

**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD**

**TEMA:**

**Diseño eléctrico de redes compactas para mejorar el servicio de energía  
eléctrica en Daular km 33 vía a la costa**

**AUTORES:**

**Urbano Tigreros Henry David**

**Vera Yagual Luis Enrique**

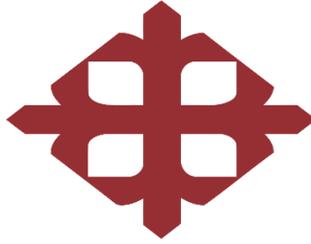
**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE  
INGENIERO EN ELECTRICIDAD**

**TUTOR**

**Phd. Jesús Ramón Meléndez Rangel**

**GUAYAQUIL, ECUADOR**

**2025**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD**

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **Urbano Tigreros Henry David y Vera Yagual Luis Enrique**, como requerimiento para la obtención del Título de Ingeniería en Electricidad.

---

Ing. Celso Bayardo Bohórquez Escobar, Ph.D

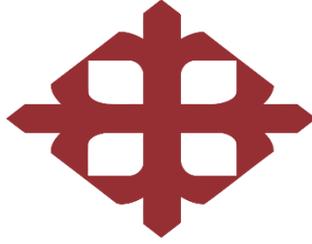
Director de Carrera

---

Ph.D Jesús Ramón Meléndez Rangel.

Tutor

Guayaquil, a los 19 días del mes de febrero del año 2025



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **Urbano Tigreros Henry David y Vera Yagual Luis Enrique**

**Declaramos que:**

El Trabajo de Titulación: **Diseño eléctrico de redes compactas para mejorar el servicio de energía eléctrica en Daular km 33 vía a la costa**, previo a la obtención del Título de **Ingeniería en Electricidad**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría. En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Los autores

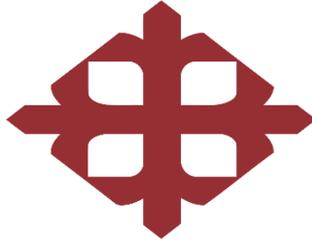
---

Urbano Tigreros Henry David

---

Vera Yagual Luis Enrique

Guayaquil, a los 19 días del mes de febrero del año 2025



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **Urbano Tigreros Henry David y Vera Yagual Luis Enrique**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **Diseño eléctrico de redes compactas para mejorar el servicio de energía eléctrica en Daular km 33 vía a la costa**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Los autores

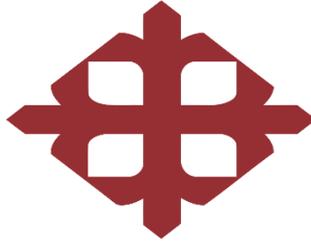
---

Urbano Tigreros Henry David

---

Vera Yagual Luis Enrique

Guayaquil, a los 19 días del mes de febrero del año 2025



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**  
**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD**

**CERTIFICADO COMPILATIO**

**CERTIFICADO DE ANÁLISIS**  
magister

**COMPILATIO L. Vera - H. Urbano**

**0%**  
Textos  
sospechosos

**0%** Similitudes  
0% similitudes entre comillas (ignorado)  
0% entre las fuentes mencionadas (ignorado)  
**< 1%** Idiomas no reconocidos (ignorado)

Nombre del documento: COMPILATIO L. Vera - H. Urbano.docx  
ID del documento: b0363e4fda10922dfa18395c0020a1f688c71be2  
Tamaño del documento original: 5,28 MB  
Autores: []

Depositante: Jesús Ramón Meléndez Rangel  
Fecha de depósito: 12/2/2025  
Tipo de carga: interface  
fecha de fin de análisis: 12/2/2025

Número de palabras: 9145  
Número de caracteres: 58.264

Ubicación de las similitudes en el documento:

**Fuentes ignoradas** Estas fuentes han sido retiradas del cálculo del porcentaje de similitud por el propietario del documento.

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<a href="https://www.coideasa.com/assets/images/f_distribucion/item-07/catalogo-redes-compactas.pdf">www.coideasa.com</a> <small>https://www.coideasa.com/assets/images/f_distribucion/item-07/catalogo-redes-compactas.pdf</small>	< 1%	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #ccc; position: relative;"><div style="width: 10%; height: 100%; background-color: #000;"></div></div>	Palabras idénticas: < 1% (87 palabras)
2	<a href="https://coideasa.com/wp-content/uploads/2024/11/catalogo-redes-compactas-1.pdf">coideasa.com</a> <small>https://coideasa.com/wp-content/uploads/2024/11/catalogo-redes-compactas-1.pdf</small>	< 1%	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #ccc; position: relative;"><div style="width: 10%; height: 100%; background-color: #000;"></div></div>	Palabras idénticas: < 1% (87 palabras)
3	<a href="https://www.coideasa.com/assets/images/f_distribucion/item-07/catalogo-redes-compactas.pdf">www.coideasa.com</a> <small>https://www.coideasa.com/assets/images/f_distribucion/item-07/catalogo-redes-compactas.pdf</small>	< 1%	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #ccc; position: relative;"><div style="width: 10%; height: 100%; background-color: #000;"></div></div>	Palabras idénticas: < 1% (87 palabras)
4	<a href="https://www.coideasa.com/assets/images/f_distribucion/item-07/catalogo-redes-compactas.pdf">www.coideasa.com</a> <small>https://www.coideasa.com/assets/images/f_distribucion/item-07/catalogo-redes-compactas.pdf</small>	< 1%	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #ccc; position: relative;"><div style="width: 10%; height: 100%; background-color: #000;"></div></div>	Palabras idénticas: < 1% (87 palabras)
5	<a href="http://repositorio.utc.edu.ec">repositorio.utc.edu.ec</a>   Estudio de factibilidad para la implementación de redes aé... <small>http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7906/6/P1-001708.pdf.txt</small>	< 1%	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #ccc; position: relative;"><div style="width: 10%; height: 100%; background-color: #000;"></div></div>	Palabras idénticas: < 1% (86 palabras)
6	<a href="#">TESIS_Solórzano Ibarra, Yagual Lázaro..docx</a>   TESIS_Solórzano Ibarra, ... #27x20 <small>El documento proviene de mi grupo</small>	< 1%	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #ccc; position: relative;"><div style="width: 10%; height: 100%; background-color: #000;"></div></div>	Palabras idénticas: < 1% (49 palabras)
7	<a href="https://es.slideshare.net/slideshow/redes-de-media-tension-62788381/62788381">es.slideshare.net</a>   Redes de media tensión   PPT <small>https://es.slideshare.net/slideshow/redes-de-media-tension-62788381/62788381</small>	< 1%	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #ccc; position: relative;"><div style="width: 10%; height: 100%; background-color: #000;"></div></div>	Palabras idénticas: < 1% (37 palabras)

**Ph.D. Jesús Ramón Meléndez Rangel**

Tutor

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por ser mi camino para conseguir mis logros, agradezco a toda mi familia, docentes, compañeros, amigos y todas las personas que han formado parte de este logro brindando su apoyo incondicional para conseguir este objetivo.

**Urbano Tigreros Henry David**

Mis agradecimientos para mi padre, esposa, hijos y principalmente a Dios por guiarme a lo largo de mi preparación académica para culminar esta parte importante en la etapa de mi vida profesional.

**Vera Yagual Luis Enrique**

## **Dedicatoria**

Esta tesis es la muestra de trabajo y sacrificio de un proceso que inicio como una ilusión y hoy se está convirtiendo en una hermosa realidad por eso quiero dedicar este trabajo a Dios en primer lugar por ser mi fortaleza y guía.

A mis padres, por nunca abandonarme y creer en mí siempre, por ser ese ejemplo a seguir y motivarme a ser mejor cada día.

