitud de 498 msnm, con habituales lluvias, lo que contribuye a la limpieza periódica de los aisladores. Así, para una tensión máxima de 25 kV, alcanzamos la línea de fuga total:

Hasta 497m: 374,9mm.

### c) Nivel de Aislamiento de Subestación de Distribución

- Al diseñar subestaciones, se tienen en cuenta las siguientes clases de aislamiento:
- Tensión nominal: 22,9 kV
- Tensión de mantenimiento de frecuencia actual: 40 kV
- Tensión de mantenimiento de impulsos 1,2/50  $\mu$ s (interna): 125 kV
- Tensión de mantenimiento de impulsos 1,2/50  $\mu$ s (externa): 150 kV

### 5.1.7. Características del Equipamiento

#### a) Red Primaria

##### **Postes, Ménsulas y Palomillas**

Se utilizan barras centrífugas de hormigón armado, que cumplen con las propiedades mecánicas especificadas en las especificaciones técnicas.

Las ménsulas instaladas son de concreto armado vibrado, con las dimensiones especificadas.

Las palomillas instaladas son de concreto armado vibrado, de acuerdo con las dimensiones establecidas.

Los accesorios metálicos para varillas y travesaños utilizados en redes más grandes incluyen: pasadores, tornillos mecanizados, cáncamos, arandelas, placas, placas en "J", varillas, etc.

##### **Conductor Aéreo**

El conductor utilizado es una aleación de aluminio; la definición de la sección del controlador tiene en cuenta:

- Corriente de cortocircuito.
- Esfuerzo mecánico.
- Potencia actual en modo normal.
- Disminuye el voltaje. Los dos primeros factores son determinantes para determinar la sección de 35 mm<sup>2</sup> como la sección preferida para el proyecto.

Los accesorios de cableado utilizados en la red primaria son: abrazaderas de armadura, abrazaderas de doble carril, cintas planas, cintas de amarre.

### **Aisladores**

Parte de la determinación del nivel de aislamiento de la red primaria es la selección de aisladores con base en la norma de la DGE Diseño Básico de Líneas Electrificadas Rurales y Redes Primarias con una tensión de 22.9 KV.

Se utilizan aisladores de porcelana tipo PIN 56-3 y aisladores de polímero de 25 KV. Los aisladores de clavija se instalan en estructuras de enrutamiento de línea y los aisladores de polímero se instalan en estructuras terminales con deflexión y demora significativas.

### **Puesta a Tierra**

La puesta a tierra consta de los siguientes elementos:

- Electrodo de acero cobreado de 2,4 m de diámetro 16 mm Ø - Conductor de cobre recocido para puesta a tierra.
- Sujetar y sujetar accesorios. - Tamizar o labrar la tierra. - La estructura segmentada dispone de puesta a tierra tipo PAT-1 (con pica de 2,40 m) de valor 19,34 Ω.
- Subestación de distribución: La subestación de distribución tiene dos hilos de tierra seleccionados de acuerdo a la resistencia, uno se conecta al terminal neutro de alta tensión y el otro se conecta al lateral y vaina del terminal neutro de baja tensión. Los electrodos son de 2,4 m y 16 mm Ø, la bajada de cobre es de 25 mm<sup>2</sup>, el pozo de tierra tiene

pozo de hormigón, la biela  $\varnothing$  16 mm y el conductor de cobre 25 mm<sup>2</sup> tienen conectores tipo AB.

- Las estructuras que no cumplan con lo anterior tendrán puesta a tierra PAT-1C (contrapeso) para la puesta a tierra de los herrajes metálicos que soportan los aisladores.

### **Material de Ferretería**

Todos los productos de acero, como tornillos, abrazaderas y soportes aislantes, están galvanizados en caliente para evitar la corrosión.

Las propiedades del tipo mecánicas para dichos elementos se han definido respecto a la base de las cargas que serán utilizadas.

