



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja.

**Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No
Renovables**

Carrera de Ingeniería Electromecánica

**Diseño de proyección de red eléctrica monofásica conectada a la
red para el barrio Las Cochas del cantón Puyango empleando
paneles fotovoltaicos para el alumbrado público.**

Trabajo de Titulación previo a la
obtención del título de Ingeniero
Electromecánico.

AUTOR:

Santiago Emmanuel Berrú Rosario.

DIRECTOR:

Ing. Julio Roberto Gómez Peña, Mg.Sc.

LOJA – ECUADOR.

2022.

Educamos para Transformar

Certificación

Loja 09 de septiembre de 2022

Ing. Julio Roberto Gómez Peña, Mg.Sc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **Diseño de proyección de red eléctrica monofásica conectada a la red para el barrio Las Cochas del cantón Puyango empleando paneles fotovoltaicos para el alumbrado público**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Electromecánico**, de la autoría del estudiante **Santiago Emmanuel Berru Rosario**, con **cedula de identidad Nro 1106028424**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto autorizo su presentación y posterior sustentación y defensa.

Ing. Julio Roberto Gómez Peña, Mg.Sc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Autoría

Yo, **Santiago Emmanuel Berrú Rosario**, declaro ser autor del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi Trabajo de Titulación en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

Firma:

Cédula: 1106028424

Fecha: Loja, 5 de diciembre del 2022

Correo electrónico: santiago.berru@unl.edu.ec

Teléfono: 0968862429

Carta de autorización por parte del autor, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo del Trabajo de Titulación.

Yo, **Santiago Emmanuel Berru Rosario**, declaro ser autor del Trabajo de Titulación denominado: **Diseño de proyección de red eléctrica monofásica conectada a la red para el barrio Las Cochas del cantón Puyango empleando paneles fotovoltaicos para el alumbrado público**, como requisito para optar al grado de **Ingeniero Electromecánico**; autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los cinco días del mes de diciembre del dos mil veintidós.

Firma:

Autor: Santiago Emmanuel Berru Rosario

Cédula de identidad: 1106028424

Dirección: Loja, (Ciudadela Zarzas 1)

Correo electrónico: santiago.berru@unl.edu.ec

Teléfono: 0968862429

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director del Trabajo de Titulación: Ing. Julio Roberto Gómez Peña, Mg. Sc

Dedicatoria

Dedico este trabajo de grado en primer lugar a Dios todopoderoso quien me dio la oportunidad de experimentar esta vida terrenal, llena de experiencias que me han permitido crecer como ser humano.

A mis padres, por haberme formado como un hombre de bien y brindarme educación y amor en todo momento.

A mis amigos, por estar a mi lado prestándome su apoyo y su amistad.

Santiago Emmanuel Berru Rosario.

Agradecimiento

A Dios, por permitirme existir, por permanecer a mí lado en cada etapa de mi vida, fortaleciéndome, llenándome de aprendizajes y rodeándome de personas que me han ayudado a valorar la vida y todo aquello creado por él.

A mis padres, por ser el vehículo para experimentar el verdadero amor, aquel que es capaz de nutrir el alma y promover la siembra de valores en mi ser, para cultivarme como un buen ciudadano, como una persona con expectativas de vida que contribuyan a formarme profesionalmente superando exitosamente los obstáculos de la vida.

A mis amigos, por acompañarme en el logro de esta meta, dándome palabras de aliento y motivación.

A los docentes, que a lo largo de mi carrera universitaria me dotaron de conocimientos valiosos para formarme como un profesional bien capacitado, para hacer frente a los retos del futuro en el campo laboral de manera exitoso.

A mi tutor, Ing. Julio Roberto Gómez por asesorarme de manera oportuna cuando lo he requerido, para desarrollar de manera óptima este trabajo de grado. Gracias por su tiempo y por compartir sus conocimientos.

A la Universidad de Loja, mi casa de estudios, por abrirme sus puertas para formarme como un buen profesional que contribuya con el desarrollo y crecimiento de mi país.

Santiago Emmanuel Berru Rosario

Índice de contenidos

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de contenidos	vii
Índice de tablas:	xi
Índice de figuras:.....	xiii
Índice de Anexos:	xv
1. Título	1
2. Resumen	2
2.1 Abstract	3
3. Introducción	4
➤ Objetivos	5
Objetivo General.....	5
Objetivos Específicos	5
4. Marco Teórico	6
4.1. El sistema de distribución.....	6
4.1.2. Características generales de las redes de distribución.	7
4.1.3 Partes componentes de un sistema de potencia.	7
4.1.4. Circuitos primarios y secundarios. Características.	9
4.1.5. Clasificación de red de distribución eléctrica.	9
4.1.4. Clasificación de los sistemas de distribución de acuerdo a su construcción.....	10
4.1.4.1. Redes de distribución aéreas.....	10
4.1.4.2 Redes de distribución subterráneas.....	15

4.1.5. Sistemas de Alumbrado público: componentes y tipos	16
4.1.5.1 Partes de una luminaria alumbrado público.	16
4.1.5.2 Tipos de luminarias.	17
4.1.6. Energía solar.	17
4.1.6.1. Alumbrado público solar.	18
4.1.7. Norma Ecuatoriana de la construcción.	19
4.1.7.1 Estudio de demanda y factor de demanda	19
4.1.7.2. Clasificación de las viviendas según el área de construcción	20
4.1.7.3. Cargas especiales.	20
4.2. Normativa Técnica de la EERSSA para el diseño de redes eléctricas urbanas y rurales	21
4.2.1 Criterios de diseño	21
4.2.1.1. Nivel de aislamiento.	21
4.2.1.2. Demanda Máxima Unitaria Proyectada, urbanizaciones, lotizaciones y proyectos rurales.	21
4.2.1.3. Demanda Máxima Proyectada, Urbanizaciones, Lotizaciones y proyectos rurales.	22
4.2.1.4. Demanda Máxima Total de Diseño (DMD).....	22
4.2.1.5. Capacidad de los transformadores. Transformadores para Proyectos de Urbanizaciones, Lotizaciones y proyectos rurales.	22
4.2.1.6. Cálculo de caída de tensión.	23
4.2.1.7. Caída de tensión admisible para–Red Primaria.	24
4.2.1.8. Caída de tensión admisible para–Red Secundaria.	24
4.2.2. Diseño de líneas y redes aéreas para media tensión.	24
4.2.2.1 Diseño eléctrico.	24
4.2.2.2. Determinación del conductor.....	25
4.2.2.3 Protecciones.....	25

4.2.2.4 Vano vs. tipo de estructura	25
4.2.2.5. Amortiguadores	26
4.2.3 Redes aéreas para baja tensión y acometidas	26
4.2.3.1 Conductores.....	26
4.2.3.2. Red de baja tensión.....	27
4.2.3.3 Acometidas.....	27
4.2.3.4. Alumbrado público.....	27
4.2.3.5 Propósito del alumbrado público.....	28
4.2.3.6 Alumbrado de Vías.....	29
4.2.3.7 Vías para tráfico motorizado.....	29
4.2.3.8. Vías para tráfico peatonal.....	32
4.2.3.9. Parámetros fotométricos para tráfico peatonal	32
4.2.4. Medición.....	33
4.2.5. Puestas a tierra.....	34
4.2.6. Tensores, postes de hormigón armado y misceláneos.....	34
4.2.6.1. Tensores.....	34
4.2.6.2. Postes.....	35
4.2.6.3. Misceláneos	35
4.3. Homologación de las unidades de propiedad (UP) y unidades de construcción (UC) del sistema de distribución eléctrica.....	36
4.3.1. Postes.....	36
4.3.2. Transformadores.....	36
4.3.3. Alumbrado Público.....	36
4.3.4. Estructuras en Redes Aéreas de distribución.....	36
4.3.5. Medidores de Energía Eléctrica.....	37
4.3.6. Estructura del identificador nemotécnico de las unidades de propiedad y de construcción. Unidades de propiedad	37

4.3.6.1. Primer campo.....	37
4.3.6.2. Segundo campo:	37
5. Metodología.....	39
5.1. Materiales	39
5.2. Métodos	39
6. Resultados.....	41
6.1 Levantamiento de información de la red existente.....	41
6.1.1. Red de media tensión.....	41
6.1.2. Transformadores.....	41
6.1.3. Red de Baja Tensión.....	43
6.1.4. Alumbrado Público.....	44
6.2. Diseño de la proyección de red eléctrica monofásica en el barrio Las Cochas	45
6.2.1. Diseño de la red de media tensión.	45
6.2.2. Dimensionamiento de Transformadores.....	46
6.2.3. Diseño de la red de baja tensión.	47
6.2.4. Acometidas y Medidores de energía.	49
6.3. Diseñar el alumbrado público aislado a la red mediante la implementación de paneles fotovoltaicos.....	49
6.4. Presupuesto de materiales.....	51
7. Discusión	54
8. Conclusiones	55
9. Recomendaciones	56
10. Bibliografía	57
11. Anexos.....	58

Índice de tablas:

Tabla 1. Clasificación de las viviendas según el área de construcción.....	20
Tabla 2. Potencias de placa de cargas especiales.....	20
Tabla 3. Nivel de aislamiento.	21
Tabla 4. Sector Urbano.	21
Tabla 5. Sector Rural.	22
Tabla 6. Factor de Sobrecarga.....	23
Tabla 7. Factor de caída de Tensión (FDV) MT.....	23
Tabla 8. Factor de caída de Tensión (FDV) BT.....	24
Tabla 9. Tipo de estructura a utilizar en MT.....	26
Tabla 10. Tipo de amortiguador a utilizar en MT.....	26
Tabla 11. Clases de alumbrado para diferentes tipos de vías públicas.	29
Tabla 12. Criterios admitidos para la selección del tipo de vía.	30
Tabla 13. Luminancia de calzada para tráfico motorizado.	31
Tabla 14. Valores mínimos de iluminancia promedio (lx) en vías motorizadas.....	31
Tabla 15. Características de la superficie.....	31
Tabla 16. Clases de iluminación para diferentes tipos de vías en áreas peatonales y de ciclistas.....	32
Tabla 17. Requisitos mínimos de iluminación para tráfico peatonal.	32
Tabla 18. Denominación de las unidades de propiedad UP. GRUPO	37
Tabla 19. Denominación de las unidades de propiedad UP. NIVEL DE VOLTAJE.....	38
Tabla 20. Materiales utilizados en el desarrollo del Proyecto de Grado.....	39
Tabla 21. Cálculo de la demanda máxima con 68 usuarios de la red existente.	42
Tabla 22. Cálculo de las caídas de tensión BT, red existente.	44
Tabla 23. Caídas de tensión en MT de la red proyectada.	45
Tabla 24. Dimensionamiento de los transformadores.....	46
Tabla 25. Caídas de tensión del circuito de BT del transformador CT1.....	48

Tabla 26. Ficha técnica luminaria solar LEDEX 6000k.	50
Tabla 27. Presupuesto de materiales.	52

Índice de figuras:

Figura 1. Sistema de distribución.	6
Figura 2. Sistema de distribución eléctrica.	7
Figura 3. Poste de subtransmisión 69 kV.	8
Figura 4. Subestación Obra pía Loja.	9
Figura 5. Poste de HC (hormigón armado circular) de 12m en baja tensión.....	11
Figura 6. Conductor desnudo cableado aluminio acero ACSR 1/0 AWG, 7 hilos.....	11
Figura 7. Cruceta de acero galvanizado de perfil tipo “L”.	12
Figura 8. Aislador espiga (pin) porcelana con radio de transferencia clase ANSI 55-5. 15 kV.....	12
Figura 9. Abrazaderas de tres pernos fabricadas en acero laminado galvanizado.....	13
Figura 10. Seccionador fusible de cerámica 15 kV, 100A.	13
Figura 11. Transformador monofásico de 15kVA.....	14
Figura 12. Tensor en media tensión.....	14
Figura 13. Varilla y conector copperweld.	15
Figura 14. Medidor marca Star Clase 100, 13A.	15
Figura 15. Iluminación led para autopistas.	16
Figura 16. Luminaria de Sodio cerrada 70w Na/C.	17
Figura 17. Luminaria Elexor 120W.	17
Figura 18. Proyecto fotovoltaico Santa Rosa.....	18
Figura 19. Luminaria solar SunStay.	19
Figura 20. Disposiciones para luminarias.	33
Figura 21. Red en media tensión existente en la zona.	41
Figura 22. Transformador existente en la zona en estudio.	42
Figura 23. Luminaria marca Celsa de 100 W autocontrolada.	45
Figura 24. Mapa solar del Ecuador.....	49
Figura 25. Luminaria marca LEDEX ALL IN ONE.	50

Figura 26. Diseño de Alumbrado público barrio Las Cochas (Colores Falsos).51

Índice de Anexos:

Anexo 1. Planos de red existente y diseño de la nueva red.	58
Plano 1 de 2	589
Plano 2 de 2.....	60
Anexo 2. Cargabilidad del transformador existente.	61
Anexo 3. Cálculo de las caídas de tensión en BT de la red existente.....	62
Anexo 4. Cálculo de las caídas de tensión en MT de la red proyectada.....	63
Anexo 5. Dimensionamiento de transformadores monofásicos.	64
Anexo 6. Cálculo de las caídas de tensión en BT de la red proyectada.	65
Anexo 7. Fotometría de la luminaria solar LEDEX 80w.	66
Anexo 8. Presupuesto de materiales.	67
Anexo 9. Certificación de traducción de resume.....	68

1. Título

Diseño de proyección de red eléctrica monofásica conectada a la red para el barrio Las Cochas del cantón Puyango empleando paneles fotovoltaicos para el alumbrado público.

2. Resumen

En este diseño, se inicia con el levantamiento de información de las redes construidas en el sector, en el que se analiza la configuración de red existente, y como están distribuidas las estructuras, para este estudio también se utiliza la herramienta de la Empresa Eléctrica Regional del Sur (EERSSA), como es el SIG (Sistema de información geográfica), el cual permite conocer información acerca de los transformadores, potencia de las luminarias de sodio, voltajes de línea, red proyectada entre otros.

Para realizar el diseño de la red y proyección hacia los rincones del sector se realiza un replanteo de estructuras en base a la información levantada y de acuerdo a los predios de los usuarios del sector. Cabe recalcar que, para el dimensionamiento de transformadores, seccionadores, estructuras y más elementos que componen el sistema, se basa en las NORMAS TÉCNICAS PARA EL DISEÑO DE REDES ELÉCTRICAS URBANAS Y RURALES de la EERSSA, con mención en redes eléctricas rurales. El diseño contará con el tendido de conductor de alrededor de 1km lineal por todo el sector, y calibre # 2 ACSR para MT y BT respectivamente.

Para seleccionar correctamente una luminaria en este caso solar, se elabora un estudio lumínico para determinar si las especificaciones de la luminaria cumplen satisfactoriamente con las normativas dispuestas por los organismos reguladores de alumbrado público, este cálculo se elabora con la ayuda del software Dialux®, y se puede manifestar que la luminaria solar LEDEX se puede implementar en este diseño.

Palabras Claves: red eléctrica monofásica, red eléctrica, paneles fotovoltaicos, alumbrado públicos.

2.1 Abstract

This design is started by gathering information of the networks built in the area in which is analyzed the existing network configuration, and how the structures are distributed. For this study, the tool of Empresa Eléctrica Regional del Sur (EERSSA) is also used, as it is the GIS (Geographic Information System) which provides information about transformers, power of sodium luminaires, line voltages, projected network, among others.

To carry out the network design and projection towards the corners of the area, a reconsideration of structures is implemented based on the information gathered and according to the properties of the users of the area. It is important to emphasize that the sizing of transformers, disconnectors, structures and other elements that make up the system, it is based on the TECHNICAL STANDARDS FOR THE DESIGN OF URBAN AND RURAL ELECTRIC NETWORKS of the EERSSA, focusing on rural electrical networks. The design will include the laying of conductors of around 1 linear km throughout the sector, and # 2 ACSR caliber for MV and LV respectively.

To correctly select a luminaire in this solar case, a lighting study is carried out to determine if the luminaire specifications satisfactorily comply with the regulations set forth by the public lighting regulatory agencies. This calculation is elaborated with the help of Dialux® software, and it can be stated that the LEDEX solar luminaire can be implemented in this design.

Keywords: single-phase electrical network, power grid, photovoltaic panels, public lighting.

3. Introducción

Cuando se repasa la historia de América Latina es muy grato encontrar a Loja, pequeña ciudad andina al sur de Ecuador, como la primera ciudad ecuatoriana en ser alumbrada con energía eléctrica en 1899, tan solo unos años después de la célebre iluminación de Pearl Street en Manhattan, que es considerada como el primer sistema de iluminación pública del mundo con base en electricidad (Echeverría y Larrea, 2020).

Del mismo modo, la Empresa Eléctrica Regional del Sur trabaja para las personas que, hasta el día de hoy, no cuentan con el suministro de energía, de igual manera para mejorar el servicio con aquellos usuarios que ya tienen acceso al suministro eléctrico.

La EERSSA por medio del Banco Interandino de Desarrollo (BID) ha logrado mejorar el servicio eléctrico principalmente en sectores rurales, en los que existen redes de MT y BT que ya han cumplido con su vida útil, y por el incremento poblacional que exigen una repotenciación para suplir con la demanda exigida. Estos proyectos se pueden ver en el portal de la EERSSA, en donde por medio de procesos de contratación pública se puede licitar.

Para la realización del presente trabajo se utilizó la “Normativa Técnica para el diseño de redes eléctricas urbanas y rurales”, con año 2012, la misma que se encuentra en la página de la EERSSA como norma vigente. También bajo el MEER se utilizó la homologación de unidades de propiedad (UP), y unidades de construcción (UC) del sistema de distribución eléctrica.