A mi esposa e hijos por la comprensión y paciencia que me han brindado, por ser ese apoyo incondicional, cada palabra de aliento que me animó a seguir las llevaré grabada por siempre en mi mente y corazón.

A mis hermanas con mucho amor por enseñarme que las dificultades son más llevaderas porque puedo contar con ellas y por compartir conmigo alegrías, triunfos y tristezas.

### **Urbano Tigreros Henry David**

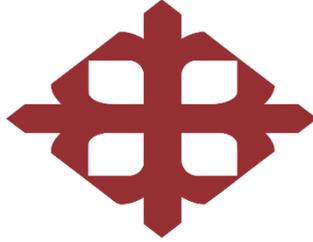
Quiero dedicar este trabajo de titulación a Dios por enseñarme que todo es a su tiempo, por darme la fortaleza de no desistir y bajo su bendición lograr la meta trazada.

A mi madre en el cielo, siempre creyó en mí y me motivó a seguir mis estudios, has sido esa fuente de energía que me motivó día a día a cumplir con este sueño.

A mi esposa e hijos pilares fundamentales en este proceso para ellos va dedicado este trabajo que representa el trabajo y esfuerzo como familia.

También va dedicado con todo mi corazón a cada uno de mis seres queridos que de una u otra manera han estado apoyándome siempre.

### **Vera Yagual Luis Enrique**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD**

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

---

**Ing. Celso Bayardo Bohórquez Escobar, Ph.D**  
**Director de Carrera**

---

**Ing. Ricardo Xavier Ubilla González, MSc.**  
**Coordinador de Titulación.**

---

**Ing. Alexander Ronald Mero Vallas, MSc.**  
**Oponente**

## Índice general

CAPÍTULO 1 .....	2
1.1 Introducción.....	2
1.2 Problema.....	3
1.3 Objetivo general .....	4
1.3.1 Objetivos específicos .....	4
1.4 Formulación de hipótesis general .....	4
1.5 Justificación.....	4
2 Descripción del alcance .....	5
CAPÍTULO 2 .....	6
2.1 Sistema de distribución eléctrica .....	6
2.1.1 Partes de sistema de distribución .....	7
2.1.2 Clasificación de los sistemas de distribución eléctrico .....	8
2.2 Redes de distribución eléctrica .....	8
2.2.1 Subsistema de distribución eléctrica.....	9
2.2.2 Clasificación de las subestaciones .....	10
2.3 Redes aéreas compactas .....	11
2.3.1 Ventajas de las redes aérea compactas.....	12
2.3.2 Desventajas de la red aérea compacta .....	13
2.3.3 Aspectos constructivos de la red .....	13
2.3.4 Restricción de la red aérea compacta .....	14
2.3.5 Indicaciones para el montaje .....	14

2.3.6	Confiabilidad y seguridad de las redes aéreas compactas .	15
2.3.7	Áreas adecuadas para la utilización de la red aérea compactada.	16
2.3.8	Materiales para una red compacta. ....	17
2.3.9	Aspectos para la construcción de la red compacta.....	22
2.3.10	Montaje de la red compacta .....	22
2.4	Fallas e indicadores de calidad del servicio eléctrico.....	23
2.4.1	Fallas transitorias .....	23
2.4.2	Fallas permanentes.....	24
2.5	Índices de calidad de servicio.....	24
2.5.1	Frecuencia de media interrupción KVA(FMIK).....	24
2.5.2	Tiempo total de interrupciones KVA (TTIK) .....	24
Capítulo 3. Metodología .....		26
3.1	Perspectiva metodológica de la investigación .....	26
3.1.1	Investigación de campo.....	27
3.1.2	Investigación documental .....	27
3.1.3	Investigación descriptiva .....	28
3.1.4	Métodos Inductivo .....	28
3.1.5	Modalidad de Investigación. Proyecto especial de innovación	28
3.1.6	Análisis y definición de requerimientos.....	29
3.1.7	Diseño del sistema .....	29

3.2	Identificación del lugar de estudio .....	30
3.3	Análisis de indicadores de calidad.....	31
3.3.1	Análisis general de indicadores FMIK y TTIK en la subestación Cerecita.	31
3.3.2	Identificación de puntos con mayores interrupciones .....	34
3.4	Selección del lugar a realizar la mejora .....	40
	Capítulo 4. Propuesta.....	43
4.1	Propuesta para el empleo de una red aérea compacta para el servicio eléctrico en Daular km 33 vía a la costa. ....	43
4.1.1	Arquitectura de red compacta.....	44
4.1.2	Proceso de diseño de la red compacta aérea.....	45
4.1.3	Proceso de instalación de la red compacta .....	52
	Conclusiones.....	57
	Recomendaciones.....	58
5	Referencias.....	59

## Índice de tablas

Tabla 1. Confiabilidad de las redes .....	15
Tabla 2 Cargas de rotura en relación a la longitud .....	19
Tabla 3 Datos de la subestación Cerecita .....	30
Tabla 4 Potencia de alimentadores .....	31
Tabla 5 Indicadores FMIK y TTIK general .....	32
Tabla 6 Indicadores FMIK y TTIK internos programados .....	32
Tabla 7 Indicadores FMIK y TTIK internos no programados.....	33
Tabla 8 Indicadores FMIK y TTIK externos transmisor .....	34
Tabla 9 Materiales para red aérea compacta .....	45
Tabla 10 Característica de la red compacta .....	46
Tabla 11 Características del conductor .....	46

## Índice de figuras

Figura 1 Sistema de distribución .....	6
Figura 2 Red de distribución .....	9
Figura 3 Representación gráfica de la línea de una red compacta .....	11
Figura 4 Cable cubierto de 3 capas.....	17
Figura 5 Herrajes .....	18
Figura 6 Conductor mensajero del sistema Hendrix de cable aéreo con espaciadores.....	20
Figura 7 Distancia recomendada para la colocación de espaciadores de postes a poste.....	21
Figura 8 Cruceta centrada.....	21
Figura 9 Fases de la metodología .....	26
Figura 10 Subestación Cerecita .....	30
Figura 11 Indicadores FMIK y TTIK general.....	34
Figura 12 Indicadores FMIK y TTIK internos programados .....	35
Figura 13 Indicadores FMIK y TTIK Internas no programadas .....	36
Figura 14 Indicadores FMIK y TTIK Externo transmisor .....	37
Figura 15 Análisis de FMIK .....	38
Figura 16 Análisis TTIK.....	39
Figura 17 Alimentador Cedege Daular .....	40
Figura 18 Diagrama del alimentador Daular.....	41
Figura 19 Operación para quitar la vegetación.....	42
Figura 20 Despeje de vegetación.....	42
Figura 21 Ubicación del tramo .....	43
Figura 22 Tramo a modificar .....	43

Figura 23 Diagrama de propuesta.....	44
Figura 24 Ingreso de la información del conductor .....	47
Figura 25 Ingreso de coordenadas.....	48
Figura 26 Espacio de circuito simple .....	49
Figura 27 Demanda energética de Daular.....	50
Figura 28 Configuración de fusibles .....	50
Figura 29 Información del estado de la red .....	51
Figura 30 Corriente y factores de potencia.....	51
Figura 31 Componentes de la red compacta.....	52
Figura 32 Colocación de rodillos .....	53
Figura 33 Hale de rodillos .....	53
Figura 34 Colocación total de rodillos y cableado .....	54
Figura 35 Cambio de rodillos por espaciadores .....	54
Figura 36 Ajuste de estructura terminal.....	55
Figura 37 Colocación de la red compacta .....	55

## **Resumen**

La innovación del campo energético es un tema que se viene estudiando en el presente siglo con la finalidad de aprovechar los recursos y cuidar el medioambiente sin afectar el suministro de electricidad a las diferentes localidades. Frente a esto la presente investigación tuvo como objetivo Diseñar un sistema de redes aéreas compactas para el servicio eléctrico en la localidad de Daular, km 33, vía a la costa, Ecuador. La perspectiva metodológica empleó una revisión sistemática de la literatura, usando los tipos de investigación de campo, documental, descriptiva y método inductivo. Los resultados determinaron que dentro de la subestación Cerecita el alimentador Cedege – Daular es el que presenta mayor calificación en los indicadores FMIK y TTIK, del mismo modo se comprobó la presencia de abundante vegetación lo cual se suma a las fallas del suministro de energía. Se elaboró una propuesta estableciendo la arquitectura de la red compacta a utilizar para reemplazar a la red convencional, con la finalidad de minimizar el impacto ecológico y mantener la calidad del servicio eléctrico en la zona de estudio. Se concluye que la innovación de las redes de media tensión permite brindar un buen servicio a los consumidores finales evitando afectar a la flora y fauna local.