## **5.1.8. Aspectos de Diseño Eléctrico**

### **5.1.8.1. Regulación de tensión**

Todo el sistema existente y la red troncal planificada se tienen en cuenta para el cálculo de la carga. De acuerdo con la normativa vigente, el límite de caída de tensión desde la salida del circuito principal al circuito primario del transformador de distribución se considera de  $\pm 5,0\%$  del voltaje nominal.

### **5.1.8.2. Nivel de aislamiento Requerido**

Para determinar el nivel de aislamiento según IEC 71-1 se tienen en cuenta los siguientes aspectos:

- Sobretensión en frecuencias industriales secas.
- Crecimiento atmosférico.
- Contaminación ambiental.

### **5.1.8.3. Sistema de protección**

El principal dispositivo para proteger el sistema es seccionador del tipo fusible o cut-out, empleando 4 unidades. Los cuales también se instalarán con el propósito de una mayor maniobrabilidad para trabajos de operación y mantenimiento.

El pararrayos empleado servirá para la protección de los transformadores y de los seccionamientos, con el fin de eludir flameos en los aisladores de las redes primarias, debido a sobretensiones provocadas a las descargas del tipo atmosféricas, que son indirectas. Por lo que se empleó pararrayos auto valvulares de clase distribución, de óxido metálico.

### **5.1.8.4. Nivel de aislamiento de los equipos**

- Nivel de aislamiento al impulso 1.2/50: 158 kVp
- Nivel de aislamiento a 60 Hz: 50 kVef

### **5.1.8.5. Nivel de cortocircuito**

Los equipos, dispositivos y demás accesorios seleccionados poseen la capacidad de aguantar los efectos mecánicos y térmicos debidos a las corrientes de cortocircuito que equivalen a 250 000 kVA, en un lapso de 0,2 segundos. Debido a lo mencionado, la mínima sección del cableado de AAAC debe ser de 35 mm<sup>2</sup>.

### **5.1.8.6. Sistema de puesta a tierra**

El SPT tuvo la finalidad de brindar protección a la red primaria del voltaje inducido debido a efectos del tipo atmosféricos o de rayos en las cercanías de la red primaria. Aquí la protección se dará por parte

del interruptor principal que se ha colocado en la celda de salida del cable alimentador.

Las SED, deben tener puesta a tierra del tipo PAT-2, porque así se logra generar una resistencia correcta en función a la potencia del transformador. Se obtiene un incremento considerable en la protección del transformador respecto a sobretensiones de índole ambiental, cuando el pararrayos se ubica lo más cercano posible a dicho equipo, y su contacto a tierra debe estar conexionado al tanque del mismo (Guía de aplicación de Pararrayos ANSI Std C62.22 1997).

De acuerdo al CNE, la sección mínima del conductor de puesta a tierra, es de 16 mm<sup>2</sup>, y debe ser un cableado de Cu, para el presente proyecto se empleó conductor de cobre de 25 mm<sup>2</sup>.

### **5.1.9. Aspectos de Diseño Mecánico**

#### **5.1.9.1. Cálculo Mecánico de Conductores**

El cableado eléctrico aéreo viene a ser cables desnudos hechos de AAAC (Aleación de Aluminio) y deben fabricarse de acuerdo a la normativa ASTM B398, ASTM B399 o IEC 1089. Sin agua salada ni contaminación industrial. En el cálculo de la caída de voltaje se especifica una sección AAAC de 35 mm<sup>2</sup>. El cálculo mecánico del conductor permite determinar las fuerzas máximas y mínimas del conductor entre las diversas hipótesis dadas, de modo que la estructura pueda diseñarse en consecuencia. En las tablas siguientes se detallan las propiedades de los conductores empleados:

Tabla 19: Características técnicas del conductor.