El diseño se realiza a partir de red aérea por la geometría y condicionantes del lugar, en base a la normativa presentada se dimensiona transformadores, se revisa las caídas de tensión con la nueva configuración de la red de MT y BT, adicional a ello se compara parámetros de iluminación, con el estudio realizado para el alumbrado público, en donde se implementa luminarias accionadas mediante paneles solares, como alternativa para incentivar el uso de energías renovables.

➤ **Objetivos**

Objetivo General

Desarrollar el diseño de proyección de red eléctrica y alumbrado público mediante la implementación de paneles fotovoltaicos aislados a la red para el barrio Las Cochas del cantón Puyango.

Objetivos Específicos

- Realizar el levantamiento de información de la red eléctrica existente.
- Diseñar la proyección de red eléctrica monofásica en el barrio Las Cochas.
- Diseñar el alumbrado público aislado a la red mediante la implementación de paneles fotovoltaicos.

4. Marco Teórico

El organismo encargado de la parte de distribución de energía eléctrica en la parte sur de nuestro país es la EERSSA (Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A) la cual, es la administradora del servicio eléctrico en toda la provincia de Loja incluyendo los lugares más alejados de la ciudad. Esta entidad cuenta con normativas vigentes hacia el esquema de redes de distribución eléctrica, en donde rigen normas para el desarrollo de diseños de redes eléctricas.

4.1. El sistema de distribución

Las redes de distribución (Figura 1) forman una parte muy importante de los sistemas de potencia porque toda la potencia que se genera se tiene que distribuir entre los usuarios y éstos se encuentran dispersos en grandes territorios. Así pues, la generación se realiza en grandes bloques concentrados en plantas de gran capacidad y la distribución en grandes territorios con cargas de diversas magnitudes. Por esta razón el sistema de distribución resulta todavía más complejo que el sistema de potencia (Juárez 1975).

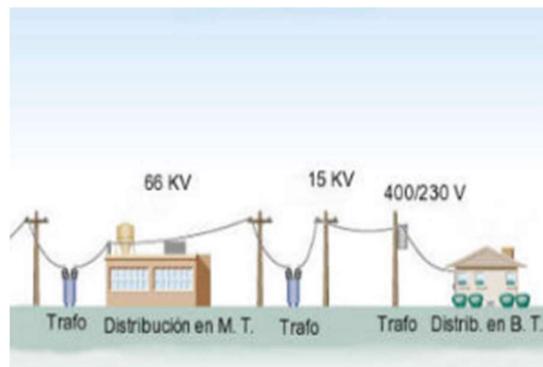


Figura 1. Sistema de distribución.
Fuente: (Monografias, 2012).

Existen algunos sistemas de distribución para satisfacer la demanda de cada sector social (Figura 2) y se clasifican en: Industriales, Comerciales, Urbanos, y Rurales.

Para los sistemas de distribución industrial incluyen a los clientes o consumidores de gran demanda eléctrica, que generalmente reciben el suministro eléctrico en alta tensión. Estos consumidores generan su gran demanda por maquinaria utilizada en el proceso de nuevos productos.

Los sistemas de distribución comercial se incluyen dentro de las grandes cadenas comerciales, grandes edificaciones, hospitales, edificios gubernamentales entre otros, en donde existen emergencias y demanda de un alto consumo eléctrico.

Los sistemas de distribución urbanos son los encargados de suministrar el servicio eléctrico a las poblaciones y zonas urbanas el cual generan una gran demanda a partir de locales comerciales, negocios, entre otros lugares del pequeño comercio.

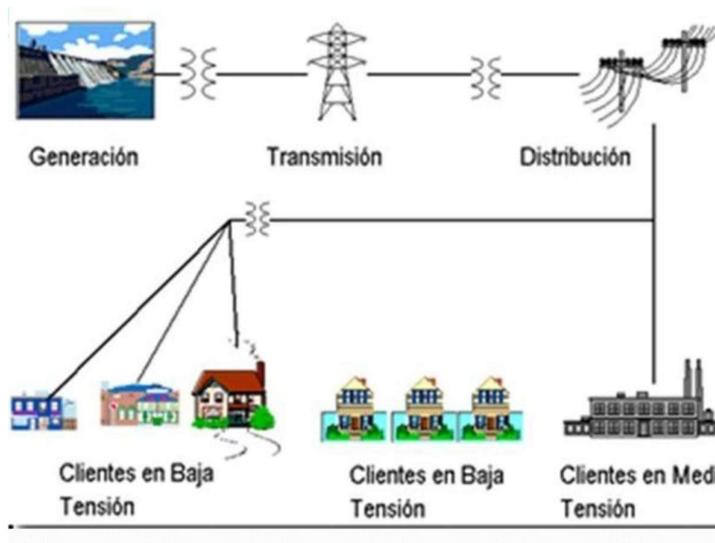


Figura 2. Sistema de distribución eléctrica.
Fuente: (Gómez, 2018).

4.1.2. Características generales de las redes de distribución.

El sistema electroenergético es aquel donde se realiza la transformación de diferentes tipos de energía en eléctrica y viceversa. En forma general se puede distinguir en el mismo cuatro partes fundamentales: Generación, transformación, transmisión y distribución. De estas partes componentes sólo será estudiada la distribución. Esta es la parte del sistema eléctrico, constituida por los conductores, estructuras, aisladores, equipos, etc., destinados a unir eléctricamente las fuentes de energía y los consumidores a través de las subestaciones de distribución, sin pasar a través de líneas de transmisión. Las fuentes de energía pueden ser: plantas propiamente dicho, subestaciones, etc. (De la Fé Dotres, Sergio, 2004).

En la subestación de distribución existe un conjunto de elementos tales como transformadores, seccionadores, etc., cuya función es reducir los niveles de alta tensión de las líneas de transmisión (o subtransmisión) hasta niveles de media tensión para llegar así a los parques industriales, o a los centros de transformación para las zonas comerciales, urbanas o rurales.

4.1.3 Partes componentes de un sistema de potencia.

Un sistema de potencia está compuesto fundamentalmente por: • Líneas de subtransmisión • Subestaciones de distribución • Alimentadores primarios • Transformadores

de distribución • Alimentadores secundarios • Acometidas • Metros contadores. a) LINEAS DE SUBTRANSMISION. Son las líneas que partiendo de una fuente, planta o subestación van a alimentar subestaciones de distribución o industriales en las cuales el voltaje se reduce a los valores requeridos para el servicio de la industria o a los alimentadores de los circuitos de distribución. Sobre la base de esta definición pueden considerarse como de subtransmisión: - Las líneas que van desde las plantas a las subestaciones industriales (De la Fé Dotres, Sergio, 2004).

Las líneas de subtransmisión operan a un voltaje comprendido entre 46 kV y 69 kV desde la salida de una subestación de transmisión a otra de distribución. En la Figura 3 se puede observar un poste de subtransmisión a 69 kV.



Figura 3. Poste de subtransmisión 69 kV.
Fuente: (CNELEP).

b) Para las SUBESTACIONES DE DISTRIBUCION (Figura 4). Consideramos como de distribución las subestaciones que reciben las líneas de subtransmisión y reducen su voltaje a los valores normales en los circuitos de distribución desde 2,4 hasta 13,2 kV. c) ALIMENTADORES PRIMARIOS O DISTRIBUCION PRIMARIAS. Son las líneas que saliendo de una subestación de distribución van a alimentar a los transformadores de distribución. Su valor de voltaje varía desde 2,4 hasta 13,2 kV. d) TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION. Son los transformadores destinados a reducir el voltaje de los valores usados en los circuitos de distribución primaria de 2,4 a 13,2 kV, a los valores de utilización en las residencias, comercios e industrias de 120 a 480 v. e) ALIMENTADORES SECUNDARIOS O DISTRIBUCION SECUNDARIA. Son las líneas que partiendo de los transformadores de distribución van a dar servicio a los consumidores del área por medio de las acometidas. f)

ACOMETIDAS. Son las líneas que partiendo de los alimentadores secundarios se extienden hasta los metros contadores de los consumidores. g) METROS CONTADORES. Son los instrumentos conectados a los consumidores, destinados a medir la potencia consumida por los mismos (De la Fé Dotres, Sergio, 2004).



Figura 4. Subestación Obra pía Loja.
Fuente: (EERSSA).

4.1.4. Circuitos primarios y secundarios. Características.

Los alimentadores primarios son circuitos trifásicos de 3 o 4 hilos, en dependencia de que el sistema sea aterrado o de neutro flotante, mediante los cuales se sirve la energía a una zona más o menos extensa. Las derivaciones de la alimentación troncal (ramales), pueden ser trifásicas o monofásicas. Los voltajes entre líneas varían entre los valores de 2,4 kV hasta 34,5 kV. Los voltajes más bajos corresponden a las instalaciones más antiguas, mientras que en la actualidad la tendencia es a utilizar voltajes de 13,2 - 15 kV y superiores. Los circuitos secundarios son por lo general trifásicos, de cuatro hilos, con voltajes que dependen del tipo de conexión de los transformadores de distribución (De la Fé Dotres, Sergio, 2004).

4.1.5. Clasificación de red de distribución eléctrica.

Según los datos administrados por la EERSSA en la red de Media tensión (MT): se tiene dos niveles de tensión en zonas bien definidas:

Zona de Loja. Corresponde a toda la provincia de Loja en la cual el sistema de distribución opera a una tensión de 13.8/7.97 kV.

Zona Oriental. Corresponde a la provincia de Zamora Chinchipe y el cantón Gualaquiza, en esta zona la tensión en el sistema de distribución es de 22/12.7 kV.

Baja tensión (BT). Las redes de distribución de la EERSSA pueden ser monofásicas o trifásicas, con niveles de tensión de:

- Sistemas monofásicos de distribución 240/120 V
- Sistemas trifásicos de distribución 220/127 V.
- Otras tensiones solicitadas para sistemas eléctricos industriales o comerciales pueden ser utilizadas y serán servidas desde el secundario del transformador a instalar, según el requerimiento (EERSSA 2012).

4.1.4. Clasificación de los sistemas de distribución de acuerdo a su construcción.

4.1.4.1. Redes de distribución aéreas.

En este tipo de red, el conductor es regularmente de aleación de aluminio con alma de acero ACSR (Aluminium conductor steel- reinforced), siendo su único aislamiento el aire. En el caso de las redes de media tensión van sujetas a estructuras homologadas por la EERSSA, estas pueden ser de algunos tipos dependiendo del criterio de construcción.

Para poder realizar el tendido eléctrico aéreo, se necesitan algunos elementos como son:

- **Postes** :estos pueden ser de diversos materiales homologados en las UP (unidades de propiedad) del MEER (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable) como son hormigón armado (Figura 5), plástico reforzado con fibra de vidrio, madera o metálico, la altura del poste se define según la utilidad del servicio, en el caso de tendido de línea para redes de distribución en media tensión se utilizan postes de 12m, y para baja tensión normalmente se utilizan postes de 10m a excepción de algunos casos que utilizan postes de 12m para alumbrado eléctrico o proyección de red con el tiempo. La carga a la ruptura del poste viene definida según la longitud y la utilización del mismo.



Figura 5. Poste de HC (hormigón armado circular) de 12m en baja tensión.

Fuente: Autor.

- **Conductores:** estos suelen ser de aluminio con alma de acero ACSR de distintos calibres (Figura 6), para el tendido eléctrico dependiendo del tipo de estructura se arma con retenciones preformadas para cable de aluminio, con tres o cuatro hilos dependiendo la configuración de la red.



Figura 6. Conductor desnudo cableado aluminio acero ACSR 1/0 AWG, 7 hilos.

Fuente: Autor.

- **Crucetas:** estas pueden ser de acero galvanizado (Figura 7) de 1,2m de longitud de perfil tipo “L” y son utilizadas para sujetar seccionamientos, estos pueden ser de línea o para transformador.



Figura 7. Cruceta de acero galvanizado de perfil tipo “L”.
Fuente: (Punto Market).

- **Aisladores:** estos pueden ser de porcelana (Figura 8), polímero entre otros, se utilizan en tensores y para las diferentes configuraciones de estructuras y voltajes 15KV, 25KV, 35KV.



Figura 8. Aislador espiga (pin) porcelana con radio de transferencia clase ANSI 55-5. 15 kV.
Fuente: (METALECTRI 2022).

- **Herrajes:** contruidos en acero galvanizado (Figura 9) son piezas que se utilizan para vestir el poste, estos pueden ser pernos U, abrazaderas 3 o 4 pernos, varillas de anclaje, pernos máquina, entre otros.



Figura 9. Abrazaderas de tres pernos fabricadas en acero laminado galvanizado.
Fuente: (METALECTRI 2022).

- **Seccionamiento:** suelen ser de cerámica (Figura 10) y se utilizan para aislar alguna parte de la red, ya sea por cortocircuito o para realizar trabajos de mantenimiento, teniendo en cuenta que su construcción depende del voltaje a seccionar.



Figura 10. Seccionador fusible de cerámica 15 kV, 100A.
Fuente: Autor.

- **Transformador:** estos son los equipos encargados de la transformación de voltaje de media tensión a baja tensión, los transformadores monofásicos Figura 11 cuentan con una capacidad de transformación de 5kVA, 10kVA, 15kVA, 25kVA, 37.5kVA, 50kVA, 75kVA y en algunos casos pueden ser construidos de acuerdo a la potencia requerida.



Figura 11. Transformador monofásico de 15kVA.
Fuente: Autor.

- **Tensores:** estos son los equipos encargados de estabilizar los postes en el que va sujeto el tendido eléctrico, y así evitar una caída del mismo. Para el armado del tensor se utiliza cable acero galvanizado 7 hilos, varilla y anclajes. En la Figura 12 se muestra un tensor simple en media tensión con su respectivo aislador cerámico.



Figura 12. Tensor en media tensión.
Fuente: Autor.

- **Puestas a tierra:** regularmente son utilizadas como protección, ante corrientes elevadas o por descargas atmosféricas, normalmente se utiliza conductor desnudo de cobre conectado desde el neutro en la red hasta la varilla en tierra, sujeto con un conector del mismo material o utilizando suelda exotérmica. En la Figura 13 se puede identificar una varilla y conector copperweld, utilizada para la difusión a tierra de las corrientes que se puedan presentar.



Figura 13. Varilla y conector copperweld.

Fuente: Autor

- **Medidor de energía:** estos son los equipos encargados de tomar lectura del consumo energético de cada abonado del servicio eléctrico. En la Figura 14 se muestra un contador de energía marca Star, Clase 100 con dos fases 3 hilos.



Figura 14. Medidor marca Star Clase 100, 13A.

Fuente: Autor

Algunas de las ventajas que brinda este tipo de redes de distribución son los costos por construcción, también se reduce en un tiempo significativo el tiempo de construcción, y adicional a ello la comodidad para dar mantenimiento al sistema.

4.1.4.2 Redes de distribución subterráneas.

En la década de los 60 se inició en CFE (Comisión Federal de Electricidad) la construcción de sistemas subterráneos de distribución; inicialmente se construyeron anillos subterráneos con transformadores tipo poste, donde los seccionamientos se realizaban en seccionadores aéreos (GARCIA 2016).

Los sistemas subterráneos deben realizarse en forma eficiente, con la máxima economía, sin menoscabo del cumplimiento de los lineamientos incluidos en las especificaciones de construcción, en las que se incorporan apartados para instalaciones

subterráneas en terrenos con nivel freático muy alto y rocoso; en las últimas adecuaciones se redujeron las profundidades en banco de ductos de polietileno de alta densidad directamente enterrados en cumplimiento con la NOM-001-SEDE (GARCIA 2016).

Hay que tener en cuenta que el tipo de redes subterráneas tienen un coste más elevado respecto a las redes de distribución aéreas, estos sistemas se emplean más en zonas urbanas (céntricas), ya sea para evitar sobrepoblación de las líneas de tensión en el caso de que fueran aéreas y por estética.

4.1.5. Sistemas de Alumbrado público: componentes y tipos

El alumbrado eléctrico es un servicio que se presta para brindar iluminación a zonas determinadas como parques, vías de circulación vehicular o peatonal, incluyendo los sectores rurales, en la Figura 15 se puede ver una luminaria Led utilizada para la iluminación de autopistas.



Figura 15. Iluminación led para autopistas.

Fuente: Silvania Ecuador

4.1.5.1 Partes de una luminaria alumbrado público.

Según (FORJAS, 2018) una luminaria alumbrado público se compone fundamentalmente de:

Carcasa o armadura: Elemento donde se integran los demás componentes de la luminaria. Fabricada en materiales resistentes como el acero o la chapa de aluminio.

Equipo eléctrico: Constituido por el portalámparas y los elementos de arranque y funcionamiento de la lámpara.

Reflectores: Superficies que reflejan el flujo de la lámpara en la dirección deseada y que suelen incorporar una pantalla para evitar deslumbramientos.

Difusor: Carcasa de cierre de la lámpara que difunde el haz de luz y evita deslumbramientos.

Filtro: Acoplado al difusor disminuye la distorsión visual producida por las radiaciones ultravioleta e infrarroja y la polarización de la luz.

4.1.5.2 Tipos de luminarias.

Según (FORJAS, 2018) una luminaria alumbrado público pertenece, normalmente, a alguno de los siguientes tipos:

Luminarias HID: Se refieren a bombillas de gas a alta presión o a alta intensidad de descarga. Se incluyen las de mercurio y vapor de sodio a alta presión como en la Figura 16 y haluros metálicos.