Palabras claves: alimentador, electricidad, energía, compacta, red.

## **Abstract**

The innovation in the energy field is a topic that has been studied in this century with the aim of taking advantage of resources and caring for the environment without affecting the supply of electricity to different locations. Faced with this, the objective of this research was to design a system of compact aerial networks for electrical service in the town of Daular, km 33, via the coast, Ecuador. The methodological perspective used a systematic review of the literature, using the types of fields, documentary, descriptive and inductive method research. The results determine that within the Cerecita substation the Cedege – Daular feeder is the one with the highest rating in the FMIK and TTIK indicators, in the same way the presence of abundant vegetation was verified which adds to the failures of the energy supply. A proposal was prepared establishing the architecture of the compact network to be used to replace the conventional network, with the aim of minimizing the ecological impact and maintaining the quality of the electrical service in the study area. It is concluded that the innovation of medium voltage networks allows providing a good service to final consumers without affecting local flora and fauna.

Keywords: feeder, electricity, energy, compact, red.

# CAPÍTULO 1

## 1.1 Introducción

La mejora de los servicios eléctricos se debe de realizar siguiendo los principios de mejorar la calidad de vida de las personas y el cuidado del medio ambiente, por lo cual es importante que se realicen diferentes investigaciones para identificar los problemas que afligen a las comunidades en este aspecto para elaborar planes de trabajo y propuestas que disminuyan los efectos negativos de la suspensión del servicio eléctrico (Montachana, 2021).

De esta manera se pueden modificar los sistemas para que brinden un servicio con pocas interrupciones, permitiendo la transmisión y distribución de la energía desde los centros de generación hasta los puntos de consumo cumpliendo con todos los estándares exigidos (Madrueño, 2019).

En base a esto la empresa CNEL EP – Guayas en la sub estación S/E Cerecita, alimentador Daular, busca dar soluciones a los diferentes problemas reportados que se presentan con mayor frecuencia en las diferentes localidades relacionadas con la suspensión del servicio eléctrico, generando varias afectaciones e incomodados a la ciudadanía. Cabe resaltar que la interrupción del servicio eléctrico genera pérdida y aumento de costes tanto para la empresa como para los usuarios.

La mejora de los sistemas de distribución eléctrica de media tensión, se deben de realizar con la finalidad de evitar las interrupciones de transmisión de la energía, cuidado del medio ambiente, mejorar el aspecto laboral de este sector, generar una eficiencia de los recursos, así como disminuir los costos que se generan por las diferentes situaciones adversas.

## **1.2 Problema**

La provisión del servicio eléctrico tiene como finalidad abastecer de energía eléctrica a los diferentes hogares, negocios, escuelas, centros de salud, carreteras y demás establecimientos que son necesarios para el funcionamiento de toda la sociedad, permitiendo el desarrollo económico para el avance de las diferentes comunidades.

Para lograr esto es importante que exista un servicio eléctrico sin ningún tipo de suspensión que evite afectar las actividades cotidianas de las comunidades. Es en este punto donde se desarrolla la investigación dado que se ha identificado que en la comuna Daular perteneciente al cantón Guayaquil, provincia del Guayas se presentan la suspensión del servicio eléctrico, esto se debe a que en dicha localidad se encuentra un sistema convencional de media tensión, el cual se ve afectado por la presencia de abundante vegetación y vientos fuertes, generando que las ramas topen con los cables, causando fallas transitorias y la suspensión del servicio eléctrico en el sector.

El problema genera una serie de impactos además de las desconexiones, afectando a la flora y fauna del sector, dado que para realizar los respectivos mantenimientos se tienen que podar los árboles, lo que lleva a realizar alteraciones de la vida silvestre. Este trabajo adicional también influye en el aumento de costos debido al personal, herramientas y materiales que se deben de emplear para restablecer el servicio eléctrico.

Frente a esta situación se plantea el empleo de una red compacta aérea para mejorar el servicio eléctrico en Daular en el km 33 vía a la costa, debido a que este tipo de sistema brinda un servicio con una menor probabilidad de interrupciones,

reduce la poda de los árboles favoreciendo el cuidado de la fauna, del mismo modo se reduce los riesgos laborales del personal operativo.

### **1.3 Objetivo general**

Diseñar un sistema de redes aéreas compactas para el servicio eléctrico en la localidad de Daular, km 33, vía a la costa, Ecuador.

#### **1.3.1 Objetivos específicos**

- Establecer los fundamentos teóricos sobre el empleo de redes compactas para mejorar el servicio eléctrico.
- Analizar la red de media tensión existente en Daular para identificar los puntos críticos y las principales causas de las interrupciones del servicio eléctrico.
- Elaborar una propuesta para el empleo de una red aérea compacta para el servicio *eléctrico* en Daular km 33 vía a la costa.

### **1.4 Formulación de hipótesis general**

El diseño de una propuesta para el empleo de una red aérea compacta ayudará disminuir los problemas y a mejorar el servicio eléctrico en Daular km 33 vía a la costa

### **1.5 Justificación**

En la investigación la importancia del diseño de las redes aéreas compactas que cuenten con bajo impacto ambiental, siga la normativa establecida para distribuir el servicio eléctrico, es relevante para mantener y mejorar la problemática presenta en dicha localidad, para mejorar la calidad de energía eléctrica, disminuir los cortes e interrupciones.

Desde la perspectiva de la seguridad, realizar el diseño de distribución, se centra para precautelar el cuidado del personal que se encarga de realizar las actividades de campo, ya que realizan las maniobras que son peligrosas en las redes eléctricas

convencionales; por lo cual el diseño de una red compacta, permitirá mejorar la seguridad y realizar los trabajos con el mínimo de accidentes eléctricos.

Además, al ser una red de fácil adaptación en el medio ambiente, se reducen la tala de vegetación y disminuye el medio ambiente, disminuyendo los daños ambientales que se provocarían con el uso de las redes convencionales.

## **2 Descripción del alcance**

La elaboración de la presente investigación tiene como alcance realizar un estudio a lo largo del km 33 de Daular, para observar los problemas de sistema convencional de media tensión que generan fallas transitorias que resultan en la interrupción del servicio eléctrico.

Con la elaboración del diseño de la red compacta aérea de media tensión se pretende establecer soluciones para dejar de afectar a la flora y fauna del lugar, disminuyendo los trabajos operativos para la reparación y restablecimiento del servicio, así como disminuir los costos que incurren en todo este proceso.