Nombre	Material	Sección (mm <sup>2</sup> )	Diámetro (mm)	Coefficiente de dilatación 1/°C	Masa Unitaria kg/m	Tiro de rotura (kN)	Módulo de elasticidad (kN/mm <sup>2</sup> )	Nº de hilos
AA 35 mm <sup>2</sup>	AAAC	35	7,5	0,000023	0,094	10,35	60,822	7

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20: Características técnicas de los conductores.

Formación	Resistencia del Conductor de Fase (ohm/km)		Resistencia del Conductor de Alumbrado Público (ohm/km)		Resistencia del Conductor neutro (ohm/km)		Reactancia Inductiva (ohm/km)		Factor de Caída de Tensión (K)		
	20° C	40° C	20° C	40° C	20° C	40° C	XL (3f)	XL (1f)	(380-220V)	(440-220)	220V (AP)
3x16+16/25	1,91	2,045	1,910	2,045	1,38	1,478	0,114	0,114	3,507	3,507	3,507
3x35+16/25	1,91	2,045	1,910	2,045	1,20	1,910	0,114	0,114	3,507	3,507	3,507
3x25+16/25	1,91	2,045	1,210	2,045	1,20	1,910	0,109	0,109	3,521	3,521	3,521

Fuente: Elaboración propia.

Para definir los requisitos previos para los cálculos mecánicos de los conductores se ha obtenido información del SENAMHI, del mapa eólico peruano y de la CNE y se han obtenido los siguientes valores:

Tabla 21: Selección de las características meteorológicas.

<b>Descripción</b>	<b>Mapa Eólico</b>	<b>CNE</b>	<b>Seleccionado</b>
Velocidad Máxima del viento	55 – 65 km/h	70 km/h	70 km/h
Temperatura mínima	-	-	5 °C
Temperatura máxima	-	-	30 °C

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, las Hipótesis de CMC se ha definido en:

Tabla 22: Hipótesis de Cálculo Mecánico de Conductores.

<b>Hipótesis</b>	<b>I Templado</b>	<b>II Máximo Esfuerzo</b>	<b>III Máxima Temperatura</b>
Temperatura (°C)	16	5	30 + 10 (Creep)
Velocidad del viento (km/h)	0	70	0
Esfuerzo del tipo de rotura (%)	18	40	40

Fuente: Elaboración propia.

El cálculo mecánico del cableado permitió calcular los máximos y mínimos esfuerzos del cableado considerando los diferentes estados de las hipótesis recomendadas, de manera que se logró un adecuado diseño de las estructuras de soporte para la red del tipo primaria.

Tabla 23: Resumen del presupuesto para el proyecto

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Redes Primarias</b>	<b>Redes Secundarias</b>	<b>Total</b>
A	Suministro de Materiales	S/. 35,672.63	S/. 28,177.63	S/. 63,850.26
B	Montaje Electromecánico	S/. 8,706.00	S/. 13,739.57	S/. 22,445.57
C	Transporte de Materiales	S/. 2,972.54	S/. 3,321.63	S/. 6,294.17
D	Costo Directo (CD)	S/. 47,351.17	S/. 45,238.83	S/. 92,590.00
E	Gastos Generales	S/. 6,671.75	S/. 6,374.13	S/. 13,045.88
F	Utilidades	-	-	-
G	Subtotal	S/. 54,022.92	S/. 51,612.96	S/. 105,635.88
H	IGV (18%)	S/. 8,523.21	S/. 8,142.99	S/. 16,666.20
I	Costo Total	S/. 62,546.13	S/. 59,755.94	S/. 122,302.08

Fuente: Elaboración propia.