Figura 16. Luminaria de Sodio cerrada 70w Na/C.

Fuente: Tecnoled

Luminarias LED: Basadas en la más reciente tecnología LED (diodo emisor de luz) con mejores resultados en eficiencia y ahorro energético que los emisores de luz convencionales (Figura 17).



Figura 17. Luminaria Elexor 120W.

Fuente: Tecnoled

4.1.6. Energía solar.

López Moncayo menciona que los sistemas fotovoltaicos instalados en el Ecuador se benefician por la posición geográfica del país, ya que, al estar este país en la mitad del mundo, la radiación solar es constante durante todo el año, variando en las estaciones lluviosas. Esto

ha permitido que se soliciten concesiones a 15 sistemas o granjas solares en diferentes lugares del país, distribuidos tanto en la Costa como en la Sierra, de acuerdo al informe Conelec 2013.

En la provincia de Loja, el proyecto fotovoltaico denominado Santa Rosa como se indica en la Figura 18, se encuentra generando alrededor de 4.700.268 kWh al año desde su construcción en el 2014, con el que se evita la emisión a la atmósfera de más de 2.800 toneladas de CO2 anualmente.



Figura 18. Proyecto fotovoltaico Santa Rosa.
Fuente: BAS Corporation

4.1.6.1. Alumbrado público solar.

Las luminarias solares son un sistema de alumbrado independiente instalado en postes, que funcionan a base de energía solar fotovoltaica, la cual es almacenada en baterías para proveer energía limpia para sistemas de alumbrado durante la noche (Matelec, 2018).

El alumbrado público con la implementación de paneles solares fotovoltaicos representa una alternativa adicional, para optar por el aprovechamiento de nuevas energías renovables.

Una luminaria solar contiene tres elementos principales: el panel solar que transforma la energía del sol en electricidad, el sistema de almacenamiento de energía que regula su uso y por último el sistema de iluminación que proporciona la luz, ya sea por tecnología de LED o inducción magnética (Matelec, 2018).

Como podemos ver en la Figura 19 se encuentra una luminaria solar con una potencia de 120W utilizada para alumbrado público con una autonomía de 10-12 h, con sensor de movimiento PIR para ahorrar energía.



Figura 19. Luminaria solar SunStay.
Fuente: BAS Corporation

Los principales beneficios de utilizar lámparas y luminarias solares para el alumbrado público se basan en el bajo costo o prácticamente nulo, ya que funcionan con su propia energía. Además de que promocionan la cultura del cuidado al medio ambiente (Matelec, 2018).

Según (Matelec, 2018) brinda algunos beneficios de la iluminación solar:

Es de larga duración, no consume energía eléctrica y al ser cargada tiene una capacidad de emitir luz durante 8 o 9 horas diarias y en algunos casos hasta 20 horas continuas.

Es amigable con el medio ambiente, retrasa significativamente la probabilidad de un aumento en el cambio climático o el calentamiento global.

Es inagotable, los rayos solares son emitidos diariamente y es un recurso que puede percibirse constantemente, además que esta la clase energía puede ser captada y procesada correctamente aún en días nublados.

La instalación es simple, no requiere cableados ni otra clase de dispositivos para poder funcionar, por lo que resulta una opción sencilla para obtener luz sin complicaciones ni gastos excesivos.

Contribuye al desarrollo sostenible, es capaz de satisfacer ciertas necesidades sin llegar a comprometer recursos que puedan necesitar otras generaciones.

Tiene una larga vida, aproximadamente entre 20 y 30 años. Por lo tanto, se pueden considerar como una inversión la cual no necesitará un mayor mantenimiento.

4.1.7. Norma Ecuatoriana de la construcción.

4.1.7.1 Estudio de demanda y factor de demanda

Para los cálculos de diseño se deben considerar los siguientes parámetros:

- Para iluminación: Se debe considerar por cada salida de iluminación una carga máxima de 100 Vatios (W).
- Para tomacorrientes: Se debe considerar por cada salida de tomacorriente una carga de 200 W.
- Para cargas especiales: Se consideran aquellas salidas para equipos cuya potencia sobrepasa los 1.500 W, como por ejemplo cocina eléctrica, vehículos eléctricos, calefacción, aire acondicionado, ducha eléctrica, equipos hidroneumáticos, ascensores, equipo médico, calentador eléctrico de agua, entre otros; debiendo considerarse para el diseño la potencia de placa de cada uno de los equipos y la cantidad de equipos a ser utilizados.

4.1.7.2. Clasificación de las viviendas según el área de construcción

Considerando que las demandas máximas de las diferentes cargas, en general, no son las mismas que las potencias de placa, se establecen factores de demanda, que están en función del tipo de vivienda según el área de construcción, como se indica en la Tabla 1.

Tabla 1. Clasificación de las viviendas según el área de construcción.

TIPO DE VIVIENDA	AREA DE CONSTRUCCIÓN	Número mínimo de circuitos	
		Iluminación	Tomacorrientes
Pequeña	A>80	1	1
Mediana	80>A>200	2	2
Mediana grande	201>A>300	3	3
Grande	301>A>400	4	4
Especial	A>400	1 por cada 1m o fracción de 100 m	1 por cada 1m o fracción de 100 m

Fuente: Norma Ecuatoriana de la construcción.

4.1.7.3. Cargas especiales

Para el cálculo de la carga instalada de la vivienda proyectada, además de las cargas de iluminación y tomacorrientes de uso general, se deben considerar, entre otras, las potencias de placa de las cargas especiales. Solamente a falta de los valores específicos se pueden considerar aquellos indicados en la Tabla 2:

Tabla 2. Potencias de placa de cargas especiales.

EQUIPO ELECTRICO	POTENCIA MEDIA(W)
Ducha eléctrica	3500

Horno eléctrico	3000
Cocina eléctrica	6000
Calefón eléctrico	8000
Aire acondicionado	2500
Calentador eléctrico	3000
Cargador para vehículo eléctrico	7500

Fuente: Norma Ecuatoriana de la construcción.

4.2. Normativa Técnica de la EERSSA para el diseño de redes eléctricas urbanas y rurales

4.2.1 Criterios de diseño

Las líneas de media tensión se proyectarán para 15 años y las redes de baja tensión y centros de transformación se proyectarán para un período de 10 años.

4.2.1.1. Nivel de aislamiento.

Los equipos como transformadores, seccionadores, pararrayos, capacitores, etc. que se instalen en el sistema de distribución del área de concesión de la EERSSA deben cumplir con los siguientes niveles de aislamiento expuestos en la **Tabla 3**:

Tabla 3. Nivel de aislamiento.

Nivel de voltaje (kV)	Nivel de aislamiento BIL (kV)
13.80	95
22	125
69	350

Fuente: Normativa técnica de la EERSSA.

4.2.1.2. Demanda Máxima Unitaria Proyectada, urbanizaciones, lotizaciones y proyectos rurales.

Las demandas máximas unitarias proyectadas serán consideradas tomando en consideración el área de los lotes para el sector urbano (**Tabla 4**) y el tipo de usuarios para el sector rural (**Tabla 5**). Se establece la siguiente clasificación:

Tabla 4. Sector Urbano.

ÁREA PROMEDIO DE LOTES [m ²]	TIPO DE USUARIO	DMUp [kVA] [10 años]
A > 400	A	4.48
300 < A < 400	B	2.35
200 < A < 300	C	1.33
100 < A < 200	D	0.82
A < 100	E	0.56

Fuente: Normativa técnica de la EERSSA.

Tabla 5. Sector Rural.

TIPO DE SECTOR	TIPO DE CLIENTE	DMUp [kVA] [10 años]
Periferia de salud	F	0.60
Centro Parroquial	G	0.50
Rural	H	0.40

Fuente: Normativa técnica de la EERSSA.

4.2.1.3. Demanda Máxima Proyectada, Urbanizaciones, Lotizaciones y proyectos rurales.

En un punto considerado, se determina de acuerdo a la ecuación 1:

$$DMP = DMU_p * N * FC \quad \text{Ecuación 1}$$

DMP = Demanda máxima proyectada en el punto dado. [kVA]

DMU_p = Demanda máxima unitaria proyectada. [kVA]

N = Número de Usuarios.

FC = Factor de coincidencia, dado por la ecuación (2).

$$FC = N^{-0.0944} \quad \text{Ecuación 2}$$

4.2.1.4. Demanda Máxima Total de Diseño (DMD)

Esta demanda corresponde exclusivamente al conjunto de usuarios típicos, además, deberá incorporarse la demanda de las cargas especiales como las de alumbrado público y otras que sean incidentes para el cálculo.

$$DMD = DMP + AP + Ce \quad \text{Ecuación 3}$$

DMD = Demanda Máxima de Diseño. [kVA]

AP = Carga de alumbrado público. [kVA]

Ce = Cargas Especiales (puntuales). [kVA].

4.2.1.5. Capacidad de los transformadores. Transformadores para Proyectos de Urbanizaciones, Lotizaciones y proyectos rurales.

Para determinar la capacidad de los transformadores, deberá considerarse los valores de demanda máxima de diseño (DMD) y el factor de sobrecarga (FS) (Tabla 6), para lo cual se deberá aplicar la siguiente relación:

$$DMD_T = DMD * FS \quad \text{Ecuación 4}$$

DMD_T = Demanda Máxima de Diseño del transformador. [kVA]

DMD = Demanda Máxima de Diseño según ecuación 3. [kVA]

FS = Factor de Sobrecarga.

Tabla 6. Factor de Sobrecarga.

CATEGORIA	FS
A	0,9
B y C	0,8
D.....H	0,7

Fuente: Normativa técnica de la EERSSA.

En las redes de distribución aéreas los transformadores monofásicos a instalarse serán del tipo autoprotegidos (CSP), con excepción de los casos emergentes o temporales, en los cuales se pueden utilizar los bancos de transformadores.

El montaje de los transformadores convencionales y autoprotegidos conlleva la instalación de protecciones como pararrayos y seccionador-fusibles en media tensión, los que serán montados en crucetas ubicadas por debajo de la estructura de M.T. y en baja tensión de un interruptor termomagnético.

Los transformadores de capacidad inferior a los 75 kVA se los podrá montar en estructuras de un solo poste, desde los 75 kVA hasta los 200 kVA en castillos conformados por dos postes y para potencias mayores, los transformadores serán instalados en cabinas.

4.2.1.6. Cálculo de caída de tensión.

Para el cálculo de la caída de tensión se aplicará el método de momento de potencia aparente de cada conductor para 1% de caída de tensión, para el cual se aplicarán los valores de kVA x km para media tensión (22 y 13.8 kV); y, kVA x metro para baja tensión. Los valores de los FDV necesarios para el cálculo de las caídas de tensión tanto para media como baja tensión, se encuentran establecidas en el **Tabla 7** y **Tabla 8**.

Tabla 7. Factor de caída de Tensión (FDV) MT.

Calibre Conductor Fase/Neutro	13800-6720 V								
	ACSR			6201			ASC		
	1F-2C	2F-3C	3F-4C	1F-2C	2F-3C	3F-4C	1F-2C	2F-3C	3F-4C
4(4)	215	863	1292	211	844	1263	210	842	1260
2(4)	261	1046	1565	255	1024	1532	254	1021	1527
2(2)	330	1323	1977	323	1297	1938	322	1291	1930
1/0(2)	397	1593	2379	389	1562	2333	387	1555	2323
2/0(2)	427	1716	2562	419	1684	2514	417	1677	2504
2/0(1/0)	544	2187	3261	534	2147	3202	532	2138	3188
3/0(1/0)	583	2346	3498	579	2330	3473	577	2321	3460
3/0(2/0)	649	2615	3895	646	2602	3876	644	2594	3863
4/0(1/0)	632	2546	3793	621	2499	3724	618	2489	3709
4/0(2/0)	711	2865	4265	699	2815	4191	696	2805	4176

Fuente: Normativa técnica de la EERSSA.

Tabla 8. Factor de caída de Tensión (FDV) BT.

Calibre Conductor Fase/Neutro	220 - 127 V								
	ACSR			6,201			ASC		
	1F-2C	2F-3C	3F-4C	1F-2C	2F-3C	3F-4C	1F-2C	2F-3C	3F-4C
4 (4)	56	223	334	55	218	327	54	218	326
2 (4)	68	272	406	66	266	398	66	265	396
2 (2)	86	346	516	85	338	506	84	337	504
1/0 (2)	105	418	625	103	410	612	102	408	610
2/0 (2)	113	452	675	111	443	662	110	441	659
2/0 (1/0)	145	582	868	143	571	851	142	568	847
3/0 (1/0)	157	627	934	155	622	927	155	619	923
3/0 (2/0)	176	702	1046	175	699	1040	174	696	1037
4/0 (1/0)	171	683	1017	167	670	997	167	667	993
4/0 (2/0)	193	774	1151	190	759	1130	189	757	1126

Fuente: Normativa técnica de la EERSSA.

4.2.1.7. Caída de tensión admisible para–Red Primaria.

Los límites máximos de la caída de tensión considerados desde el punto de salida de la subestación hasta el transformador más alejado eléctricamente en el proyecto, no deberán exceder los siguientes valores:

Área Urbana: 3.5 %

Área Rural: 7.0 %

Para su cómputo, la EERSSA facilitará el valor de caída de tensión en el punto de arranque del proyecto.

4.2.1.8. Caída de tensión admisible para–Red Secundaria.

La máxima caída de tensión se calcula desde el transformador hasta la vivienda más alejada eléctricamente (red de distribución secundaria sumada la acometida), este valor no deberá exceder los siguientes límites:

Área Urbana: 4.5 %

Área Rural: 5.5 %

Para el caso de edificios o edificaciones, el proyectista deberá incluir el cálculo de la caída de tensión hasta el tablero de distribución principal más alejado, debiendo cumplir además con los límites establecidos.

4.2.2. Diseño de líneas y redes aéreas para media tensión.

4.2.2.1 Diseño eléctrico.

Todas las líneas de media tensión se proyectarán para 15 años y su diseño se realizará respetando el nivel de tensión correspondiente a la zona en la cual se ubicará el proyecto (zona de Loja 13.8/7.97 kV, zona Oriental 22/12.7 kV). La configuración de las redes o alimentadores primarios pueden ser monofásicos, bifásicos o trifásicos. No se podrá realizar la instalación de

estructuras de líneas eléctricas en zonas de influencias de las carreteras, cursos de agua, canales, etc. de conformidad a lo que establece las leyes pertinentes.

4.2.2.2. Determinación del conductor.

El conductor en media tensión se determinará en función de la carga y la caída de tensión permisible descrita en el punto 3.4, para su cálculo la EERSSA proporcionará al ingeniero proyectista el valor de la caída de tensión y las pérdidas de potencia en el punto de arranque del diseño eléctrico, desde este punto el diseñador efectuará los cálculos respectivos. El conductor a utilizar será de aluminio reforzado con acero tipo ACSR o cables de aleación de aluminio.

Los sistemas aéreos pueden tener los siguientes calibres de conductores: 4(4), 2(2), 1/0(1/0), 2/0(2/0), 4/0(4/0) AWG, el hilo del neutro se especifica entre paréntesis. Por ningún motivo se puede utilizar conductores de calibres menores a los señalados.

4.2.2.3 Protecciones.

En todas las ramificaciones trifásicas y monofásicas que derivan de un alimentador primario trifásico, se instalarán seccionadores fusibles. En las derivaciones monofásicas de un alimentador primario monofásico que superen los 300 metros, se instalarán seccionadores fusibles. Cada 3 km de red de distribución o alimentador primario se instalarán seccionadores fusibles y pararrayos. Los seccionadores fusible tipo abierto, serán de 100 A de capacidad. Cuando se diseñe la instalación de seccionador-fusible o seccionador de barra en los recorridos principales de los alimentadores, deberá consultarse su capacidad en la EERSSA.

Los niveles de aislamiento de los sistemas de media y baja tensión serán los establecidos en esta norma.

4.2.2.4 Vano vs. tipo de estructura

Las estructuras normalizadas por la EERSSA son las que se establecen en el documento “Homologación y Estandarización de las Unidades de Propiedad y Unidades Constructivas del Sistema de Distribución Eléctrica” [2], elaborada por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable y aprobada por el Directorio de la EERSSA. El tipo de estructura a utilizar en una línea de media tensión se determina de acuerdo a la longitud del vano máximo que puede soportar una estructura, la que se determina por el cálculo mecánico y por la configuración del sistema, esto es si es monofásico o trifásico. Como alternativa, se presenta la **Tabla 9** en la que se indica el número de postes a usarse de acuerdo a la longitud del vano que se puede utilizar en el diseño de una línea de M.T. Para los vanos que sobrepasan los 700 metros tanto en los sistemas monofásicos como en trifásicos, el conductor del neutro se lo colocará en un solo poste.

Tabla 9. Tipo de estructura a utilizar en MT.

Sistema Trifásico		Sistema Monofásico	
Vano [m]	Número de Postes	Vano [m]	Número de Postes
a < 200	1	a < 700	1
200 < a < 400	2	a < 700	2
400 < a < 700	3	NR	NR
a > 700	4	NR	NR

Fuente: Normativa técnica de la EERSSA.

NR: No requerido.

Para los vanos que sobrepasan los 700 metros tanto en los sistemas monofásicos como en trifásicos, el conductor del neutro se lo colocará en un solo poste.

4.2.2.5. Amortiguadores

Se instalarán amortiguadores en el conductor de fase y en el neutro, del tipo adecuado para el calibre del conductor, el número de éstos depende de la longitud del vano tal como se muestra **Tabla 10** a continuación:

Tabla 10. Tipo de amortiguador a utilizar en MT.