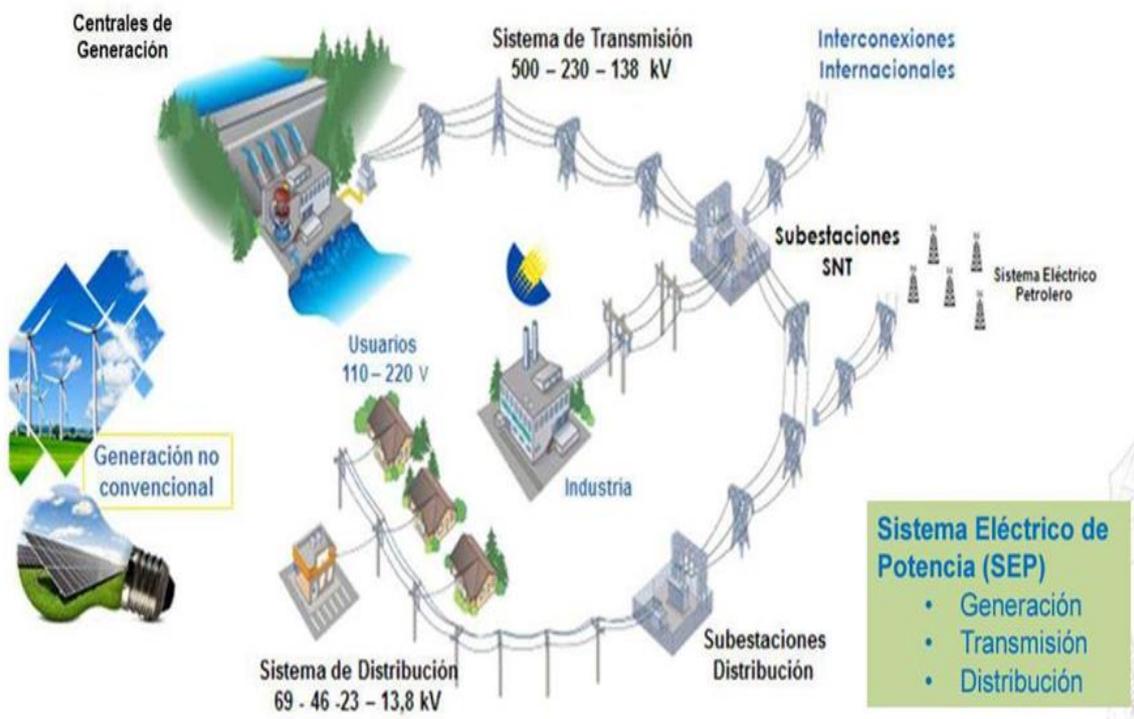
## CAPÍTULO 2

### 2.1 Sistema de distribución eléctrica

Los sistemas de distribución eléctrica se refieren al conjunto de equipos necesarios para transmitir electricidad desde los centros de generación hasta llegar a los diferentes destinos como hogares, empresas, hospitales y demás edificaciones de manera segura y confiable (Paredes, 2021). En la siguiente figura se puede apreciar el diseño de un sistema de distribución.

**Figura 1**

Sistema de distribución



*Nota:* Se observa los componentes de un sistema de distribución. Tomado de Montachana (2021).

En relación a las condiciones de la fiabilidad, se construyen alimentadores para dar abastecimiento de energía a las cargas como las industriales, residenciales y comerciales, los cuales se ubican en distintas áreas de la concesión de una empresa de energía eléctrica como las urbanas y rurales, las cargas son las siguientes:

- **Carga industrial:** Se refiere el proveer de energía a las industrias manufactureras y demás empresas que tengan una demanda alta de energía.
- **Carga comercial:** Se hace mención al abastecimiento de instituciones comerciales como bancos, supermercados, escuelas, hospitales, etc.
- **Carga residencial:** Es el abastecimiento a todo tipo de edificación residencial donde habitan las personas (Chusin & Escobar, 2015).

#### **2.1.1 Partes de sistema de distribución**

Está compuesta por seis partes principales, entre las cuales se consideran:

- a) **Subestación principal de potencia:** es la encargada de recibir la potencia necesaria de la fase encargada de la transmisión y así se reduce el voltaje a nivel de subtransmisión. Estos niveles pueden oscilarse entre los 500Kv, 230 Kv y 138 Kv, pero los niveles de subtransmisión es de 69 Kv.
- b) **Sistema de subtransmisión:** esta comprende la parte de la subestación principal que sirve para alimentar las subestaciones de distribución.
- c) **Subestación de distribución:** es la encargada de recibir la potencia en el sistema de subtransmisión y así reducir el nivel del voltaje que son los encargados de proporcionar energía a los alimentadores primarios. Por lo cual la potencia que maneja una subestación de transmisión cambian entre 24 a 30 MVA.
- d) **Alimentador primario:** es cuando los circuitos recorren los caminos hasta llegar a los transformadores de distribución.

- e) **Transformador de distribución:** permite reducir los niveles de voltaje del alimentador primario hasta el nivel de voltaje de utilización del usuario. Dentro del país, los niveles que se utilizan son 220/127V o 240/120V. Por lo que, la potencia del transformador encargado de la distribución eléctrica dependerá del lugar o zona que este se encuentre instalado.
- f) **Secundarios y servicios:** se trata de los circuitos que permite la distribución de la energía eléctrica, destinada a los usuarios y servicios como el alumbrado público, el transporte, entre otras (Aucapiña & Zhindón, 2023).

### 2.1.2 Clasificación de los sistemas de distribución eléctrico

Los sistemas de distribución de energía eléctrica de acuerdo a Pulido (2021) se pueden clasificar en relación a las características que se detallan a continuación:

- Tipología: son el radial, anillo y malla.
- Cantidad de fases: monofásico que tiene 120V, el bifásico que tiene 240V y el trifásico que tiene entre 127V /220V
- Nivel de voltaje: medio y bajo voltaje.
- Tipo de construcción: aérea, subterránea y mixta.

### 2.2 Redes de distribución eléctrica

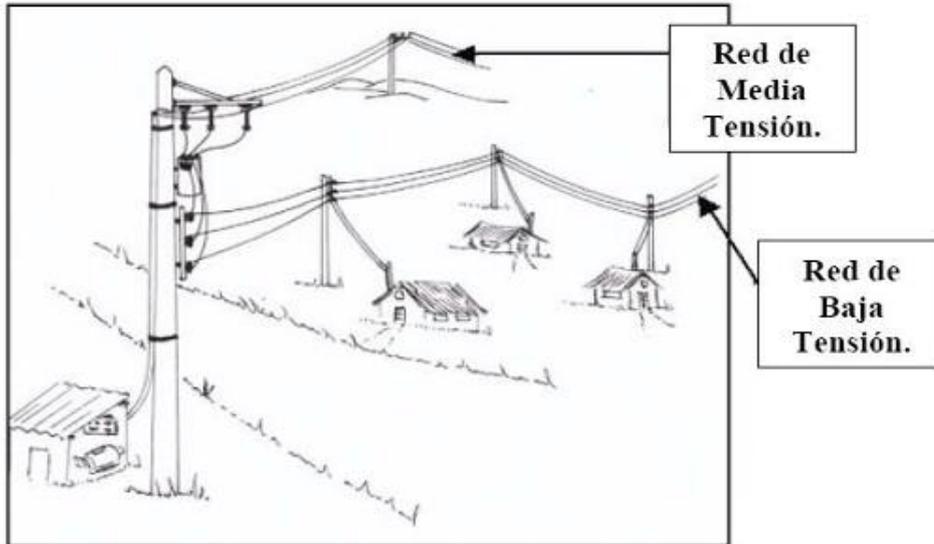
Es un sistema complejo que permite la transmisión de la energía eléctrica, está compuesta por redes primarias, secundarias, conductores, aisladores. Transformadores, acometida, soportes medidores. La finalidad es conducir la electricidad hasta el consumidor final (Cacuango, 2020).