## 5.2. Discusión de resultados

De acuerdo con Benites Chero (2020) quien en su investigación para el diseño de las redes de servicio eléctrico empleó conductor de Aleación de Aluminio con sección 50 mm<sup>2</sup>, conductor N2XSY sección 50 mm<sup>2</sup>, con postes de CAC 13 metros tipo 300/400 y 600, transformador de distribución de 75 kVA, aisladores del tipo pin polimérico y de suspensión, ferretería necesaria y adecuada para el armado definido. Seccionador CUT-OUT, sistema de puesta a tierra y sus respectivos anclajes para retenidas. En concordancia con el presente trabajo de suficiencia profesional, donde se seleccionó para emplear los postes de CAC 13/300 y 13/400, transformador de distribución de 37.5 kVA, algo menor debido a que la potencia a suministrar es menor, igualmente la sección del conductor de Aleación de Aluminio (AAAC) con sección de 35 mm<sup>2</sup>, recalcando nuevamente debido a que la potencia es menor. Determinando que para este tipo de redes de servicio eléctrico primarias es muy usado dichos materiales y equipos, los cuales varían dependiendo de la potencia a suministrar.

Con respecto al presupuesto del diseño del sistema de media tensión elaborado por Benites Chero (2020), el cual ascendía al monto de S/. 167,169.30, en comparación con el presente trabajo que asciende al monto de S/. 62,546.13, determinando que es más bajo debido a que la potencia es menor en relación con la del autor antes mencionado.

El autor Leyva Regalado (2016) en su trabajo de suficiencia obtuvo una demanda de 56.98 kW para la localidad de Cochalan, donde su proyección de 20 años, la demanda máxima aumenta a 66.53 kW, considerando 146

abonados con 9 cargas especiales. Para la localidad de Angash asciende a una demanda de 39.07 kW, donde al considerar una proyección de 20 años, la máxima demanda aumentará a 45.62 kW, donde se consideraron a 64 abonados y 10 cargas especiales. Donde con respecto al presente trabajo, que tiene una máxima demanda de 10 kW, luego de 20 años de proyección. Cabe resaltar, que dicho resultado es menor en comparación con la del autor Leyva Regalado (2016) porque el número es menor con respecto a la localidad de Cochalan y Angash, al igual que las cargas especiales. Dando a entender que los resultados son adecuados y correctos.

Con respecto al presupuesto de las redes primarias, el autor Leyva Regalado (2016) obtuvo un monto de S/. 261,792.16 y para la redes secundarias un monto de S/. 469,275.58, sumando un presupuesto total de S/. 731,067.74. En comparación con el presupuesto obtenido en el presente trabajo de suficiencia profesional, el cual asciende al monto de S/. 62,546.13 para la red primaria y de S/. 59,755.94, sumando un total de S/. 122,302.08. Esto es correcto, ya que la máxima demanda de la localidad Barrio El Bosque es menor en relación a la obtenida con las localidades de Cochalan y Angash.

## CAPÍTULO VI : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. Conclusiones

- Para poder determinar la máxima demanda de la localidad Barrio El Bosque, considerando 20 años de proyección, se tuvieron en consideración a 51 abonados domésticos y 1 carga especial, sumando una máxima demanda total de 37.5 kVA para el año 20, es decir, para el 2039.
- La Red Primaria tendrá como sitio de alimentación desde la distribución poste de CAC 13/300 S/N con coordenadas 338202.7E – 906552.5N (coordenadas UTM, sistema WGS 84), salida 1044, tensión en 22.9 kV, postes de CAC 13/300 y 13/400, transformador trifásico en baño de aceite con montaje exterior de 37.5 kVA a 1000 msnm con relación de transformación 22.9/0.4-0.23 kV con los elementos de protección y seccionamiento que le corresponden, conductor AAAC desnudo cableado 7 hilos con temple duro, de 35 mm<sup>2</sup>, cable NYY con 1 kV de tensión de servicio, 1 – 1x35mm<sup>2</sup>.

Para la Red Secundaria se tendrán postes de CAC 8/300 y 8/200, red aérea, conductor autosoportado de 3x35 + 1x16/25mm<sup>2</sup> y 3x25 + 1x16/25mm<sup>2</sup>, con su respectivo suministro del sistema de puesta a tierra.