Longitud Vano [metros]	Número Amortiguadores por cada conductor
450 < a < 600	1
a > 600	2 superpuestos

Fuente: Normativa técnica de la EERSSA.

Criterio que se aplica también para vanos en redes de baja tensión.

4.2.3 Redes aéreas para baja tensión y acometidas

4.2.3.1 Conductores.

Las redes de distribución para B.T. serán proyectadas para 10 años, su diseño se basará en lo que se estableció anteriormente.

Los conductores que se utilizarán en la construcción de los sistemas de distribución aéreos serán: cables de aleación de aluminio (5005 ó 6201) cables de aluminio reforzados con acero (ACSR) y cables preensamblados.

Los sistemas aéreos pueden tener las siguientes configuraciones: 4(4), 2(2), 1/0(1/0), 2/0(2/0) AWG, el hilo del neutro se especifica entre paréntesis. Por ningún motivo se puede utilizar conductores menores a los calibres señalados, se exceptúa el hilo piloto en los sistemas de alumbrado público, su calibre mínimo puede ser el 6 AWG.

Para el caso de acometidas se podrá utilizar cables para distribución (multiplex) de aluminio ACSR, ACS (acometida corta) o antihurto, la chaqueta aislante de las fases será de polietileno negro (PE) para el múltiplex y XLPE para el antihurto.

El calibre mínimo utilizado será el 6 AWG. El calibre de los conductores se lo determinará a partir del cálculo de la caída de tensión.

4.2.3.2. Red de baja tensión.

Pueden ser monofásicos a 2, 3 o 4 hilos, bifásicos y trifásicos a 3, 4 o 5 hilos (se considera el hilo piloto), la tensión en los sistemas monofásicos es de 220/120 V y para los trifásicos 220/127 V, otras tensiones se pueden obtener bajo autorización de la EESSA. El hilo piloto para el sistema de alumbrado público deberá ser considerado en el diseño. Los calibres de los conductores para las redes de baja tensión son determinados en base a la capacidad del transformador y del cálculo de la caída de tensión. Los tipos de estructuras a utilizar en el diseño de las redes de B.T. serán las indicadas en el documento “**Homologación y Estandarización de las Unidades de Propiedad y Unidades Constructivas del Sistema de Distribución Eléctrica**”, elaborada por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable y aprobada por el Directorio de la EERSSA.

En las redes distribución con vanos inferiores a los 60 metros, se utilizarán estructuras con bastidores de 2, 3, 4 y 5 vías, para vanos superiores a los 60 metros se utilizarán bastidores de 1 vía, para incrementar la distancia entre conductores, evitando la ocurrencia de fallas por la cercanía entre estos, para estos casos, los conductores serán del tipo ACSR o 6201.

4.2.3.3 Acometidas.

Se denominan a los conductores que conectan las redes de baja tensión con los medidores de energía para servir a las cargas residenciales, comerciales, industriales, etc. Las acometidas para cargas residenciales se las realizará por medio de conductores dúplex, tríplex o cuádruplex del tipo ACSR, ACS (vanos cortos) o del tipo antihurto, la longitud máxima permitida será la siguiente:

Sector urbano: 30 metros.

Sector rural: 60 metros.

4.2.3.4. Alumbrado público.

- **Candela (cd).**

Es la intensidad luminosa, en una dirección dada, que emite una fuente de radiación monocromática, de frecuencia 540×10^{12} Hz, de forma que la intensidad de la radiación emitida, en la dirección indicada, es de $1/683$ W por estereorradián.

- **Deslumbramiento.**

Sensación producida por la luminancia dentro del campo visual que es suficientemente mayor que la luminancia a la cual los ojos están adaptados y que es causa de molestias e incomodidad o pérdida de la capacidad visual y de la visibilidad.

- **Rendimiento lumínico de una fuente.**

Relación entre el flujo luminoso total emitido por una fuente luminosa (lámpara) y la potencia disipada por la luminaria, se expresa en lúmenes por vatio (lm/W).

- **Flujo luminoso (Φ).**

Cantidad de energía radiada por una fuente de luz por unidad de tiempo, ponderado por la sensibilidad espectral del ojo humano, se mide en lumen (lm).

- **Fuente Luminosa.**

Dispositivo que emite energía radiante capaz de excitar la retina y producir una sensación visual.

- **Grado de uniformidad de la luminancia vial (U_0).**

Relación entre la luminancia mínima y la luminancia promedio en un plano especificado (publicación CIE No. 140-2000).

- **Illuminancia (E).**

Densidad del flujo luminoso que incide sobre la superficie, la unidad es el lux (lx).

4.2.3.5 Propósito del alumbrado público.

El objetivo fundamental que tiene el alumbrado público, es proporcionar una visibilidad adecuada durante el desarrollo de las actividades de tránsito vehicular como peatonal en vías públicas, parques públicos y demás espacios de libre circulación. Debe permitir a los peatones y vehículos transitar en la noche con la misma seguridad, comodidad y velocidad como lo hace durante el día. La seguridad depende de la fiabilidad visual que su vez es percibida por un conductor cuándo procesa una información visual de una situación conflictiva que es remitida por un escenario urbano bien iluminado. Por otro lado, la comodidad visual facilita la concentración del conductor, contribuyendo a disminuir la tasa de accidentes.

El alumbrado público tiene tres principales propósitos:

- Permitir a los usuarios de automotores, motociclistas, bicicletas y otros motores que transiten sobre la vía pública en forma segura.
- Permitir a los peatones ver los riesgos, orientarles, reconocer a otros peatones y darles una sensación de seguridad.
- Mejorar la apariencia del medio ambiente en la noche.

4.2.3.6 Alumbrado de Vías.

Al aplicar el concepto de la luminaria en el alumbrado de vías, es la de aprovechar la propiedad reflectaría de la vía con la finalidad de mejorar la visión o descubrir objetos ubicados a la distancia en la calzada, por lo tanto, el concepto de luminancia es proporcionar una vía con una superficie de calzada adecuadamente iluminada. El diseño, en consecuencia, comprenderá la determinación de los niveles de iluminación, mismas que cumplirán con factores de uniformidad; selección de las luminarias y fuentes luminosas; la adopción de esquemas de control; y la localización y disposición de elementos para su montaje.

4.2.3.7 Vías para tráfico motorizado.

Las especificaciones sobre Clase de Alumbrado están clasificadas de M1 a M5, y son seleccionadas conforme a: la función de la vía pública, densidad de tráfico, complejidad del tráfico, separación del tráfico y la existencia de facilidades para el control de éste, tales como señales de tránsito. La tipificación está dada en la **Tabla 11**.

Tabla 11. Clases de alumbrado para diferentes tipos de vías públicas.

Descripción de las vías	Clases de Alumbrado
Vías de alta velocidad con carriles separados, libres de cruces en proporción y con un completo control de acceso; autopistas vías rápidas. Densidad de tráfico y diagramas de complejidad de vía ^a	
Alto	M1
Mediano	M2
Bajo	M3
Vías de alta velocidad, vías de autopistas dobles. Control de tráfico ^b y separación ^c de diferentes tipos de usuarios de vías ^d	
Malo	M1
Bueno	M2
Vías importantes de tráfico urbano, vías radiales, zona distribuidora de vías. Control de tráfico y separación de diferentes tipos de usuarios de vías:	
Malo	M2
Bueno	M3

Conectando vías menos importantes,
distribuidores locales de vías, vías residenciales
de mayor acceso. Vías que proporcionan acceso
directo a propiedades y vías de conexión.

Control de tráfico y separación de diferentes
tipos de usuarios de vías:

Malo	M4
Bueno	M5

Fuente: Regulación de la agencia de regulación y control de electricidad –ARCONEL.

^a Se refiere a infraestructura, movimiento del tráfico y visualización de los alrededores. Se considera: número de carriles, pendientes, señales, desniveles de entrada y salida.

^b Se refiere a la presencia de señales y signos y existencia de regulaciones. Métodos de control: semáforos, regulaciones prioritarias, señales de tránsito, marcas de vías. La ausencia o escasez del control de tránsito se considera como pobre (malo)

^c Puede ser por carriles dedicados o por la restricción de uso de uno o más de los tipos de tráfico.

^d Automóviles, camiones, vehículos livianos buses, ciclistas y peatones.

En la regulación CONELEC 008/2011, se estable los criterios a utilizar para determinar la clase de vía. En la **Tabla 12** se establecen los criterios admitidos para la selección del tipo de vía.

Tabla 12. Criterios admitidos para la selección del tipo de vía.

Tipo de Vía	Velocidad de Circulación (km/h)		Tránsito de Vehículos (Vehículos/h)	
M1	Muy importante	V > 80	Muy importante	T > 1000
M2	Importante	60 < V < 80	Importante	500 < T < 1000
M3	Media	30 < V < 60	Media	250 < T < 500
M4	Reducida	V < 30	Reducida	100 < T < 250
M5	Muy Reducida	Al paso	Muy Reducida	T < 100

Fuente: Regulación de la agencia de regulación y control de electricidad –ARCONEL.

Conocidas las características de las vías y sus requerimientos visuales, se deberá asignar la clase de iluminación necesaria. A cada clase de iluminación se le establecen los requisitos fotométricos mínimos mantenidos a través del tiempo, los cuales se condensan en la **Tabla 13** para luminancia, cuando este es el criterio aplicado.

Tabla 13. Luminancia de calzada para tráfico motorizado.

Clase de Iluminación	Campo de Aplicación				
	Todas las Vías		Vías sin o con pocas intersecciones		Vías con aceras no iluminadas.
	Luminancia promedio L_{prom} (cd/m ²) Mínimo mantenido	Factor de uniformidad U_o Mínimo	TI% Máxima inicial	Factor de uniformidad longitudinal de luminancia UL Mínimo	Relación de entorno SR Mínima
M1	2.0	0.4	10	0.7	0.5
M2	1.5	0.4	10	0.7	0.5
M3	1.0	0.4	10	0.7	0.5
M4	0.8	0.4	10	NR	NR
M5	0.6	0.4	10	NR	NR

Fuente: Regulación de la agencia de regulación y control de electricidad –ARCONEL.

Notas: NR: No requerido.

Los valores mínimos de iluminancia promedio (lx) en vías motorizadas que se deben mantener están descritos en la **Tabla 14**.

Tabla 14. Valores mínimos de iluminancia promedio (lx) en vías motorizadas.

Clase de Iluminación	Valor promedio (mínimo a mantener) de iluminancia según tipo de superficie de la vía (lx).			Uniformidad de la Iluminancia
	R1	R2 y R3	R4	E_{min}/ E_{prom} (%)
M3	12	17	15	34%
M4	8	12	10	25%
M5	6	9	8	18%

Fuente: Regulación de la agencia de regulación y control de electricidad –ARCONEL.

Se podrán hacer diseños con base en criterio de iluminancia para las vías cuyas características se encuentran en la **Tabla 15** consideradas en la **Tabla 12**.

Tabla 15. Características de la superficie.

Clase	Características de la superficie
R1	Superficies de asfalto con un mínimo del 15 % de materiales reflectivos o materiales artificiales claros o al menos un 30 % de roca rica en calcio muy brillantes; -Superficies que contienen gravas que cubren más del 80% de la superficie de la calzada, y las gravas constan de gran cantidad de material claro, o reflectivos o están compuestas al 100% de roca rica en calcio muy brillantes; -Superficies de calzada de hormigón de concreto.

- R2** -Superficies con textura rugosa que contienen agregados normales; -Superficies asfálticas (pavimentos bituminosos que contienen el 10% al 15% de abrilladores artificiales; - Hormigón bituminoso grueso y rugoso, rico en gravas (más del 60%) de tamaños mayores a 10 mm; -Asfalto mástico después de ser tratado. Se conoce también como asfalto mástico en estado nuevo.
- R3** Revestimiento en Hormigón (asfalto frío, asfalto cemento) con tamaño de grava superior a 10 mm, con textura rugosa; -Superficies tratadas con textura rugosa pero pulimentada.
- R4** -Asfalto mástico después de varios meses de uso; -Superficies con textura bastante suave o pulimentada

Fuente: Regulación de la agencia de regulación y control de electricidad –ARCONEL.

4.2.3.8. *Vías para tráfico peatonal.*

Las clases de iluminación para diferentes tipos de vías en áreas peatonales y de ciclistas se presentan en la **Tabla 16**.

Tabla 16. Clases de iluminación para diferentes tipos de vías en áreas peatonales y de ciclistas.

Clase de Iluminación	Descripción del uso de la calzada
P1	Vías de gran importancia.
P2	Utilización nocturna intensa por peatones y ciclistas.
P3	Utilización nocturna moderada por peatones y ciclistas
P4	Utilización nocturna baja por peatones y ciclistas, únicamente asociada a las propiedades adyacentes.
P5	Utilización nocturna baja por peatones y ciclistas, únicamente asociada a las propiedades adyacentes. Importante mantener el lugar o el carácter arquitectónico del entorno.
P6	Utilización nocturna muy baja por peatones y ciclistas, únicamente asociada a las propiedades adyacentes. Importante preservar el carácter arquitectónico del ambiente

Fuente: Regulación de la agencia de regulación y control de electricidad –ARCONEL.

4.2.3.9. *Parámetros fotométricos para tráfico peatonal*

Los parámetros fotométricos para tráfico motorizado (P1 al P6), se definen en la siguiente **Tabla 17**:

Tabla 17. Requisitos mínimos de iluminación para tráfico peatonal.

Clase de Iluminación	Iluminación (lx)	
	Valor promedio (*)	Valor mínimo (*)
P1	20	7.5
P2	10	3.0

P3	7.5	1.5
P4	5.0	1.0
P5	3.0	0.6
P6	1.5	0.2

Fuente: Regulación de la agencia de regulación y control de electricidad –ARCONEL.

Nota:(*) Medidas a nivel de suelo.

Para la implementación del alumbrado público se recomienda el uso de las siguientes ubicaciones de Luminarias, en la Figura 20 podemos ver las disposiciones para luminarias.

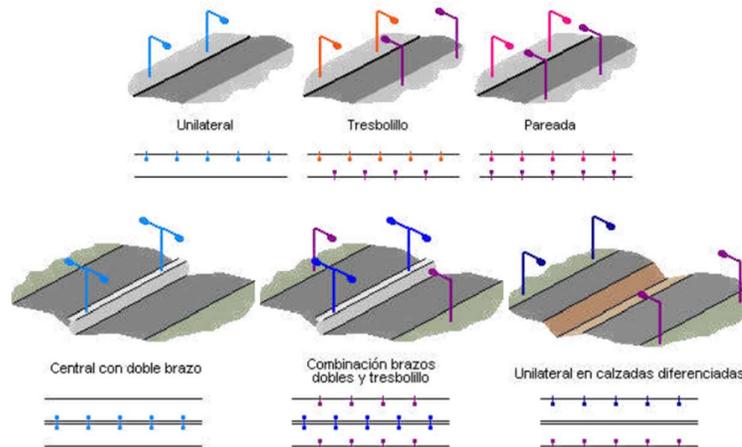


Figura 20. Disposiciones para luminarias.

Fuente: Normativa Técnica EERSSA.

4.2.4. Medición.

Los sistemas de medición pueden ser monofásicos, monofásicos a tres hilos, bifásicos o trifásicos; el tipo de los medidores y su capacidad serán determinados en base al estudio de la demanda, el que además establecerá si la instalación se realizará en baja tensión o en media tensión. En las tablas del Anexo 9 se describen los diferentes sistemas de medición utilizados por la EERSSA.

Clase: determina la corriente máxima que soporta el medidor.

Forma: Identifica el tipo de conexión del sistema de medición: “A” tipo de bornera. Para medición directa: 1A una fase dos hilos, 13A dos fases tres hilos, 16A tres fases cuatro hilos y 10A tres fases cuatro hilos para medición indirecta “S” tipo base socket, medición directa: 2S una fase tres hilos, 12S dos fases tres hilos, 16S tres fases cuatro hilos; para medición indirecta: 3S una fase dos hilos, 4S una fase tres hilos, 5S tres fases cuatro hilos conexión triángulo, 9S tres fases cuatro hilos conexión estrella.

Todo medidor irá instalado en un tablero metálico, cuando el caso requiera la instalación de dos o más medidores, deberá contemplarse la instalación de un tablero de medidores.

4.2.5. Puestas a tierra.

La resistencia de puesta a tierra tendrá un valor máximo de 10 ohmios, de tenerse valores superiores podrá colocarse un mayor número de varillas cooperweld, mejorarse el terreno o diseñarse mallas de puesta a tierra. Se conectará la “puesta a tierra” con el conductor neutro en los siguientes casos:

- En alimentadores primarios cada 500 o 600 metros.
- En cada centro de transformación.
- En cada juego de pararrayos.
- En las cabinas de transformación, para lo cual la puesta a tierra se formará mediante una malla compuesta de 6 grillas.
- En todos los terminales y divisiones de las redes de baja tensión urbanas.
- En las estructuras terminal de las redes de baja tensión mayores a 200 m medidos a partir del transformador.
- En todas las luminarias (se conectará la carcasa de la luminaria al neutro del sistema que estará a su vez multiaterrado).
- En todos los tableros o equipos de medición.

La puesta a tierra se la realizará con conductor de cobre cableado desnudo o con cable de cobre con recubrimiento de cobre, el calibre mínimo será el 4 AWG, el mismo que se conectará al neutro de las redes de distribución mediante un conector perno hendido Cu-Al de 6-2/0 AWG o Cu-Cu de tamaño adecuado, también se conectará a una varilla de cooperweld de $\varnothing 16 \times 1.800$ mm.