Una red de distribución se aplica en relación al nivel de voltaje como:

- Baja tensión, es decir cuando los límites de voltaje son hasta los 1,000 voltios.
- Media tensión, cuando es desde los 1,000 hasta 69,000 voltios.

## Figura 2

### Red de distribución



*Nota:* Se observa un ejemplo de red de distribución. Tomado de Berrio (2021)

Ambas deben estar colocadas como se observa en la figura 2, es decir si hay una red de media tensión esta debe ir acompañada de una red de baja tensión. Ahora bien, existen ciertos aspectos que permiten identificar la red como: número de fases, el nivel de tensión, la frecuencia, número de conductores, forma de aterramiento (Berrio, 2021). De modo que, una red puede ser identificada de la siguiente manera:

- Red primaria trifásica (13.8 Kv, 60 Hz, 3 hilos)
- Red primaria trifásica (13.8 Kv, 60 Hz, 2 hilos)
- Red secundaria monofásica (13.8 Kv, 60 Hz y 1 hilo neutro físico) (Berrio, 2021)

#### 2.2.1 Subsistema de distribución eléctrica

El autor Pérez (2022) considera que la subestación de la distribución eléctrica es de gran importancia, porque es el encargado de permitir la transformación de voltajes altos que proviene del sistema de transmisión o subtransmisión, para luego ser conducido a los alimentadores primarios y empezar con la distribución eléctrica.

## **2.2.2 Clasificación de las subestaciones**

### **a) Por su operación:**

La clasificación por su operación de acuerdo a Bravo (2023) menciona las siguientes características.

- Es cuando las subestaciones elevadoras son utilizadas para las centrales de generación, porque estas pueden operar a bajos voltajes y se encuentran ubicadas lejos de los centros de consumo con el propósito de elevar el voltaje a niveles técnicos y económicos para la transmisión de energía.
- Subestaciones que son reductoras y se encargan de disminuir el voltaje de transmisión y en conjunto con la subtransmisión facilitan la distribución de energía eléctrica.
- Las subestaciones de distribución son las encargadas de disminuir el voltaje de la subtransmisión y distribución en los niveles óptimos para los alimentadores primarios, considerando que el tipo de subestación potencia las variables ya que de estas dependen la zona donde se va a construir la demanda.

### **b) Por su construcción**

Por su construcción, Bravo & Solano (2022), muestra las siguientes características:

- Es la subestación de intemperie, en base al tipo convencional se encuentran diseñadas para ser operadas al aire libre y así dar soporte a los cambios de clima, mientras, que las de tipo compacto se las diseña en los sitios y no en fábrica para no disminuir su calidad.

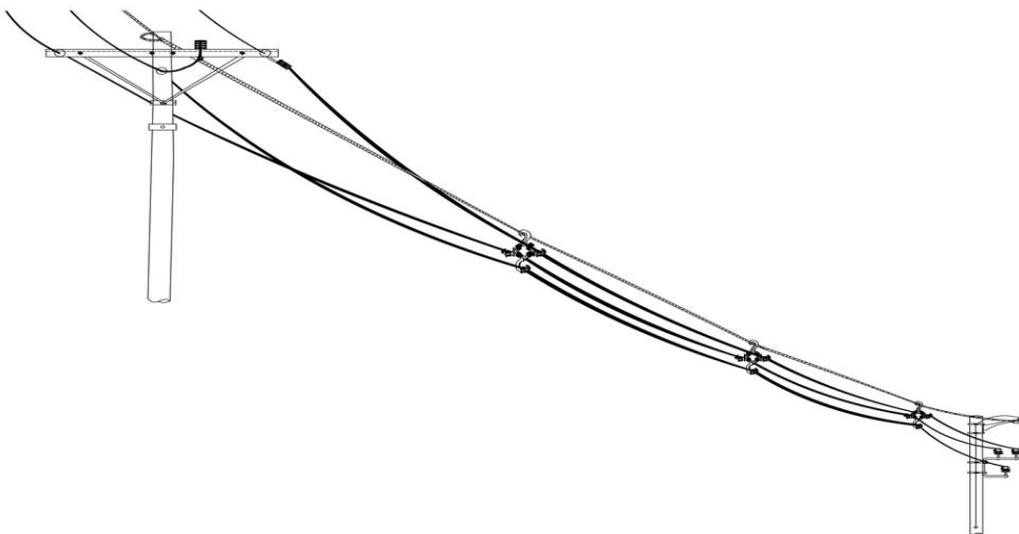
- Por lo cual, la subestación blindada que es más usada es la denominada GIS (Gas Insulated Switchgear), esta contiene aislamientos por medio de gas, y cuenta con celdas individuales y a la vez compactas, las cuales se montan de forma independiente sobre las interiores.

### 2.3 Redes aéreas compactas

Son redes áreas compactas que están formadas por líneas tendidas de forma horizontal que se encuentran estructuradas por medio de un soporte como los postes de hormigón que aporta seguridad, la cuales están formados por espacios o también denominados tramos, disminuyen la salida del servicio eléctrico y hacen posible la integración de ternas múltiples entre postes, así se elimina la poda de los árboles y tiene beneficios ecológicos, como la reducción del impacto ambiental y el visual. También promueve una mejor capacidad en transmisión y una menor caída de voltaje (Maldonado, 2023). Como se visualiza en la siguiente figura.

#### Figura 3

Representación gráfica de la línea de una red compacta



*Nota:* Se observa un ejemplar de red aérea compacta. Tomado de ENEL (2023)

### **2.3.1 Ventajas de las redes aérea compactas.**

Se reducen los costos operativos: se genera una menor intervención en la red, debido a la reducción de los costos que se encuentran en mantenimiento correctivo y preventivo.

Una mayor potencia por corredor: es un tipo de instalación que permite el montaje de ternas múltiples manteniendo las alturas de los soportes convencionales. Por lo que, la instalación de los alimentadores se produce hasta en cuatro ternas por postación, lo que disminuye la inversión inicial y posibilita generar una mayor potencia para una franja de servidumbre y la distancia de seguridad establecidas (Medina, 2020).

Confiabilidad y la reducción sobre el tiempo total de interrupción (TTIK) y su frecuencia por medio de interrupción por KVA nominal instalado (FMIK): permiten mejorar la calidad del servicio técnico ocasionado por la drástica reducción de las interrupciones accidentales y para los cortes que son programados (Sisa & Quinatoa, 2023).

Medioambiental: es un aspecto que tiene un impacto ambiental bajo, debido a la reducción significativa de los espacios que se utilizan para el montaje y en las franjas de seguridad, además, permite reducir al máximo la poda o tala de árboles altos y, por tanto, esta acción favorece a conservar de especies aéreas como las aves, debido a que sus instalaciones evitan que estos animales hagan contacto y se eviten accidentes. Debido a sus considerados ambientales su interferencia estética es menor y lograr armonizar perfectamente con el medio ambiente, disminuyendo así las distancias de seguridad.

Seguridad: permite que se reduzcan los riesgos de accidentes laborales para el personal encargado de realizar las operaciones eléctricas. Además, permite dar

solución a los problemas relacionados con las instalaciones peligrosas, de tal manera, que reconfigura la disposición de los conductores (COIDEA, 2020).

### **2.3.2 Desventajas de la red aérea compacta**

Las desventajas se refieren en el mantenimiento y seguridad, entre las cuales se destaca:

- Está a la vista, lo cual resta la estética a las ciudades.
- Poseen una menor confiabilidad, por las distintas situaciones que se ve expuesta las redes
- No son tan seguras para los transeúntes ya que pueden llegar a ser peligrosas cuando se caen, cuando se encuentran en mal estado o con líneas sueltas.
- Necesitan de un mayor plan de mantenimiento preventivo, lo cual previene las fallas y los cortes de energía.
- Al estar ubicadas en las vías lejanas o espacios rurales se ven expuestas a vandalismo, debido a su fácil acceso (Morales, 2021).