- El presupuesto para la Red Primaria asciende al monto de S/. 62,546.13 y para la Red Secundaria al monto de S/. 59,755.94, lo que suma una inversión total de S/. 122,302.08, donde se ha considerado el suministro de materiales, montaje electromecánico, transporte de materiales, costo directo, gastos generales, utilidades e IGV.

## **6.2. Recomendaciones**

- Tener en consideración toda la información pertinente para elaborar un adecuado diseño de las redes de MT y BT, siempre considerando la normativa actual vigente.
- Realizar un correcto cálculo para el conductor, determinando la caída de tensión para así seleccionar el adecuado conductor estableciendo un presupuesto concreto y correcto, evitando de ese modo el sobredimensionamiento de equipos y conductores.
- El presupuesto se debe evaluar en concordancia con los precios vigentes, ya que considerando que la inflación año tras año aumenta, los precios por ende tienden a variar, es decir, a tener un aumento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altaabaja. (2022). *De Alta a Baja Tensión*. Retrieved 15 de mayo de 2022, from Líneas aéreas y subterráneas BT: [http://altaabaja.blogspot.com/p/blog-page\\_16.html](http://altaabaja.blogspot.com/p/blog-page_16.html)
- Benites Chero, J. G. (2020). *Optimización del Sistema Eléctrico en Media Tensión por calidad de servicio, cambio de sistema Bifásico a Trifásico, mediante sistema convencional Caserío Santo Tomas*. Lambayeque: Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica - UNPRG.
- Capera Romero, C. X. (2021). *Diseño de Redes de Media y Baja Tensión en la empresa "Energizando, Ingeniería y Construcción"*. Repositorio de la Universidad de Antioquia.
- Dirección General de Electricidad. (2008). *Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos Rurales (NTCSER) - Resolución Directoral N° 016 - 2008 - EM/DGE*. Lima: DGE.
- Duque Posada, B. S. (2016). *Diseño de Red Eléctrica de distribución secundaria (Baja Tensión) para un sector de 250 viviendas Corales - Cuba*. Pereira - Risaralda: Universidad Tecnológica de Pereira, Programa de Tecnología Eléctrica.
- Espinoza Surco, N. M., & Beltrán Palomino, J. J. (2016). *Mejoramiento del Sistema Eléctrico de la Ciudad de Puerto Maldonado en Media Tensión*. Cusco: Facultad de Ingeniería Eléctrica, Electrónica Informática y Mecánica - UNSAAC.

- González González, E. F., Morante Benavides, J. A., & Vicuña Terán, W. F. (2015). *Estudio de un Sistema de Dsistribución y Acometidas en Baja Tensión*. Repositorio de la Universidad Politécnica Salesiana.
- Leyva Regalado, D. J. (2016). *Remodelación y Ampliación de la Electrificación en los Centros Poblados de Cochalan y Angash del distrito de San José del Ato de la provincia de Jaén, departamento de Cajamarca*. Lambayeque: Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica - UNPRG.
- MINEM - Diario El Peruano. (2009). *R.M. N° 074-2009-MEM/DM*. Lima: MINEM .
- Ministerio de Energía y Minas MINEM - Dirección General de Electricidad. (2011). *Código Nacional de Electricidad (Suministro 2011)*. Lima: Dirección General de Electricidad.
- Ministerio de Energía y Minas, Dirección General de Electricidad. (2003). *Norma DGE "Bases para el diseño de líneas y redes secundarias con conductores autoportantes para electrificación rural"*. Lima: Ministerio de Energía y Minas, Dirección General de Electricidad.
- Rioja Lora, J. A. (2019). *Ampliación de redes secundarias 440/220V y conexiones domiciliarias de los sectores Vallejos y Sandoval del Caserío Briceño, Distrito de Motupe - Lambayeque*. Repositorio de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Sampieri. (2014, p.166). *Metodología de la investigación* . Mc Drill Hill Education: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

Zavaleta Ibañez, A. (2016). *Proyecto de Electrificación Rural del Caserío José Olaya, distrito de Mache, Provincia de Otuzco, departamento de La Libertad*. Trujillo: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Mecánica Eléctrica.