4.2.6. Tensores, postes de hormigón armado y misceláneos

4.2.6.1. Tensores.

Los soportes angulares y terminales del sistema de distribución en los cuales, los esfuerzos transversales o longitudinales resultantes sobre los postes superen la carga útil especificada, serán anclados en el terreno mediante tensores.

El montaje de tensores simples y dobles está determinado por el tipo de estructuras, longitud y ángulo de los vanos.

En lo posible se debe evitar el uso de tensores tipo farol, y en el caso de utilizarse, el poste deberá ser del tipo pesado.

El proyectista deberá establecer la posición del anclaje al terreno, evitando la interferencia con el tránsito de vehículos y peatones.

En la instalación de tensores se utilizará varilla de anclaje galvanizada de \varnothing 16 mm (5/8") x 2.4 metros para el caso de alimentadores primarios trifásicos, y de \varnothing 16 mm (5/8") x 2 metros para el caso de alimentadores primarios monofásicos y redes de distribución.

La unión al poste se realizará por medio de cable de acero galvanizado de alta resistencia de \varnothing 9.5 mm (3/8") (7 hilos) y asegurado por medio de varillas de retención preformadas GDE-1107, sujetadas al poste por medio de un eslabón angular y a la varilla de anclaje por medio de guardacabo de 3/8 pulgadas. Para la protección de las personas por posibles fugas de corriente causadas por contactos de los conductores de fase con el cable tensor, en el cable deberá instalarse un aislador tipo retenida, clase ANSI 54-2 en niveles de 13.8 kV y clase ANSI 54-3 para niveles de 22 kV.

4.2.6.2. Postes

Definición:

Esfuerzo a la rotura: es el máximo esfuerzo de trabajo admisible que un poste puede soportar cuando se aplica una carga horizontal expresada en kilogramos, aplicada a 20 cm del extremo superior.

En el área de concesión de la EERSSA se utilizará postes circulares de hormigón armado o plásticos reforzados con fibra de vidrio.

4.2.6.3. Misceláneos

En las derivaciones, cruces, puentes, etc. de conductores que se requiera el uso de conectores, éstos serán del tipo cuña impulsados por cartuchos acelerados por gas, para lo cual se utilizará la herramienta adecuada.

- La conexión de las grapas de línea energizada se realizará a través de un estribo, para evitar el contacto eléctrico directo con el conductor principal.
- Los conductores aéreos de media tensión tendrán que ser aislados en 1.5 metros a cada lado de la estructura de suspensión o retención, al igual que las conexiones para los transformadores, seccionadores y pararrayos, siempre que el caso así lo amerite
- El galvanizado de la herrajería debe cumplir con la norma internacional de calidad ASTM-A153.
- Los brazos de luminarias se sujetarán a los postes usando dos pernos máquina de las dimensiones adecuadas.

- Las bajantes del transformador a la red de baja tensión serán mediante conductor tipo TTU. Todas las tuberías de los pozos de revisión o los finales de las tuberías de las cabinas de transformación deberán llevar tapones para evitar el ingreso de roedores.

4.3. Homologación de las unidades de propiedad (UP) y unidades de construcción (UC) del sistema de distribución eléctrica.

Se utilizará normalmente postes circulares de hormigón armado, plástico reforzado con fibra de vidrio o cualquier otro material que cumpla con las exigencias y características necesarias para su uso en redes de distribución eléctrica.

4.3.1. Postes

- Los postes normalizados son de 10 m 400 kg y 12 m 500 kg, adicionalmente por condiciones especiales de funcionamiento, se pueden utilizar postes de 14, 16 y 18 m.
- Se utilizará postes con carga horizontal de rotura de 2000 kg (autosoportantes), para evitar el uso de tensores en casos de extrema necesidad. El reemplazo del tensor tipo A por postes autosoportantes está sujeto a análisis de esfuerzos mecánicos.
- En el sumario de especificaciones técnicas, se ha considerado que el proveedor suministre los postes con una numeración en bajo relieve, para lo cual, las empresas eléctricas deberán suministrar el rango o la serie para cada lote de postes.

4.3.2. Transformadores

- En redes monofásicas, generalmente se instalarán transformadores del tipo autoprotegido. Para condiciones particulares se podrá instalar transformadores del tipo convencional.
- Los transformadores a instalarse, deberán ajustarse a lo detallado en el Sumario de Especificaciones Técnicas.
- De acuerdo a análisis técnicos, la instalación de bancos de transformadores monofásicos se realiza en condiciones particulares.

4.3.3. Alumbrado Público

- Eliminar el uso de luminarias de mercurio en el alumbrado público vial.
- Las luminarias a instalarse, deberán ajustarse a las especificaciones técnicas.
- Se debe analizar el uso de luminarias tipo Led en la iluminación vial, considerando el cumplimiento de parámetros fotométricos.

4.3.4. Estructuras en Redes Aéreas de distribución

- Normalizar la longitud de las crucetas, con valores de: 1.50, 2.00 y 2.40 m.

- Generalizar el uso de aisladores de caucho siliconado (polímero).
- Considerar el uso como elemento sustituible de las crucetas de perfil metálico, a las crucetas de plástico reforzadas con fibra de vidrio o cualquier otro material que cumpla con las exigencias y características necesarias para su uso en redes de distribución eléctrica.

4.3.5. Medidores de Energía Eléctrica

- En clientes masivos debe eliminarse el uso de medidores tipo socket, reemplazándolos por los de tipo bornera con su respectiva caja de protección.
- Se debe eliminar el uso de medidores monofásicos a tres hilos, debido a que no registra el consumo real ante la desconexión de uno de los hilos de la fase.

4.3.6. Estructura del identificador nemotécnico de las unidades de propiedad y de construcción. Unidades de propiedad

4.3.6.1. Primer campo

- Está conformado por dos caracteres alfabéticos en mayúsculas, denominado GRUPO, que define la Unidad de Propiedad.
- Para especificar el primer campo, se considera la primera y/o segunda letra de la (s) palabra (s) clave (s) que define el grupo. Las equivalencias están dadas en la **Tabla 18:**

Tabla 18. Denominación de las unidades de propiedad UP. GRUPO

ES	E Structuras en redes aéreas de distribución.
TR	T Ransformadores en redes de distribución.
SP	S eccionamiento y P rotección en redes aéreas de distribución.
EC	E quipos de C ompensación en redes aéreas de distribución.
PO	P Ostes en redes de distribución.
CO	C Onductores en redes de distribución.
ME	M Edidores en redes de distribución.
AC	A Cometidas en redes de distribución.
TA	T ensores y A nclajes en redes de distribución
PT	P uesta a T ierra en redes de distribución.
AP	A lumbrado P úblico vial en redes de distribución.
AO	A lumbrado P úblico O rnamental.

Fuente: Homologación de las unidades de propiedad (up). MEER

4.3.6.2. Segundo campo:

Está conformado por un carácter alfabético en mayúscula, denominado NIVEL DE VOLTAJE, que indica los voltajes utilizados actualmente en el país.

Se considera la primera letra de la palabra clave, de repetirse ésta, se utilizará la siguiente letra; las equivalencias están expresadas en la **Tabla 19**:

Tabla 19. Denominación de las unidades de propiedad UP. NIVEL DE VOLTAJE.

C	120 V – 121 V – 127 V (Cien)
E	0 V (CEro)
D	240/120 V – 220/127 V (Doscientos)
U	440/256 V – 480/227 V (CUatrocientos).
S	6,3 kV (Seis mil)
T	13,8 kV GRDy / 7,96 kV – 13,2 kV GRDy / 7,62 kV (Trece mil).
V	22 kV GRDy / 12,7 kV - 22,8 kV GRDy / 13,2 kV (Veinte mil)
R	34,5 kV GRDy / 19,92 kV (TReinta mil).
0	No aplica.

Fuente: Homologación de las unidades de propiedad (up). MEER

Metodología.

5.1. Materiales

Para llevar a cabo las actividades necesarias para el cumplimiento de los objetivos de la investigación, es imprescindible que se cuente con recursos tanto humanos como materiales para consolidar su ejecución. Para el desarrollo del presente proyecto de grado, se describen a través de la **Tabla 20** los materiales que fueron utilizados para su desarrollo:

Tabla 20. Materiales utilizados en el desarrollo del Proyecto de Grado.

<i>Materiales o medios</i>	<i>Descripción</i>
Bibliografía	<ul style="list-style-type: none">-Material bibliográfico sobre redes de distribución.-Tipos y clasificación de redes de distribución en el Ecuador.-Energía Solar.- Normas técnicas para el diseño de redes eléctricas urbanas y rurales, EERSSA.- REGULACIÓN Nro. ARCONEL 00x/18.- Homologación de las unidades de propiedad (UP) y unidades de construcción (UC) del sistema de distribución eléctrica. Características del Hardware: Laptop DELL
Hardware	<ul style="list-style-type: none">-Intel(R) Core (TM) i5-1035G1 CPU @ 1.00GHz 1.19 GHz-Windows 11 Home-(15,6") Full HD (1920 x 1080) 16:9 IPS-480 GB SSD.
Internet	<ul style="list-style-type: none">-Conexión Vía Wifi para la obtención de la información necesaria para la ejecución de datos teóricos para el desarrollo del Trabajo de Grado.
Software	<ul style="list-style-type: none">-ArcGis®-AutoCAD®-Microsoft Office®-Dialux®
Otros materiales o APP	<ul style="list-style-type: none">-Garmin GPS-Distanciómetro-OsmAnd
Tutor de trabajo de Grado	El tutor asignado en este caso el Ing. Julio Gómez.

5.2 Métodos

En el diseño de proyección de red eléctrica en el barrio Las Cochas (Figura 9), perteneciente al cantón Puyango de la provincia de Loja, se realiza el recorrido por el sector en el que se verifica la geografía del terreno, condiciones climáticas de la zona y las vías en las

que interviene el diseño. Ante ello se tiene en cuenta que en la calle Vía a Ciano, es la principal arteria de la red y alumbrado público.

Para el diseño se empieza por realizar el levantamiento de información de la red existente del lugar, en la que se efectúa por medio del recorrido en campo utilizando dispositivos fiables de navegación satelital para marcar coordenadas y de medición para determinar distancias de vanos existentes de la red. Los valores de las capacidades de transformadores, luminarias, estructuras son obtenidos mediante el Geoportel Técnico de la EERSSA, esta herramienta se utiliza para determinar la carga instalada en el sector en kVA, para establecer si los centros de transformación son de origen particular o de propiedad de la EERSSA.

Luego para el diseño de la nueva red, se procede a realizar el replanteo de las estructuras, de manera que coincida la distancia de los vanos entre estructuras de forma significativa para poder realizar el estudio lumínico. A continuación, se hace uso de la Normativa Técnica de la EERSSA que establece que, para el diseño de redes eléctricas rurales, la capacidad de los transformadores se selecciona para el voltaje instalado en el sector, y depende del cálculo de la Demanda Máxima Diversificada (DMD), teniendo en consideración el tipo de usuario para el sector rural al que pertenece, como se puede observar en la **Tabla 3**.

Posteriormente se basa en la normativa de la EERSSA para zonas rurales y se procede al dimensionamiento de la red de media y baja tensión, en el que se determina estructuras a utilizar, selección de conductor para la red aérea tanto en media tensión, como en baja tensión, el tipo y calibre del conductor se utiliza de acuerdo a las caídas de tensión, tipos de tensor dependiendo del lugar donde va la estructura y acometida a utilizar.

Consecutivamente se realiza el cálculo lumínico en el software Dialux®, siguiendo las normas técnicas de diseño para alumbrado público CIE 132 en el que permite seleccionar diferentes parámetros, como el tipo de calzada, tipo de vía con tráfico peatonal o motorizado entre otros, cabe recabar que cada luminaria cuenta con su propia matriz de intensidades(Datos técnicos para la elaboración del diseño), el modelo que se selecciona es de tipo solar con leds, ya que son sustentables por la energía que utilizan y las ventajas técnicas que presentan con respecto a las luminarias utilizadas en el sector. Posterior a ello se realiza una comparación entre el cálculo lumínico generado en el software y la normativa para el tipo de vía de la zona.

6. Resultados.

6.1 Levantamiento de información de la red existente.

Para el levantamiento de la red existente en la zona en estudio, se empezó por realizar una visita en campo, con el objetivo de contrastar la información entre la red aérea como construida y la red establecida en el GEOPORTAL de la EERSSSA.

6.1.1. Red de media tensión.

Con la recolección de información de la red MT en la zona se logró constatar que existe un Tramo en MTA monofásico de configuración de red 1x2(2) con conductor tipo ACSR desnudo, el cual se deriva del alimentador Alamor. Cabe recalcar que existe una caída de tensión significativa, por encima de los rangos que establece la EERSSA para satisfacer con el servicio de calidad a toda la comunidad de Las Cochas, para tener una mejor visualización en el Anexo 1 plano número 1 se encuentra el archivo CAD de la red existente, en la Figura 21 se muestra la red existente en media tensión con línea continua, de color celeste.

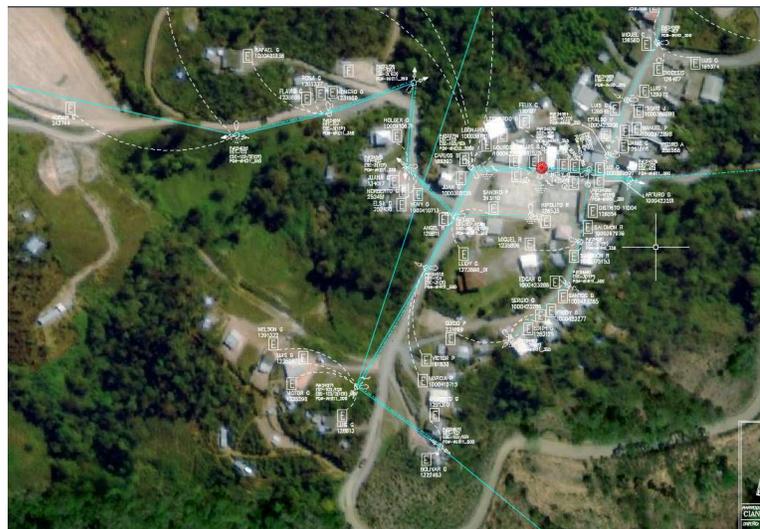


Figura 21. Red en media tensión existente en la zona.

6.1.2. Transformadores.

En la zona en estudio se observa que existe un solo transformador de la marca ECUATRANS con una potencia de transformación de 25 kVA perteneciente a la EERSSA como se muestra en la Figura 22, el cual según los cálculos realizados se observa que esta subdimensionado en su cargabilidad actual, ya que esta configuración de red cuenta con algunos años de antigüedad. Por otra parte, existe un transformador de tipo particular de 10 kVA que satisface con la demanda eléctrica para una planta envasadora de café de la zona.



Figura 22. Transformador existente en la zona en estudio.

Cabe mencionar que se determinó la cargabilidad del transformador existente, para determinar si esta sobrecargado en la actualidad, ya que en el sector se han realizado programas de cocinas de inducción, precisamente cambiando las cocinas de GLP por inducción. Para determinar la Demanda Total a la que está sometido el transformador, se realizó el cálculo para 68 abonados del circuito de transformador, en la **Tabla 21** se muestra que el transformador ya está sobrecargado.

Tabla 21. Cálculo de la demanda máxima con 68 usuarios de la red existente.

$DM=[(D*N*FC) + AP+CI] *FS$		$FC=N^{-0.0944}$
<i>DMP</i>		<i>Demanda Máxima Proyectada</i>
<i>DPu15=</i>	0,40	<i>Demanda Máxima Unitaria (kVA)</i>
<i>FC=</i>	0,67	<i>Factor de coincidencia (kVA)</i>
<i>N=</i>	68	<i>Número de abonados</i>
<i>AP=</i>	2,15	<i>Alumbrado Público (kVA)</i>
<i>Fdci=</i>	0,166	<i>Factor de simultaneidad CI</i>
<i>CI=</i>	15,88	<i>Cocinas de inducción (kVA)</i>

$FS=$	0,7	<i>Factor de sobrecarga</i>
	DMP= 18,25 kVA	
	DMD=36,28 kVA	
	DMDT=25,40 kVA	

La cargabilidad del transformador se detalla en el Anexo 2, en el que asciende a 101.6 % sin incluir el resto de usuarios, por lo tanto, se determina sobrecargado y amerita un nuevo dimensionamiento de los transformadores para el sector.

6.1.3. Red de Baja Tensión.

En el sector se puede evidenciar un solo circuito en baja tensión, ya que existe un solo transformador, por lo que existe una caída de tensión en los abonados más alejados al centro de transformación, también se refleja una red actual perecedera, al no ser intervenida durante mucho tiempo, el conductor utilizado en la red de baja tensión es ACSR de aluminio desnudo calibre número 2, y su configuración es CO0-0B2x2(2).

La situación actual de la red se presenta con dos hilos, con neutro corrido, la cual cuenta con una vejez considerable en toda la configuración de la red.

Para el cálculo de caídas de tensión tanto en MT como en BT se utiliza un formato establecido por la Normativa técnica 2012 de la EERSSA.

Las caídas de tensión para el circuito existente del transformador con mayor demanda, se muestra en la **Tabla 22**, y se define mediante la distancia de los tramos entre cada poste, las cargas del alumbrado público no se consideran. El FDV (Factor de Caída de Tensión) determinado en [kVA-m] en de bajo voltaje se determinan mediante la diferencia de voltaje parcial y acumuladas. En el Anexo 3 se encuentra más en detalle las caídas de tensión en BT.