### **2.3.3 Aspectos constructivos de la red**

Para poder construir una red que sea de media tensión de forma compacta, se debe considerar aspectos como: normas, procesos y procedimientos para no tener inconvenientes al momento de empezar a construir la red aérea compacta, a continuación, se detallan ciertos puntos relevantes para construir una red aérea compacta.

- Debe ser tratada y considerada como una red convencional aplicable para todos los aspectos en base a su construcción, seguridad, así como su mantenimiento y la operación para el mismo.
- Es aplicables en largos tramos por medio de red de media tensión, para lo cual es necesario que se intercale las estructuras de retención en un aproximado

de 500 metros cada separación, de esta forma se facilita la construcción y cambiar los conductores.

- Se debe utilizar protector para los estribos, protector que recubra el cable mensaje y un protector para el descargador en aquellos lugares en donde la vegetación (arboles) se encuentren en altas alturas (Kern, 2021).

#### **2.3.4 Restricción de la red aérea compacta**

Para usar se debe asegurar su aplicación en áreas que no tan cercanas al mar, zonas industriales que sean de elevada polución, debido a que al ser cables semiaislados se pueden llegar a impregnar con la contaminación, y así se puede generar una conducción de corrientes superficiales.

#### **2.3.5 Indicaciones para el montaje**

Para realizar de forma correcta el montaje de la red compactada, se debe realizar la siguiente gestión pertinente que da paso a una correcta instalación.

- Se procede a instalar el cable de acero entre el 3/8 pulgada, que se trata del (cable mensajero), considerado las tensiones del templado sean las correctas.
- Se deben instalar las tres fases del cable, estos deben estar compactados al mismo tiempo.
- Cuando ya se han instalados las tres fases con sus respectivos postes, se colocan los espaciadores estos deben tener una distancia de entre 7 a 10 metros.
- Se debe instalar los descargadores en las sobretensiones para dar una protección a la red.
- Con respecto al brazo antibalanceo este debe ser utilizado por lo menos con una aproximación de cada 200 metros, puntualmente para aquellos ángulos que son pequeños que tienen una desviación.

- Mientras, que el cable mensajero debe estar ubicado cada 100 metros de la red, en fines de circuito (Montemezzo et al., 2022).

### 2.3.6 Confiabilidad y seguridad de las redes aéreas compactas

#### 2.3.6.1 Confiabilidad

La confiabilidad de las redes aérea que se encuentran compactadas, sobre las convencionales poseen diferencias significativas en sus condiciones ambientales, por la edad de las redes y por su significado estadístico en relación a la magnitud, las empresas distribuidoras mencionan que se debe utilizar este tipo red, considerando las circunstancia y donde sea necesario, bajo ciertos aspectos como áreas de elevada vegetación, construcción baja en las líneas de alta tensión y en los circuitos de confiabilidad.

**Tabla 1.**

Confiabilidad de las redes

Causa de la salida	Cable desnudo	Cable espaciadores	con	Reducción del problema %
En relación con los arboles	17,6	1,8		90
Animales	12,1	2,9		76
Rayos	3,4	1		71
Desconocidas	5,9	1		83
Otros	11,3	5,9		48

*Nota.* Se observa las características de confiabilidad. Tomado de Montachana (2021)

#### 2.3.6.2 Seguridad

Este tipo de redes debe ser tratada como si fuera una red desnuda, porque al momento que sufra una ruptura en la cubierta donde hace contacto con tierra, no contará con el adecuado flujo de corriente para dar activación a las protecciones e

interrumpir el circuito, por lo que se vuelven un peligro para la operación y manteniendo.

Para lo cual es necesario considerar que:

Los encargados de dar operatividad a las redes registran que algunas veces cuando estas líneas se encuentran caídas, aún poseen energía sobrando o también conocido como estar energizados.

- Sobre la confiabilidad de los cables que poseen espaciadores, indican que la línea área desnuda tiene una mayor vulnerabilidad.
- Por lo que el diámetro del cable que contiene espaciadores tiene una mayor visibilidad y hace que el contacto tenga una menor probabilidad de suceder (Machacado & Cruz, 2019).

### **2.3.7 Áreas adecuadas para la utilización de la red aérea compactada.**

Este sistema de distribución es una opción que posee múltiples aspectos positivos, por ser una opción técnica tanto desde un factor económico, así como su viabilidad, funcional para la distribución de energía eléctrica, por lo cual, su utilización se efectúa en las siguientes situaciones:

- En la salida de subestaciones, siendo una alternativa para la red aislada y las redes desnudas.
- Son alimentadores (troncales) que tienen una mayor demanda por la continuidad del servicio.
- Se consideradas derivaciones porque poseen una alta tasa de fallas.
- Son aplicables en condominios cerrados.
- Se aplica en sectores que tienen una alta vegetación.
- Aplicable en sectores que poseen una restricción en el espacio.

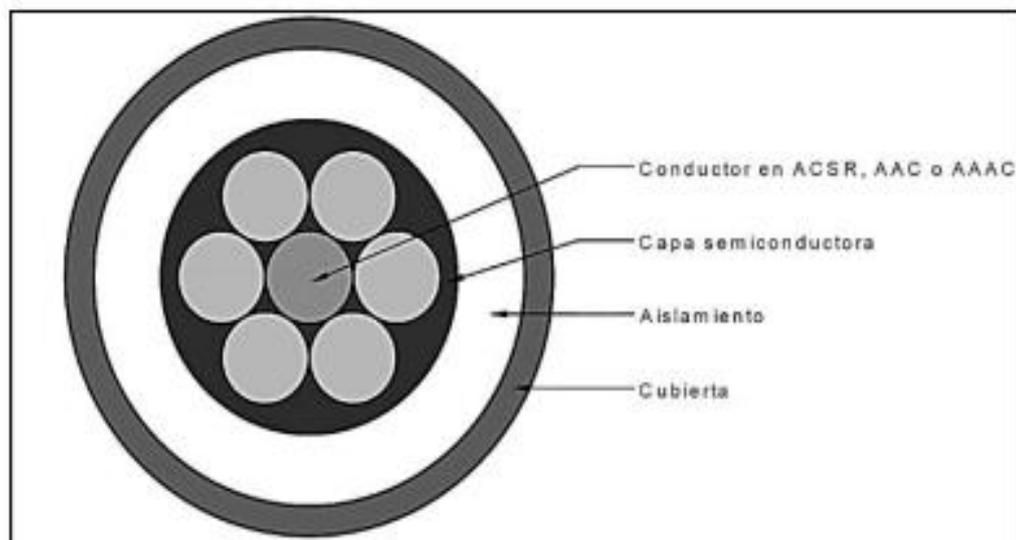
### 2.3.8 Materiales para una red compacta.

#### 1. Conductores

Es un material que está cubierto y sirve para la construcción de redes en medio voltaje de tipo compacto y está compuesta por un conductor como ACC, ACSR Y AAAC, estos son de uso acerero en relación al nivel de voltaje del sistema en donde se esté realizando o se vaya a desarrollar este tipo de proyecto e instalaciones.

**Figura 4**

Cable cubierto de 3 capas



*Nota:* Se observa los componentes de un cable cubierto de 3 capas. Tomado de Montachana (2021)

- a) **Capa semiconductor:** es la capa que cubre el conductor de Al o Cu en sí, la cual debe seguir las indicaciones de la normativa NTC-5909.
- b) **Aislamiento:** es la segunda capa de conductor, la cual está formada por polietileno reticulado no relleno denominado (XLPE), el cual puede ser utilizado para una temperatura admisible de 90°, la cual cumple con la normativa NNTC 5909.

c) **Cubierta del conductor:** al ser la cubierta exterior, debe estar constituida por polietileno de alta densidad (HDPE), de color negro específicamente, poseer resistencia a la radiación ultravioleta, abrasión, con probabilidad de agrietamiento ambiental, con descargas superficiales (tracking), con esfuerzos mecánicos (tracción) contar con operatividad del cable en aquellas zonas húmedas y secas.