## **ANEXOS**



**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA**  
**DECANATO**



**ACTA DE SUSTENTACION VIRTUAL N°063-2022-FIME**



En la ciudad de Lambayeque, siendo las 10:00 a.m. del día viernes 18 de diciembre de 2022. Se reunieron vía plataforma virtual <http://meet.google.com/ain-uchz-pue>, los miembros del jurado, designados mediante Resolución N°220-2022-D-VIRTUAL-FIME, de fecha 16 de noviembre de 2022, con la finalidad de Evaluar y Calificar la sustentación de la Trabajo de Suficiencia Profesional, conformado por los siguientes catedráticos:

**Dr. Ing. ANIBAL JESÚS SALAZAR MENDOZA**  
**M.Sc. Ing. OSCAR MÉNDEZ CRUZ**  
**ING. TEOBALDO EDGAR JULCA OROZCO**  
**ING. NÉSTOR DANIEL PUYEN MATEO**

**PRESIDENTE**  
**SECRETARIO**  
**MIEMBRO**  
**ASESOR**

Se recibió la Trabajo de Suficiencia Profesional titulada:

**“DISEÑO DEL SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN REDES DE MT Y BT EN LA LOCALIDAD BARRIO EL BOSQUE, DISTRITO DE UCHIZA, PROVINCIA DE TOCACHE, DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”**

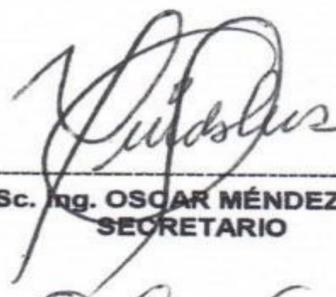
Presentada y sustentada por su autor, Bachiller: **CHANAME TORRES MARCO ANTONIO.**

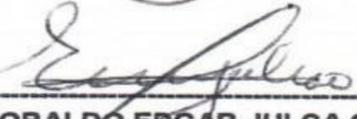
Finalizada la sustentación virtual del Trabajo de Suficiencia Profesional, el sustentante respondió las preguntas y observaciones de los miembros del jurado examinador, quienes procedieron a deliberar y acordaron otorgar el calificativo de **APROBADO**, Nota (15) en la escala vigesimal, mención **REGULAR**.

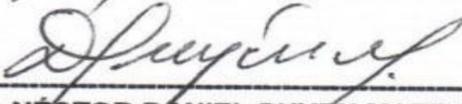
Quedando el sustentante apto para obtener el Título profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, de acuerdo a la Ley Universitaria 30220 y la normatividad vigente, de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 11:00 a.m. del mismo día se da por concluido el acto académico, firmando la presente acta el jurado respectivo:

  
Dr. Ing. ANIBAL JESÚS SALAZAR MENDOZA  
PRESIDENTE

  
M.Sc. Ing. OSCAR MÉNDEZ CRUZ  
SECRETARIO

  
ING. TEOBALDO EDGAR JULCA OROZCO  
MIEMBRO

  
ING. NÉSTOR DANIEL PUYEN MATEO  
ASESOR



Lambayeque, 28 de octubre del 2022

Señor:

**Dr. Ing. Aníbal Salazar Mendoza**

Director de la Unidad de Investigación FIME.

Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo Lambayeque.