Tabla 22. Cálculo de las caídas de tensión BT, red existente.

Referencia	Longitud (m)	Lu. m. P	Abonos	(KVA)A P/CE	DM (KVA)	Calibre AWG	FDV(KVA-m) para 1% de DV	KV A-m	DV % Parcial	DV% Acumulado
124585-124586	42,00		4		0,6	2F 2X2(2)) C ACSR	346	28,5	0,08	2,08
ACO.12 4586-LG	24,00		4		0,6	2F Duple x 2x4 C	50	16,3	0,33	2,40
124586-124588	41,00		7		4,7	2F 2X2(2)) C ACSR	346	193,	0,56	2,96
ACO.12 4588-AG	90,00		7		7,3	2F Triple x 3x6 C	120	661,	5,51	8,47
<p>Nota: La Caída de tensión se calculó para el ramal más crítico, y para la acometida más alejada del transformador</p>									Dv máx %	8,47

6.1.4. Alumbrado Público.

Las luminarias están ubicadas a lo largo de la red existente, algunas en mal estado, las mismas son marca Schreder y Celsa de 100W de sodio cerrada, las distancias entre postes todos de hormigón varían en algunos tramos, por la misma razón que no existe un equilibrio en la iluminación de algunas partes del sector, la alimentación se realiza por medio de un hilo piloto, y en otras autocontroladas por medio de fotocélulas. En la Figura 23 se muestra una luminaria del sector.

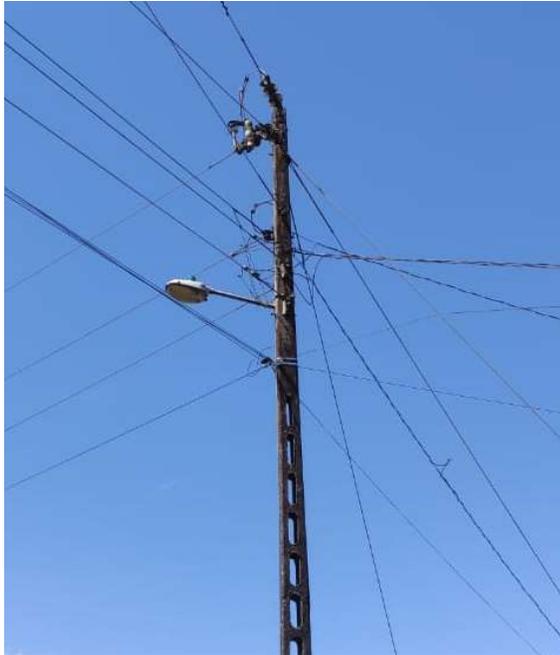


Figura 23. Luminaria marca Celsa de 100 W autocontrolada.

6.2 Diseño de la proyección de red eléctrica monofásica en el barrio Las Cochas

6.2.1. Diseño de la red de media tensión.

La proyección de red de MT se extiende a lo largo del sector, para poder alimentar los diferentes transformadores que se calcula en el diseño, que se articularan del Alimentador 1 Alamor monofásico a 7.97 Kva (Anexo 1, plano número 2 del diseño). La red primaria queda originalmente como el diseño anterior para los barrios vecinos a la zona, que se alimentan por esta línea transitoria, cabe recalcar que para la red de MT se diseñó con el conductor ACSR #2 tanto para la fase como el neutro, en configuración 1x2(2). Las caídas de tensión en MT se indican en la **Tabla 23**, y se aplican a toda la red diseñada en el sector. Para poder ver más en detalle en el Anexo 4 está todo el cálculo.

Tabla 23. Caídas de tensión en MT de la red proyectada.

Referencia	Longitud (Km)	Lu m. P	Abonos	(KVA)A P/CE	DM (KVA)	Calibre AWG	FDV (KV A-Km) para 1% de DV	KV A-K m	DV % Parcial	DV% Acumulado
------------	---------------	---------	--------	-------------	----------	-------------	-----------------------------	----------	--------------	---------------

124571- Cruce A	210	10	9,34	12,56	1F /2 C	1X2(2) ACSR	330	2,6 4	0,08	0,01
Cruce A-E7A	45	4	5,04	6,44	1F /2 C	1X2(2) ACSR	330	0,2 9	0,01	0,01
124571- E60	43	0	0,00	0,00	1F /2 C	1X2(2) ACSR	330	0,0 0	0,00	0,01
124571- E20	169	2,6 7	13	11,14 90	1F /2 C	1X2(2) ACSR	330	3,0 2	0,00 9	0,02
124571- E55	282,0 0	11	9,96	13,47	1F /2 C	1X2(2) ACSR	330	3,8 0	0,01 2	0,02
Nota:									Dv máx % 0,02	

6.2.2. Dimensionamiento de Transformadores.

El diseño se realizó con 4 transformadores, y 1 transformador particular para la envasadora de café IARAS que cuenta con dimensionamiento eléctrico propio, para el cálculo de demanda proyectada se analizó el tipo de cliente para zonas rurales detallado en la **Tabla 3** en el que la DMUp está considerada para 10 años.

En la **Tabla 24** se realizó el cálculo de la Demanda Máxima Proyectada para 15 años del CT1, en el Anexo 5 se encuentran los dimensionamientos de los otros CT. En la Demanda Máxima Unitaria se incluyen 5 años adicionales para completar el número de años de la DMP, a los que actualmente se están realizando los diseños dentro de la EERSSA.

Tabla 24. Dimensionamiento de los transformadores.

$$DMP = [(DPu_{15} * N * FC) + AP + CIJ] * FS$$

$$FC = N^{-0.0944}$$

<i>DMP</i>		<i>Demanda Máxima Proyectada</i>
<i>DPu15=</i>	<i>0,46</i>	<i>Demanda Máxima Unitaria</i>
<i>FC=</i>	<i>0,77</i>	<i>Factor de coincidencia</i>
<i>N=</i>	<i>16</i>	<i>Número de abonados</i>
<i>AP=</i>	<i>0,00</i>	<i>Alumbrado Público</i>
<i>Fdci=</i>	<i>0,184</i>	<i>Factor de simultaneidad CI</i>
<i>CI=</i>	<i>12,81</i>	<i>Cocinas de inducción</i>
<i>FS=</i>	<i>0,7</i>	<i>Factor de sobrecarga</i>

DMP= 5,71 kVA

DMD=18,53 kVA

DMDT=12,97 kVA

TRANSFORMADOR PROYECTADO

CAPACIDAD	15 kVA
RESERVA	2,03 kVA

En el estudio se incluyó el uso de cocinas de inducción con su respectivo factor de simultaneidad para los abonados del sector.

Las características del transformador son:

- Monofásico CSP autoprotegido.
- Voltaje primario 13800/7967 V
- Voltaje secundario 240/140V

6.2.3. Diseño de la red de baja tensión.

Para realizar el diseño de la red de BT se utilizó conductor tipo ACSR #2 de configuración CO0-0B2x2(2), con el que se calculó las caídas de tensión, para los diferentes tramos en la zona, los factores más importantes que influyen dentro de las caídas de tensión son la Demanda máxima, en los que se incluyen las cocinas de inducción, el factor de tensión presentado por la Normativa de la EERSSA para dicho calibre del conductor está en unidades

kVA-m para el 1% de caídas de voltaje. En la **Tabla 25** se determinaron las caídas de tensión para el circuito de BT del transformador CT1, en el que la caída de tensión es de 2,25% que está por debajo del máximo permitido. El resto de cálculos para caídas de tensión se detallan en el Anexo 6.

Tabla 25. Caídas de tensión del circuito de BT del transformador CT1.

Referencia	Longitud (m)	Lu. m. P	Abonos	(KVA)A P/CE	DM (KVA)	Calibre AWG	FDV(KVA-m) para 1% de DV	KV Am	DV % Parcial	DV% Acumulado
TRAFO-E2	29,00		2		4,37	2F /3) C ACSR	346	126,64	0,37	0,37
E2-E1	30,00		0		0,00	2F /3) C	346	0,00	0,00	0,37
E1-124571	24,00		4		6,44	2F /3) C ACSR	346	154,67	0,45	0,81,
E2-124570	42,57		2		4,37	2F /3) C	346	185,90	0,54	1,35
ACO. E1-124571	40		4		6,44		180	257,79	1,43	2,25
Nota: La Caída de tensión se calculó para el ramal más crítico, y para la acometida más alejada del transformador									Dv máx %	
									2,25	

El voltaje secundario para alimentar los contadores de energía es de 240/120V entre las dos fases y el neutro.

6.2.4. Acometidas y Medidores de energía.

- **Acometidas:** para el tramo desde la red de BT en el poste se utilizará abrazadera de acero galvanizado de doble ojal espiralado, el conductor utilizado será el Tríplex (3x4)-(3x6) con el que se realizó las caídas de tensión detalladas en el Anexo 5.
- **Medidores de energía:** para los contadores de energía se repotenciará en su efecto solo a los medidores 110V electromecánicos, para los cuales se utilizó la normativa de la EERSSA para determinar el tipo de medidor, en este caso Clase 100 forma 13A. En el caso de medidores electrónicos 220V no se intervendrá.

6.3 Diseñar el alumbrado público aislado a la red mediante la implementación de paneles fotovoltaicos.

Con base en Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC, se puede interpretar que existe un gran potencial para centros fotovoltaicos, por lo cual utilizando la información de la Figura 24, se puede indicar que se podría implementar luminarias solares en el diseño de alumbrado público para la zona en estudio, ya que no requieren de gran demanda por su potencia se augura un éxito para incentivar al uso de energías renovables.

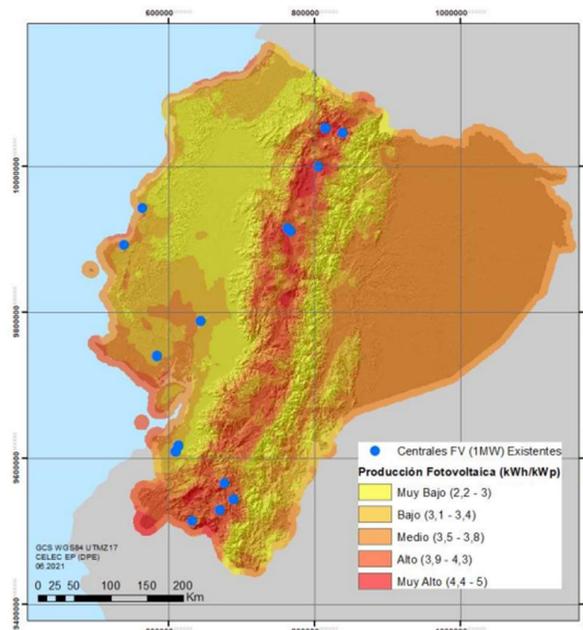


Figura 24. Mapa solar del Ecuador.

Fuente: CELECEP

Para el estudio se optó por la selección de una luminaria solar LEDEX Figura 25 de acuerdo al pequeño mercado que tenemos en nuestro país de acuerdo en cuanto a equipos de este tipo, para realizar el cálculo en el software Dialux®. Esta luminaria cuenta con un panel

monocristalino con potencia de 80W ALL IN ONE (Todo en uno) es decir Luminaria, Batería y regulador en un solo equipo.



Figura 25. Luminaria marca LEDEX ALL IN ONE.
Fuente: LEDEX

Se empezó por realizar un dimensionamiento de redes entre cada estructura con una distancia mínima considerable, y con esto tratar de considerar un estudio lumínico exitoso. Hay que tener en cuenta que estos equipos de iluminación no cuentan en la actualidad con una potencia de iluminación regular comparada con una lámpara led o de sodio cerrado, ante ello se redujo los vanos a lo mínimo en concordancia a lo que establece la normativa de la EERSSA.

Para efectuar el diseño de alumbrado público del sector se utilizó 57 luminarias que están ubicadas de manera unilateral, su fotometría está determinada en el Anexo 7, pero varían por la geografía del terreno, en las vías más importantes y de más demanda de iluminación. La altura de iluminación se orientó a 10m teniendo en cuenta lo recomendado por el fabricante y en base a la altura de las estructuras que se utilizó en el diseño, en la **Tabla 26** se detalla la ficha técnica de la luminaria utilizada para comprobar el diseño.

Tabla 26. Ficha técnica luminaria solar LEDEX 6000k.

LEDEX 6000K	
Características	Luminaria ALL in One
Potencia	80W
Voltaje	18V

Tipo de Panel solar	Monocristalino
Voltaje batería	11.1V
Capacidad	41.6AH
Tipo de batería	Li-ion

En el presente estudio de iluminación se llevó a cabo el cálculo lumínico Figura 26 que nos permite satisfactoriamente comprobar los niveles de luminosidad para todas las zonas donde se implementarían las luminarias.

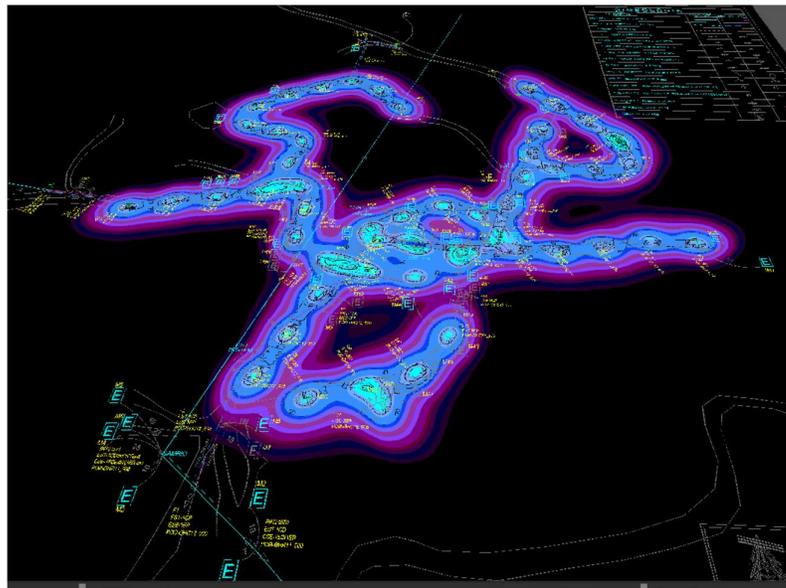


Figura 26. Diseño de Alumbrado público barrio Las Cochas (Colores Falsos).

6.4 Presupuesto de materiales.

Algunos de los materiales que se utilizarían si existiría una ejecución de obra son los que se presentan en la Tabla 27, los precios que se manejan están alrededor del valor del mercado y el presupuesto completo se presenta en el Anexo 8.

Tabla 27. Presupuesto de materiales.

RUBRO	UNIDAD	CANT.	COSTOS	
			PRECIO UNITARIO (MATERIAL)	TOTAL
Poste circular de hormigón armado, de 12 m, 500 Kg de carga a la rotura. en terreno sin clasificar	U	62	262,50	16.275,00
Tensor a tierra doble TAT-0TD, en terreno sin clasificar	U	5	53,16	265,80
Tensor a tierra doble TAT-0TD, en terreno roca	U	7	53,16	372,12
Tensor a tierra simple TAT-0TS, en terreno sin clasificar	U	5	39,03	195,15
Tensor a tierra simple TAT-02TS, en terreno roca	U	1	39,03	39,03
Tensor poste a poste simple TAT-0PS	U	2	37,07	74,14

Tensor a tierra simple TAD-0TS, en terreno sin clasificar	U	15	27,78	416,70
Tensor a tierra simple TAD-0TS, en terreno roca	U	1	27,78	527,82
Tensor farol simple TAD-0FS, en terreno sin clasificar	U	19	54,03	108,06

7. Discusión

En un contexto de trabajo normal; donde se llevó a cabo el desarrollo del presente proyecto del diseño de la proyección de red y alumbrado público fotovoltaico; En consecuencia, el levantamiento de información en primera instancia resultó ardua, al tener datos cruzados entre la red existente construida en el lugar y la información del Geoportal de la EERSSA; no obstante, se tomó todos los datos de campo posibles que permitieran relacionar los factores con el nuevo diseño de la red.

Aunado a ello, se debió utilizar la revisión bibliográfica y datos preestablecidos por el SIG de la EERSSA, para poder realizar el levantamiento de red existente con total normalidad. Esto, sin lugar a dudas constituye un aspecto relevante a considerar para cumplir los objetivos en un inicio propuestos.

Es por ello, y en concordancia con los resultados de esta investigación que se puede deducir que uno de los factores más significativos en cuanto a las caídas de tensión en la red es la existencia de un solo transformador, y la distancia a los abonados más alejados del centro de transformación. En este caso, se descarta que las DV sea el factor calibre del conductor, ya que se utiliza el mismo calibre de la red existente, pues con la implementación de los nuevos transformadores no existe mayor problema con las caídas de tensión.

Con la nueva configuración de los circuitos de BT, debe tomarse en consideración que para evitar problemas de DV a largo plazo, observando el crecimiento poblacional y territorial en el sector, se optó por diseñar la proyección de red en base a cuatro centros de transformación; este factor es uno de los influyentes con miras hacia el futuro, también se incluyó el uso de cocinas de inducción para la determinación de la Demanda Máxima Proyectada. Las nuevas estructuras del diseño están ubicadas de acuerdo a la geometría del terreno y con miras a un sistema de alumbrado público de excelente iluminación.

Igualmente, se encuentra que el cambio a energías renovables es inminente en la actualidad, la geografía de la provincia de Loja promete un gran potencial para la implementación de estas energías limpias. Para el diseño del alumbrado público del sector se optó por la utilización de luminarias solares led por ser amigable con el medio ambiente, el estudio lumínico se elaboró con el fin de cumplir con los aspectos fotométricos.