## 2. Herrajes

Son las estructuras que se utilizan para las redes compactas, las cuales deben cumplir con los requerimientos que establece la unidad de propiedad y que son fabricados con acero galvanizado como: grapas, pernos pin, pernos máquina, abrazaderas, entre otros. Como se observa en la siguiente imagen

**Figura 5**

Herrajes



*Nota:* Se observa los diferentes herrajes. Tomado de Vargas & Pezo (2024)

### 3. Estructura soporte (postes)

Los postes para el uso de las redes aéreas compactas en media tensión, son las mismas que son utilizadas en las redes aéreas convencionales, como se detalla en la siguiente tabla, por lo cual, para la indagación se ejecuta la carga de rotura sobre los postes de hormigón armado (PHC) y en los postes de fibra de vidrio (PFV), esto refleja el peso que tendrían las redes que son de media tensión que se encuentran aisladas y son del tipo compactas (López, 2021).

**Tabla 2**

Cargas de rotura en relación a la longitud

<b>Postes más comunes utilizados para redes de distribución</b>							
Altura [m]	9	10	11	12	13	14	15
Carga rotura [kg]	350	400	475	500	600	675	2000

*Nota:* Se observa las características de carga. Tomado de Vargas & Pezo (2024)

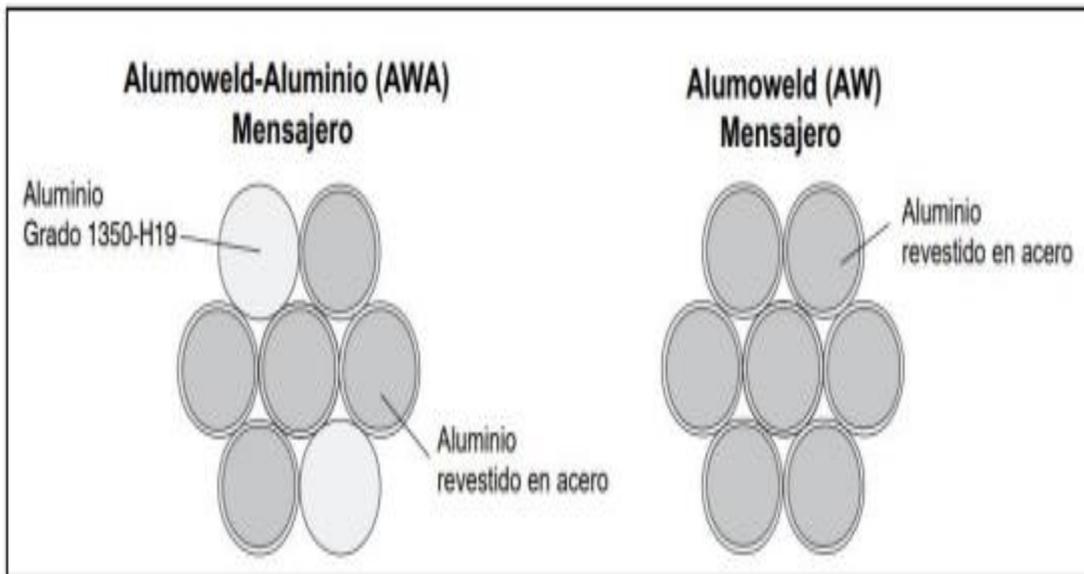
### 4. Cable mensajero o portante

Básicamente, es el conductor que se encuentra en la parte de la punta de la estructura y posee la función de cargar con el peso de la red compacta, enfocándose en su trayectoria. Las características del cable son: ser de acero galvanizado con una alta resistencia mecánica, que tenga un aproximado de 6,4mm de diámetros, aunque estos pueden cambiar, para los conductores que son de fase debe contener una sección de 35mm<sup>2</sup> y uno de 9,5 mm para los conductores con una sección de 185 mm<sup>2</sup>.

En relación a la utilización del cable denominado High Straintgt (HS) y extra high straintgt (EHH) las cuales son utilizadas para las líneas de transmisión como cable de guarda, pero, los esfuerzos mecánicos son elevados y son utilizados como mensajero o portante de las redes de distribución.

### Figura 6

Conductor mensajero del sistema Hendrix de cable aéreo con espaciadores



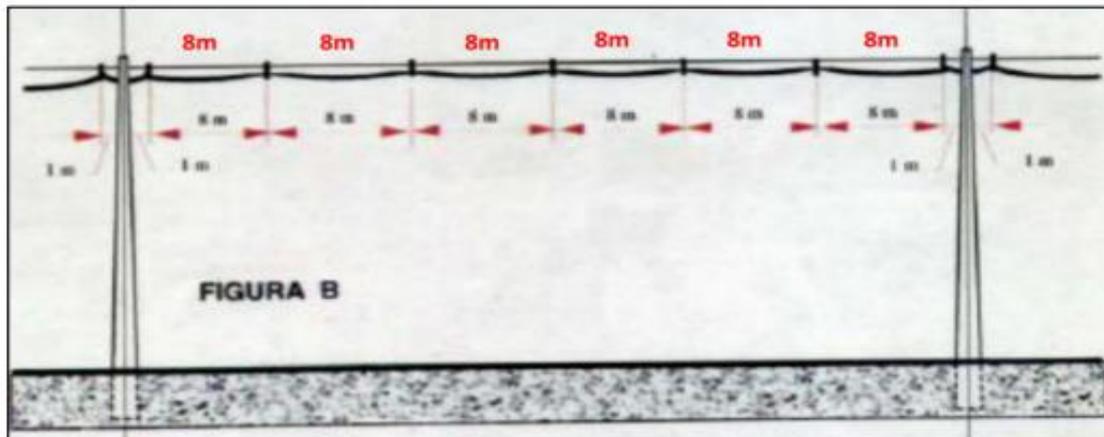
*Nota:* Se observa los componentes del cable conductor mensajero. Tomado de Montachana (2021).

## 5. Espaciadores

Se trata de un herraje el cual permite tener por lo menos tres conductores de fases compacto con el cable mensajero o portante, el cual se colca una distancia de 8 o 10 metros, ubicado en los vanos entre postes (Montachana, 2021).

## Figura 7

Distancia recomendada para la colocación de espaciadores de postes a poste



*Nota:* Se observa la colocación de espaciadores. Tomado de Montachana (2021).

## 6. Crucetas

Se trata de unos ángulos de hierro galvanizado y son bastantes duraderos para la corrosión, en base a la norma ASTM A153, el cual tiene un espeso mínimo de galvanizado de 2 onzas/ pie 2. Su objetivo se centra en asegurar y lograr mantener el conductor en las estructuras centradas o con las estructuras en volada, siempre considerando las redes aéreas de distribución en base a la norma NTE INEN3046.

## Figura 8

Cruceta centrada



*Nota:* Se observan las crucetas centradas. Tomado de Vargas & Pezo (2024)

### **2.3.9 Aspectos para la construcción de la red compacta**

La construcción de este tipo de redes debe de seguir con una serie de pasos para implantación y funcionamiento, los cuales se deben de cumplir para no tener ningún problema en su funcionamiento.

- La construcción de la red compacta debe de realizarse como si se construyera un sistema eléctrico tradicional, manteniendo en óptimo funcionamiento la seguridad, mantenimiento y operación.
- En cada 500 metros de largo de la red de media tensión se recomienda intercalar la estructura de retención con la finalidad de facilitar la construcción o cambios de conductores.
- Para los lugares de alta vegetación se debe de utilizar protectores de estribos, protector de cable mensajero y protector de descargador (Lepe, 2015).