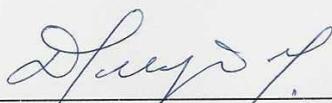
Asunto: **Informa sobre conformidad del tema de Trabajo de Suficiencia Profesional de Marco Antonio Chanamé Torres**

Es grato dirigirme a usted para saludarlo y al mismo tiempo comunicarle que en mi calidad de Asesor, luego de haber revisado el informe final del Trabajo de Suficiencia Profesional titulada: **“DISEÑO DEL SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN REDES DE MT Y BT EN LA LOCALIDAD BARRIO EL BOSQUE, DISTRITO DE UCHIZA, PROVINCIA DE TOCACHE, DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”**, subsanadas las observaciones por parte del bachiller **Marco Antonio Chanamé Torres**, **se encuentra apto para la sustentación respectiva** previo el trámite correspondiente.

Asimismo, se ha realizado la revisión de similitud en el software TURNITIN alcanzando un porcentaje de similitud del 20 %, que según nuestra reglamentación de investigación es aceptable.

Sin otro particular me despido.

Atentamente



Ing Néstor Daniel Puyen Mateo

DOCENTE FIME-UNPRG

**ASESOR**

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	9%
2	<b>repositorio.unprg.edu.pe</b> Fuente de Internet	1%
3	<b>repositorio.uncp.edu.pe</b> Fuente de Internet	1%
4	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	1%
5	<b>repositorio.unp.edu.pe</b> Fuente de Internet	1%
6	<b>vsip.info</b> Fuente de Internet	1%
7	<b>repositorio.unap.edu.pe</b> Fuente de Internet	1%
8	<b>Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo</b> Trabajo del estudiante	<1%
9	<b>alicia.concytec.gob.pe</b> Fuente de Internet	





## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Marco Antonio Chaname Torres  
Título del ejercicio: avance 1  
Título de la entrega: Final  
Nombre del archivo: TSP\_MARCO\_CHANAME\_10-8-22.pdf  
Tamaño del archivo: 21.39M  
Total páginas: 158  
Total de palabras: 37,779  
Total de caracteres: 159,459  
Fecha de entrega: 29-sept.-2022 10:09p. m. (UTC-0500)  
Identificador de la entre... 1912656839



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
"PEDRO RUIZ GALLO"**



Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL  
EXTRAORDINARIA, GRUPO B AÑO 2013

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para Optar el Título Profesional de  
**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**"DISEÑO DEL SERVICIO DE ENERGÍA  
ELÉCTRICA EN REDES DE MT Y BT EN LA  
LOCALIDAD BARRIO EL BOSQUE, DISTRITO  
DE UCHIZA, PROVINCIA DE TOCACHE,  
DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN"**

Presentado Por:  
**Bach. Marco Antonio Chanamé Torres**

Asesor:  
**Ing. Msc. Néstor Daniel Puyen Mateo**  
LAMBAYEQUE - PERÚ  
2022



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



**CONSTANCIA DE SIMILITUD**

**Nº 008-2023-VIRTUAL-UINV-FIME**

EL DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO, HACE CONSTAR:

Que, el Bachiller: **CHANAMÉ TORRES MARCO ANTONIO**, de la escuela profesional de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, ha cumplido con presentar la **SIMILITUD DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS (TURNITIN)**; como requisito indispensable para la sustentación de la tesis; según detalle:

- TITULO DE LA TESIS:

**“DISEÑO DEL SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN REDES DE MT Y BT EN LA LOCALIDAD BARRIO EL BOSQUE, DISTRITO DE UCHIZA, PROVINCIA DE TOCACHE, DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”**

- INDICE DE SIMILITUD: **20%**

- ASESOR: **ING. NÉSTOR DANIEL PUYEN MATEO.**

Se expide la presente, para la tramitación del Título Profesional; dispuesto en la **Directiva para la evaluación de originalidad de los documentos académicos, de investigación formativa y para la obtención de Grados y títulos de la UNPRG.**

Lambayeque, 26 de enero del 2023

Atentamente,

Dr. Aníbal Jesús Salazar Mendoza  
Director de la Unidad de Investigación FIME