Los procedimientos utilizados en esta investigación, poseen aplicación práctica y pueden ser replicados de manera que se generen nuevos proyectos, que faciliten el diseño de redes de distribución para nuevos sectores de la provincia en dependencia de diferentes factores.

8. Conclusiones

El levantamiento de información en su mayoría se realizó en campo, puesto que existen algunas irregularidades por falta de actualización de las redes existentes en el software ArcGis. Por lo tanto, se hizo un recorrido en campo para la toma de datos de las estructuras y abonados existentes.

Para el diseño de la red se ha previsto realizar el cálculo de la DMP para 15 años, en algunos sectores del lugar se proyectó la red para poder alimentar los nuevos centros de transformación y se diseñó con conductor ACSR # 2 tanto para la fase, como para el neutro corrido. A través de los resultados obtenidos se pudo establecer cuatro centros de transformación de 15 kVA cada uno, con conductor ACSR calibre #2 para la red de BT de cada circuito.

Un aspecto a considerar en este marco de ideas es que en el presupuesto se hubiese podido optar por reutilizar el conductor en toda la red para abaratar costos, pero el mismo cuenta con muchos años de servicio y no podría brindar las mismas propiedades de uno nuevo.

Por otra parte, para el estudio de iluminación se utilizó luminarias solares Ledex de 80W de potencia, con temperatura de color de 6000k y autonomía de fabricante de 24h. Generalmente, en el diseño se utilizaron 57 luminarias ubicadas de manera unidireccional alternadas por la tipología del terreno.

Como punto de comparación se puede determinar que el estudio realizado en el software de iluminación cumple con los factores estipulados por la norma internacional de iluminación CIE 140-2000, lo que se anhela que reemplace a un sistema precario con lámparas de sodio cerrado que ya han cumplido con su vida útil de funcionamiento. Indudablemente, el cómo se construyan estos proyectos, dependerá de los organismos distribuidores de energía en la región sur del país, también mediante financiamiento de entidades como el Banco Interandino de Desarrollo (BID).

Igualmente, debe tomarse en cuenta que se realizó un análisis de precios unitarios para poder determinar el presupuesto que se implementaría en la construcción de este proyecto, en el que se trató de reducir los costos constructivamente implementando las estructuras de acuerdo a la geografía del terreno y evitando utilizar material como pueden ser tensores, tensores poste, etc.

9. Recomendaciones

- Motivar a la ciudadanía del sector en base a los resultados obtenidos, a gestionar una nueva repotenciación en el sector con los organismos encargados de la distribución eléctrica en el sur del país, entidades de financiamiento entre otros. Al termino de satisfacer con lo dispuesto por el Plan Nacional para el Buen Vivir y del Plan Maestro de Electrificación Ecuador.
- Invitar a la EERSSA a generar programas para la implementación de energías renovables para la conservación del medio ambiente y establecer lugares con áreas verdes como parques, senderos, entre otros e iniciar planes estratégicos para la implementación de alumbrado público mediante luminarias solares.
- Constructivamente el diseño esta realizado en base a la geografía del sector motivando a reducir costos en caso de ejecución, también hay que tener en cuenta que el presupuesto manejado en el presente proyecto, ronda los precios de materiales en la actualidad.
- A la EERSSA recomendar realizar la actualización al SIG con información que aporte estructuras, información de abonados, acometidas, entre otros, con el propósito de evitar problemas de información errónea.

10. Bibliografía

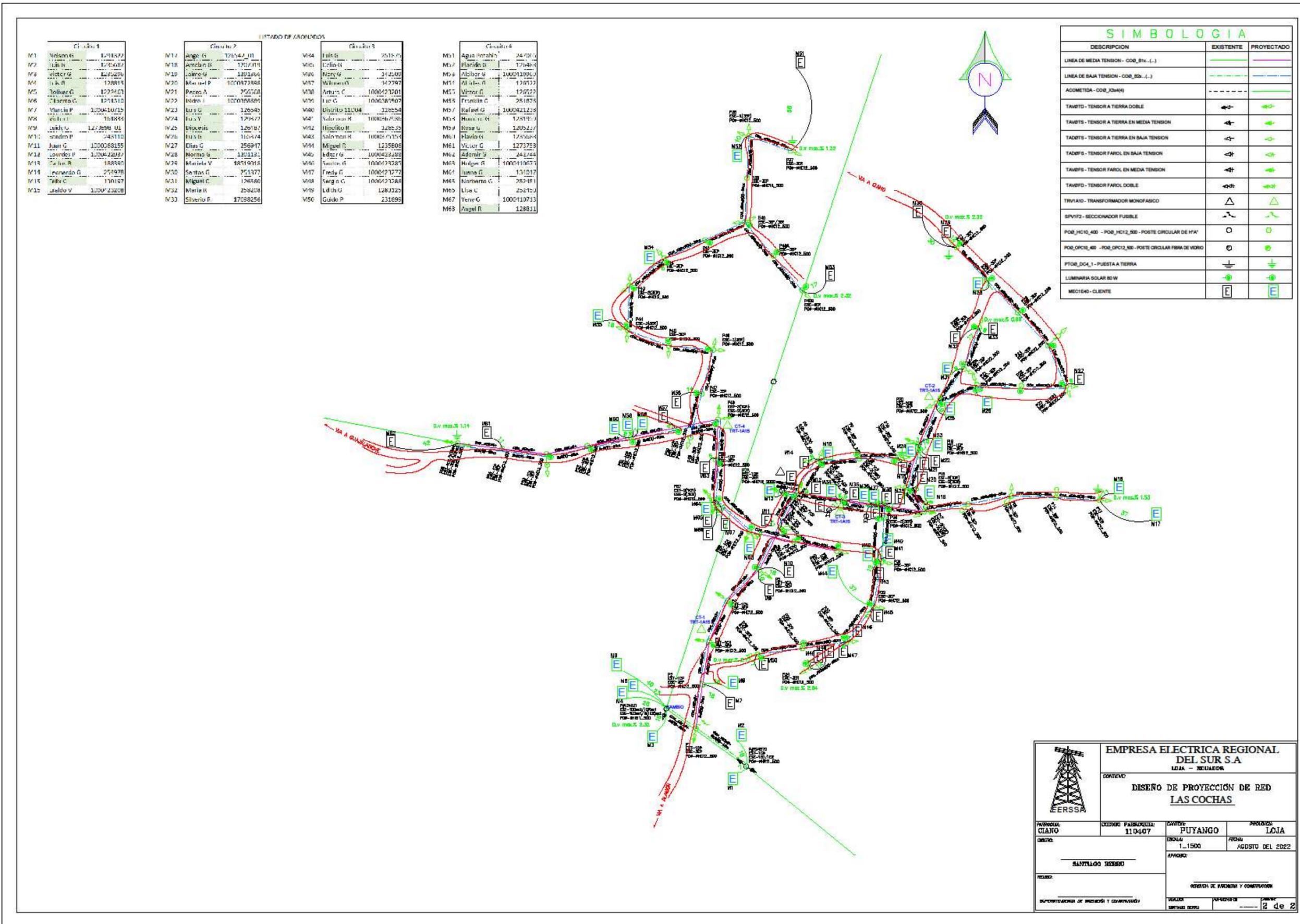
- Carlos B. Echeverría, S. L. (Marzo de 2020). *Energía para el futuro*. Obtenido de Ecuador y el impacto en el aumento de su cobertura eléctrica: <https://blogs.iadb.org/energia/es/ecuador-y-el-impacto-en-el-aumento-de-su-cobertura-electrica/>
- De la Fé Dotres, S. (2004). *Ecured*. Obtenido de Características generales de las redes de distribución : https://www.ecured.cu/Carácter%C3%ADsticas_Generales_de_las_Red_de_Distribuci%C3%B3n
- EERSSA. (2012). *NORMAS TÉCNICAS PARA EL DISEÑO DE REDES ELECTRICAS URBANAS Y RURALES*.
- El Universo. (Junio de 2017). *Revista eje industrial*. Obtenido de La energía solar se abre terreno en Ecuador: <https://www.eluniverso.com/tendencias/2017/06/10/nota/6222868/energia-solar-se-abre-terreno-ecuador/>
- Forjas Estilo. (2018). *Forjas*. Obtenido de Luminarias Alumbrado Publico: Componentes y tipos: <https://forjas.es/blog/luminaria-alumbrado-publico-componentes-y-tipos/>
- García, I. V. (Marzo/Abril de 2016). Redes de distribución subterránea. *Electrica*.
- Matelec. (Agosto de 2018). *Matelec*. Obtenido de Beneficios de la Iluminación Solar: https://www.matelec.com.ar/noticias/35_beneficios-de-la-iluminacion-solar
- REGULACIÓN, E. D. (2018). *Ecuador Patente n° ARCONEL 00x/18*.
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (Febrero de 2018). Norma Ecuatoriana de la Construcción. *Instalaciones Eléctricas*.

11. Anexos.

Anexo 1. Planos de red existente y diseño de la nueva red.

Plano 1 de 2

Plano 2 de 2



Círculo 1

M1	Nelson G	1291822
M2	Luis H	1291827
M3	Victor G	1291828
M4	Isa R	1291813
M5	José G	1291810
M6	Zaida G	1291812
M7	Maria P	1291812
M8	Isabel P	1291814
M9	Ledy G	1291815
M10	Andrés P	1291810
M11	Juan G	1291815
M12	Lorena P	1291812
M13	Carlos R	1291810
M14	Leonardo G	1291817
M15	Talía C	1291817
M16	Zaida V	1291818

Círculo 2

M17	Angé G	1291817
M18	Araceli R	1291817
M19	Leandro G	1291816
M20	Miguel P	1291818
M21	Pedro A	1291818
M22	Isidro I	1291818
M23	Luis G	1291818
M24	Luis Y	1291817
M25	Dionisio	1291817
M26	Luis G	1291814
M27	Elias G	1291817
M28	Norma G	1291817
M29	Maria V	1291818
M30	Santos G	1291817
M31	Miguel C	1291818
M32	Maria R	1291818
M33	Silvio F	1291818

Círculo 3

M34	Luis G	1291818
M35	Carlo G	1291818
M36	Nery G	1291818
M37	Wilson G	1291818
M38	Arturo C	1291818
M39	Fra C	1291818
M40	Olyvito I	1291818
M41	Salomon R	1291818
M42	Hijolito R	1291818
M43	Salomon R	1291818
M44	Miguel C	1291818
M45	Admir G	1291818
M46	Santos G	1291818
M47	Fredy G	1291818
M48	Sergio C	1291818
M49	Luis G	1291818
M50	Guido P	1291818

Círculo 4

M51	Agua Parana	1291818
M52	Blasido G	1291818
M53	Albino R	1291818
M54	Alfonso G	1291818
M55	Vilmer G	1291818
M56	Tranilo G	1291818
M57	Rafael G	1291818
M58	Román G	1291818
M59	Rosa G	1291818
M60	Flavio G	1291818
M61	Vivier G	1291818
M62	Admir G	1291818
M63	Hugo B	1291818
M64	Juana G	1291818
M65	Norberto G	1291818
M66	Lisa C	1291818
M67	Yerri G	1291818
M68	Angel R	1291818

SIMBOLOGIA

DESCRIPCION	EXISTENTE	PROYECTADO
LÍNEA DE MEDIA TENSION - COB_BTK_(...)		
LÍNEA DE BAJA TENSION - COB_BTK_(...)		
ACOMETIDA - COB_BTK_(...)		
TAVBTD - TENSOR A TIERRA DOBLE		
TAVBTS - TENSOR A TIERRA EN MEDIA TENSION		
TADBTS - TENSOR A TIERRA EN BAJA TENSION		
TADBFS - TENSOR FAROL EN BAJA TENSION		
TAVBFS - TENSOR FAROL EN MEDIA TENSION		
TAVBFD - TENSOR FAROL DOBLE		
TRV1A0 - TRANSFORMADOR MONOFASICO		
SPV1F2 - SECCIONADOR FUSIBLE		
POB_HCI0_400 - POB_HCI2_800 - POSTE CIRCULAR DE HFA		
POB_OPC0_400 - POB_OPC2_800 - POSTE CIRCULAR FIBRA DE VIDRIO		
PTOB_DCA_1 - PUESTA A TIERRA		
LUMINARIA SOLAR 80 W		
MEDIDAO - CLIENTE		

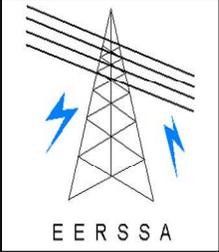
EMPRESA ELECTRICA REGIONAL DEL SUR S.A
 LOJA - BOLDADO

CONTIENE:
DISEÑO DE PROYECCIÓN DE RED LAS COCHAS

PROYECTADO: CIANO	DISEÑO PAISAJERICO: 110407	DIVISOR: PUYANGO	PROYECTOS: LOJA
DISEÑO: SANTILAGO SERRANO	ESCALA: 1:1500	FECHA: AGOSTO DEL 2022	APROBADO: GERENCIA DE INGENIERIA Y CONSTRUCCION
PROYECTO: INFRAESTRUCTURA DE PROYECCION Y CONSTRUCCION	TITULO: SANTILAGO SERRANO	NUMERO: 2 de 2	

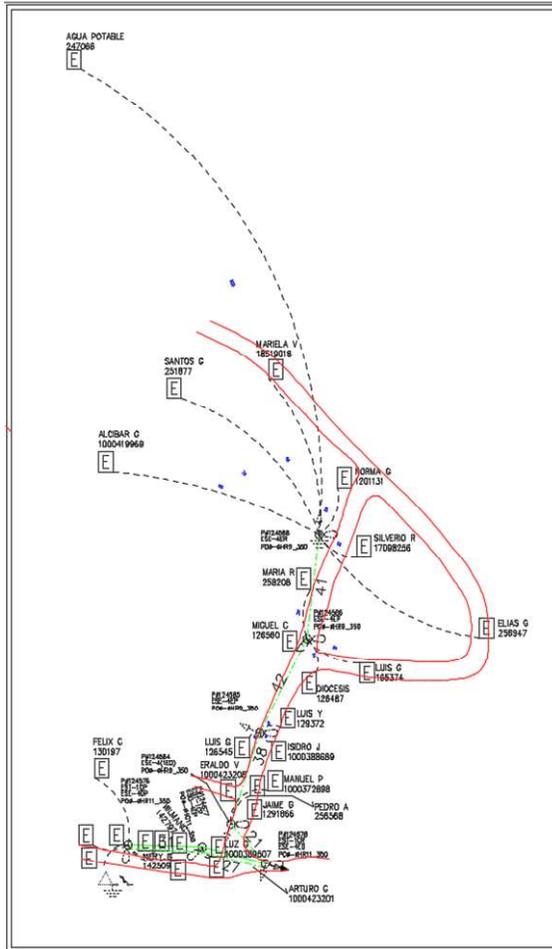
Anexo 2. Cargabilidad del transformador existente.

ANEXO: 2

CARGABILIDAD TRANSFORMADOR		ANEXO: 1
 <p>E E R S S A</p>	EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR S.A.	
DISEÑO DE PROYECCIÓN DE RED ELÉCTRICA MONOFÁSICA CONECTADA A LA RED PARA EL BARRIO LAS COCHAS DEL CANTÓN PUYANGO EMPLEANDO PANELES FOTOVOLTAICOS PARA EL ALUMBRADO PÚBLICO		
Proyectista:	SANTIAGO BERRU	
Potencia del Transf.:	25 [kVA.]	Número: 9846 Tipo: Monofásico.
Ubicación :		
MEDICIONES DE VOLTAJE Y CORRIENTES		
Demanda máxima del transf.:	25,40 [kVA.]	
Cargabilidad:	101,6 %	
<div style="background-color: red; color: black; padding: 5px; display: inline-block;">SOBRECARGADO</div>		

Anexo 3. Cálculo de las caídas de tensión en BT de la red existente

RED ALUMBRADO PÚBLICO		RED ELÉCTRICA PARA EL SECTOR LAS COCHAS						ANEXO: 3	
		COMPUTO DE CAIDA DE VOLTAJE						HOJA: 3 DE 4	
PROVINCIA:	CANTÓN:	PARROQUIA:		BARRIO:		FECHA:			
LOJA	PUYANGO	CIANO		LAS COCHAS		ago-22			
C. TRANSFORMACIÓN Nro.:	1	Alimentador:	ALAMOR	Categoría:		NÚMERO DE ABONADOS:	26		
DATOS DEL TRANSFORMADOR:		POTENCIA (kVA)		25		PROYECTISTA:		Santiago Berru	
REFERENCIA:		V. NOMINAL M.T (KV)		7,97		RESPONSABLE:		Santiago Berru	
NÚMERO DE FASES :		V. NOMINAL B.T (V)		240/120		REVISÓ:		Santiago Berru	



Referencia	Longitud (m)	Lum. Proyecto	Lum. AP	Abonados	(kVA) AP/CE	DM (kVA)	Calibre AWG	FDV(kVA-m) para 1% DV	MP kVA-m	Dv% Parcial	Dv% Acumulado		
Ramal 1													
TRAF0-124577	31,00	0	1,34	8	4,15	17,38	2F/3C	2X2(2) ACSR	346	538,89	1,56	1,56	
ACO.124577-E	19,00	0		8	4,15	17,38	1F/2C	Triplex 3x4	180	330,29	1,83	3,39	
124577-124578	27,00	0	1,34			3,62	2F/3C	2X2(2) ACSR	346	97,67	0,28	1,84	
124578-124579	146,00	0		2		3,62	2F/3C	2X2(2) ACSR	346	528,16	1,53	3,37	
ACO.124579-AG	5,00	0		2		3,62	2F/3C	Triplex 3x6	120	18,09	0,15	3,52	
Ramal 2													
124578-124584	21,00	0		4		1,18	2F/3C	2X2(2) ACSR	346	24,78	0,07	1,91	
ACO.124584-MP	21,00	0		4		1,18	2F/3C	Triplex 3x6	120	24,78	0,21	2,12	
124584-124585	38,00	0		3		0,74	2F/3C	2X2(2) ACSR	346	28,12	0,08	1,99	
ACO.124585-LY	9,00	0		3		0,74	2F/3C	Duplex 2x4	50	6,66	0,13	2,13	
124585-124586	42,00	0		4		0,68	2F/3C	2X2(2) ACSR	346	28,56	0,08	2,08	
ACO.124586-LG	24,00	0		4		0,68	2F/3C	Duplex 2x4	50	16,32	0,33	2,40	
124586-124588	41,00	0		7		7,35	2F/3C	2X2(2) ACSR	346	301,21	0,87	3,27	
ACO.124588-AG	90,00	0		7		7,35	2F/3C	Triplex 3x6	120	661,19	5,51	8,78	
Notas:										La Caída de tensión se calculó para el ramal mas crítico, y la acometida mas alejada del transformador		Dv máx.%	8,78

Anexo 4. Cálculo de las caídas de tensión en MT de la red proyectada.

RED ELÉCTRICA PARA EL SECTOR LAS COCHAS										ANEXO: 4			
COMPUTO DE CAIDA DE VOLTAJE										HOJA: 1			
PROVINCIA:	CANTÓN:	PARROQUIA:				BARRIO:				FECHA:			
LOJA	PUYANGO	CIANO				LAS COCHAS				ago-22			
C. TRANSFORMACIÓN Nro.:		Alimentador:	Categoria:		H	NÚMERO DE ABONADOS:		38					
DATOS DEL TRANSFORMADOR:		POTENCIA (kVA)				15		PROYECTISTA:		Santiago Berru			
REFERENCIA: CT-1		V. NOMINAL M.T (KV)				7,97		RESPONSABLE:		Santiago Berru			
NÚMERO DE FASES :		2		V. NOMINAL B.T (V)		240/120		REVISÓ:		Santiago Berru			
<p>Diagrama de la red eléctrica proyectada para el sector Las Cochás. El diagrama muestra una red de líneas de transmisión (MT) que se ramifican desde un punto central etiquetado como 'Cruce/Nodo A'. Se ven varios postes con sus respectivos datos técnicos, como 'P14', 'P15', 'P16', 'P17', 'P18', 'P19', 'P20', 'P21', 'P22', 'P23', 'P24', 'P25', 'P26', 'P27', 'P28', 'P29', 'P30', 'P31', 'P32', 'P33', 'P34', 'P35', 'P36', 'P37', 'P38', 'P39', 'P40'. Las líneas están etiquetadas con códigos como 'COM-#1124', 'COM-#1125', 'COM-#1126', 'COM-#1127', 'COM-#1128', 'COM-#1129', 'COM-#1130', 'COM-#1131', 'COM-#1132', 'COM-#1133', 'COM-#1134', 'COM-#1135', 'COM-#1136', 'COM-#1137', 'COM-#1138', 'COM-#1139', 'COM-#1140'. El diagrama también muestra un cruce con una línea verde que representa una vía o canal.</p>													
Referencia	Longitud (m)	Longitud (Km)	Lum. Proyecto	Lum. AP	Abonados	(kVA) AP/CE	DM (kVA)		Calibre AWG	FDV(kVA-Km) para 1% DV	MP kVA-Km	DV% Parcial	DV% Acumulado
Ramal 1													
124571-Cruce A	210	0,210	0		10	9,34	12,56	1F/2C	1X2(2) ACSR	330	2,64	0,008	0,01
Cruce A-P7A	45	0,045	0		4	5,04	6,44	1F/2C	1X2(2) ACSR	330	0,29	0,001	0,01
124571-P60	43	0,043	0		0	0,00	0,00	1F/2C	1X2(2) ACSR	330	0,00	0,00	0,01
124571-P20	169,00	0,169	0	2,674	13	11,14	17,90	1F/2C	1X2(2) ACSR	330	3,02	0,009	0,02
124571-P55	282,00	0,282	0		11	9,96	13,47	1F/2C	1X2(2) ACSR	330	3,80	0,012	0,02
Notas:												Dv máx.%	0,02

Anexo 5. Dimensionamiento de transformadores monofásicos.

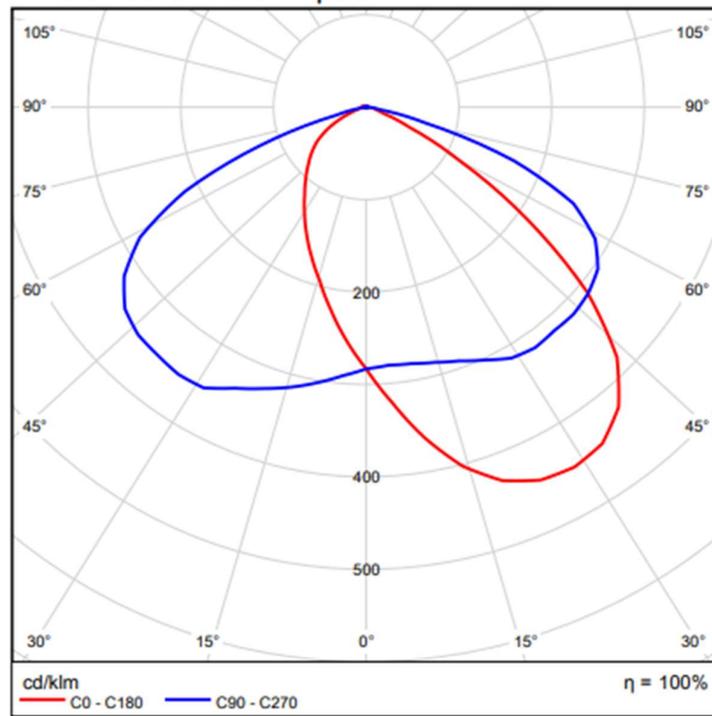
TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN		CT-1			
				ANEXO: 5	
				Hoja: 1 de 4	
PROVINCIA:	LOJA	CANTÓN:	PUYANGO	PARROQUIA:	0
SECTOR:	LAS COCHAS	POTENCIA (KVA):	15	# FASES:	1
V. PRIMARIO (V):	13800	V. SECUNDARIO (V):	240/120	TIPO TRAF0:	CSP
I. PRIMARIO (A):	1,88	I. SECUNDARIO (A):	62,5/125	ESTRUCTURA, CT N°:	
RESPONSABLE:	SANTIAGO BERRU				
DATOS PARA ANÁLISIS					
ABONADOS NUEVOS:		TIPO ABONADO:	H	DPu ₁₀ :	0,4
ABONADOS EXISTENTES:	16	DEMANDA A.P. (KVA):	0,00	DEMANDA C. I. (KVA):	12,81
LUMINARIAS DE 100W:					15
LUMINARIAS DE 150W:					
DEMANDA DE DISEÑO PROYECTADA					
$DMP = [(DPu_{15} * N * FC) + AP + CI] * FS$			$FC = N^{-0.0944}$		
DMP		Demanda Maxima Proyectada		(kVA)	
DPu ₁₅ =	0,46	Demanda Máxima Unitaria		(kVA)	
FC=	0,77	Factor de coincidencia			
N=	16	Número de abonados			
AP=	0,00	Alumbrado Público		(kVA)	
Fdcj=	0,184	Factor de simultaneidad CI			
CI=	12,81	Cocinas de inducción		(kVA)	
FS=	0,7	Factor de sobrecarga			
		DMP=	5,71	kVA	
		DMD=	18,53	kVA	
		DMDT=	12,97	kVA	
TRANSFORMADOR PROYECTADO					
	CAPACIDAD	15	kVA		
	RESERVA	2,03	kVA		

Anexo 6. Cálculo de las caídas de tensión en BT de la red proyectada.

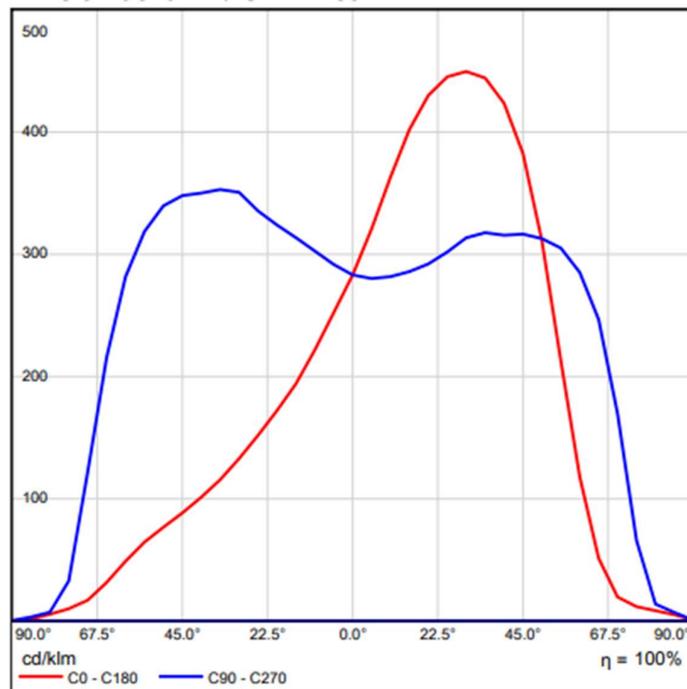
RED ALUMBRADO PÚBLICO		RED ELÉCTRICA PARA EL SECTOR LAS COCHAS						ANEXO: 2					
PROVINCIA:		CANTÓN:		PARROQUIA:		BARRIO:		HOJA: 3 DE 4					
C. TRANSFORMACIÓN Nro.:		Alimentador:		Categoria:		H		NÚMERO DE ABONADOS:					
DATOS DEL TRANSFORMADOR:		POTENCIA (kVA)		25		PROYECTISTA:		Santiago Berru					
REFERENCIA:		V. NOMINAL M.T (KV)		7,97		RESPONSABLE:		Santiago Berru					
NÚMERO DE FASES :		2		V. NOMINAL B.T (V)		240/120		REVISÓ:					
								Santiago Berru					
Referencia	Longitud (m)	Lum. Proyecto	Lum. AP	Abonados	(kVA) AP/CE	DM (kVA)		Calibre AWG	FDV(kVA-m) para 1% DV	MP kVA-m	DV% Parcial	DV% Acumulado	
Ramal 1													
TRAFO-P29	30,00	0	1,34	8	6,62	10,59	2F/3C	2X2(2) ACSR	346	317,68	0,92	0,92	
P29-P30	8,00	0	1,34	0		1,34	2F/3C	2X2(2) ACSR	346	10,70	0,03	0,95	
P30-P31	30,00	0		4	5,04	6,44	2F/3C	2X2(2) ACSR	346	193,34	0,56	1,51	
P31-P32	30,00	0		2	3,62	4,37	2F/3C	2X2(2) ACSR	346	131,01	0,38	1,89	
P32-P33	30,00	0		2	3,62	4,37	2F/3C	2X2(2) ACSR	346	131,01	0,38	2,27	
P33-P34	30,00	0		2	3,62	4,37	2F/3C	2X2(2) ACSR	346	131,01	0,38	2,64	
ACO.TRAFO-P29	14,00	0		6	6,62	8,65	2F/3C	Triplex 3x6	120	121,09	1,01	1,93	
ACO.P29-P30	0,00	0		0		0,00	2F/3C	Triplex 3x6	120	0,00	0,00	0,95	
ACO.P30-P31	12,00	0		4	5,04	6,44	2F/3C	Triplex 3x6	120	77,34	0,64	2,15	
ACO.P31-P32	37,00	0		2	3,62	4,37	2F/3C	Triplex 3x6	120	161,57	1,35	3,23	
ACO.P32-P33	6,00	0		2	3,62	4,37	2F/3C	Triplex 3x6	120	26,20	0,22	2,48	
ACO.P33-P34	12,00	0		2	3,62	4,37	2F/3C	Triplex 3x6	120	52,40	0,44	3,08	
Ramal 2													
P33-P35	30,00	0		0		0,00	2F/3C	2X2(2) ACSR	346	0,00	0,00	2,48	
P35-P36	30,00	0		1	2,87	3,27	2F/3C	2X2(2) ACSR	346	98,22	0,28	2,77	
ACO.P35-P36	11,00	0		1	2,87	3,27	2F/3C	Triplex 3x6	120	36,01	0,30	3,07	
Notas:											Dv máx.%		3,23
La caída de tensión en las acometidas, se calculó para la mas crítica													

Anexo 7. Fotometría de la luminaria solar LEDEX 80w.

Curva Polar



Curva Lineal



Anexo 8. Presupuesto de materiales.

DETALLE DE PRECIOS Y CANTIDADES

DISEÑO: REDES ELÉCTRICAS EN EL SECTOR LAS COCHAS

No. RUBRO	RUBRO	UNIDAD	CANT.	COSTOS	
				PRECIO UNITARIO	TOTAL
				Material	TOTAL
1	Poste circular de hormigón armado, de 12 m, 500 Kg de carga a la rotura.	u	62	\$ 262,50	\$ 16.275,00000
2	Tensor a tierra doble TAT-OTD.	u	5	\$ 53,16	\$ 265,80000
3	Tensor a tierra doble TAT-OTD.	u	7	\$ 53,16	\$ 372,12000
4	Tensor a tierra simple TAT-OTS.	u	5	\$ 39,03	\$ 195,15000
5	Tensor a tierra simple TAT-OTS.	u	1	\$ 39,03	\$ 39,03000
6	Tensor poste a poste simple TAT-OPS	u	2	\$ 37,07	\$ 74,14000
7	Tensor a tierra simple TAD-OTS.	u	15	\$ 27,78	\$ 416,70000
8	Tensor a tierra simple TAD-OTS.	u	19	\$ 27,78	\$ 527,82000
9	Tensor farol simple TAD-0FS.	u	2	\$ 54,03	\$ 108,06000
10	Transformador monofásico autoprotegido (CSP) de 15 KVA 13800 GRDY/7967 V-120/240 V	u	4	\$ 1.014,84	\$ 4.059,36000
11	Estructura monofásica - centrada - pasante EST-1CP	u	13	\$ 24,55	\$ 319,15000
12	Estructura monofásica - centrada - angular EST-1CA	u	5	\$ 50,40	\$ 252,00000
13	Estructura monofásica - centrada - retención EST-1CR	u	13	\$ 29,09	\$ 378,17000
14	Estructura en baja tensión tipo ESE-1ER	u	4	\$ 10,50	\$ 42,00000
15	Estructura en baja tensión tipo ESD-3EP	u	35	\$ 25,17	\$ 880,95000
16	Estructura en baja tensión tipo ESD-3ER	u	39	\$ 29,40	\$ 1.146,60000
17	Conductor desnudo cableado aluminio acero ACSR 6/1, 2 AWG, 7 hilos CO0-0B2	m	5455	\$ 0,53	\$ 2.891,15000
18	Conexión de cruce eléctrico	u	5	\$ 4,73	\$ 23,65000
19	Puesta a tierra para red secundaria aérea, 1 varilla y conductor de cobre # 2 AWG, PT0-0DC2_1 en CP	u	4	\$ 69,30	\$ 277,20000
20	Puesta a tierra para red secundaria aérea, 1 varilla y conductor de cobre # 2 AWG, PT0-0DC2_1 en RS	u	7	\$ 58,80	\$ 411,60000
21	Puesta a tierra para medidor	u	29	\$ 16,19	\$ 469,51000
22	Medidor una fase 3 hilos, electrónico, con registro de energía activa, clase 100, forma 13A armado en caja metálica antihurto	u	25	\$ 111,31	\$ 2.782,75000
23	Luminaria solar LEDEX, 80W , autocontrolada, 24 H AUTONOMIA	u	57	\$ 864,45	\$ 50.219,85000
24	Acometida TRIPLEX antihurto J 3x4 (Serie 8000)	m	388	\$ 1,79	\$ 694,52000
25	Abrazadera 2 pernos, con doble ojal espiralado para acometidas	u	37	\$ 6,30	\$ 233,10000
26	Seccionador fusible unipolar, tipo abierto 15 kV, 100 A, BIL 95 kV, con tirafusible. SPT-1S100-95 para transformador	u	4	\$ 128,99	\$ 515,96000
				SUMAN:	\$ 90.956,78000

Anexo 9. Certificación de traducción de resumen

Loja, 02 de diciembre de 2022

CERTIFICADO DE TRADUCCIÓN

Lcda. María Fernanda Alverca

Licenciada en Ciencias de la Educación, mención Inglés**CERTIFICO QUE:**

He realizado la traducción al idioma inglés del resumen de la tesis con título “**DISEÑO DE PROYECCIÓN DE RED ELÉCTRICA MONOFÁSICA CONECTADA A LA RED PARA EL BARRIO LAS COCHAS DEL CANTÓN PUYANGO EMPLEANDO PANELES FOTOVOLTAICOS PARA EL ALUMBRADO PÚBLICO**”, elaborado por el señor egresado **Santiago Emmanuel Berrú Rosario** con cédula de identidad **1106028424**. El trabajo ha sido revisado y monitoreado de acuerdo a lo solicitado por el interesado.

Es todo cuanto puedo declarar en honor a la verdad y pongo a disposición del interesado para hacer uso en lo que creyere conveniente.



Lcda. María Fernanda Alverca

C.I: 1105278111