No se recomienda utilizar este tipo de red en zonas geográficas cercanas al mar ni en lugares industriales con alta polución, dado que los cables se pueden contaminar y transmitir corriente de manera superficial.

### **2.3.10 Montaje de la red compacta**

Para el montaje de este tipo de red se deben seguir las siguientes indicaciones:

Se debe de emplear el cable mensajero el cual es de acero de 3/8 pulgada, realizando el temple adecuado.

- Instalar tres fases de cable compacto al mismo tiempo.
- Colocar cada 7 o 10 metros espaciadores cuando se instalen las tres fases en los postes.
- Instalar descargadores de sobretensión para protección de la red
- Se debe de utilizar cada 200 metros el brazo de antibalanceo en especial en pequeños ángulos de desviación.

- Cada 100 metros se debe de aterrizar el cable mensajero y en fines de circuito (Muñoz, 2021).

## **2.4 Fallas e indicadores de calidad del servicio eléctrico**

El sistema de distribución del servicio eléctrico que abastece la zona presentan errores o fallas en su sistema interno, esto se debe en partes a las líneas de transmisión las cuales alteran sus ondas de voltaje cuando se presentan eventualidades, como las interrupciones en los equipos que son parte del sistema de distribución de energía, esta situación genera como consecuencia que se detenta el flujo de la electricidad, luego reaccionan los equipos de protección para evitar los daños por medio del aislamiento de la corriente (Moreno, 2024).

Desde una perspectiva general todos los sistemas eléctricos pueden ser objeto de eventualidades, aunque algunas cuenten con innovaciones y mejoras en su sistema, estas igual se presentan, entre las situaciones que se pueden generar debido a la corriente son los cortocircuitos, las sobrecargas (estado de los equipos, aspectos climáticos), estos afectan los seccionadores cuando se realizan las aperturas de la infraestructura. Ahora bien, estas fallas se clasifican en transitorias y permanentes (Barros, 2024).

### **2.4.1 Fallas transitorias**

Las fallas transitorias dentro del sistema eléctrico, son las que poseen un tiempo mínimo en su duración, es decir, que la interrupción de la energía es momentánea, para lo cual los encargados de solucionar la eventualidad son el equipo de protección de la red. Las causas de las fallas transitorias en la red son los factores climáticos como: lluvia, rayo, polvo, salinidad del mar, el viento, aspectos de vegetación como árbol muy cerca de la red que interrumpe o interfiere en la red (Gorozabel, 2019).

### **2.4.2 Fallas permanentes**

Las fallas permanentes dentro del sistema eléctrico, son aquellas que poseen un tiempo de duración más largo que la falla anteriormente mencionada, para lograr solucionarlas es necesario la intervención del personal operativo que labora en la empresa del sector donde ha sucedido la falla, para dar solución al problema. Las causas de las fallas se dan por ciertas actividades humanas como accidentes generados por el choque de vehículos en los postes de electricidad y por aspectos ambientales (Jami, 2024).

## **2.5 Índices de calidad de servicio**

Son los encargados de proveer información de los alimentadores, para dar cumplimiento a los estándares de calidad que debe seguir el servicio de energía eléctrica, bajo los lineamientos de Regulación CONELEC – 004/01 (2001).

### **2.5.1 Frecuencia de media interrupción KVA(FMIK)**

Con este indicador se puede determinar la frecuencia medio de las interrupciones que debe tener la distribución de energía eléctrica, para lo cual se considera sus parámetros que es de 4.0 anual, en cambio para los alimentadores urbanos de 5.0 y para la zona rural 6.0 de forma anual (Balseca & Morejón, 2023).

Ahora bien, la fórmula es:

$$FMIK = \frac{KVA_i * t_i}{KVA_{ti}}$$

### **2.5.2 Tiempo total de interrupciones KVA (TTIK)**

Mientras que el indicador TTIK, permite obtener información sobre el tiempo que la KVA no ha contado con servicio eléctrico, por lo cual los valores de la red son normales, con un indicador de 8.0, en el caso de la parte urbana de 5 y para la zona rural de 18 (Balseca & Morejón, 2023).

$$TTIK = \frac{KVA_i * t_i}{KVA_{ti}}$$

Mediante la aplicación de estos indicadores se puede obtener información relevante de la calidad del servicio eléctrico, de este modo se identifican cuáles son los puntos que necesitan mejorar en cuanto a infraestructura e innovación de servicios como lo es el implemento de una nueva red compacta.

## Capítulo 3. Metodología

### 3.1 Perspectiva metodológica de la investigación

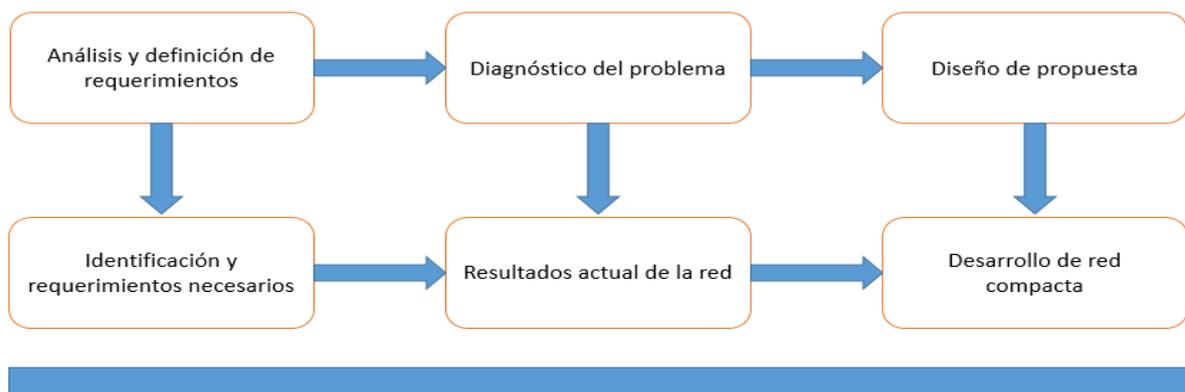
La investigación empleó una revisión sistemática de literatura, debido a que esta modalidad establece una serie de pasos lógicos que parten de la planificación, conducción, organización y demostración de los principales resultados obtenidos para dar cumplimiento a cada objetivo específico establecido (Carrizo & Moller, 2018; Melendez et al., 2022). Dando respuesta a la pregunta de investigación que determina lo siguiente ¿Cuáles son los componentes que deben poseer las redes aéreas compactas para mejorar el servicio de electricidad en la localidad de Daular, km 33, vía a la costa, Ecuador?

Para el desarrollo de la investigación se emplearon los tipos de investigación exploratoria, documental, descriptiva y el método inductivo, todos estos elementos permitirán obtener información del problema, así como realizar sus respectivos análisis para entender sus causas y cuál es la posible solución a desarrolla para lograr una mejora en el área en que se está interviniendo.

El desarrollo de la investigación sigue las siguientes fases:

**Figura 9**

Fases de la metodología



*Nota:* Se observan las fases a seguir para la investigación. Elaborado por los autores

La investigación comienza por el análisis y definición de los requerimientos necesarios para realizar la investigación, este se cumple en la información recolectada en el marco teórico donde se recolecta toda la información sobre los componentes y el funcionamiento de las redes compactas.

La segunda fase se dirige a levanta información sobre el diagnóstico del problema para determinar cuál es la situación actual del mismo, de este modo se podrán indagar las diferentes causas que generan la interrupción del servicio eléctrico y finalmente la fase de desarrollo de la propuesta se describirá la posible solución para mejorar las diferentes fallas del sistema eléctrico en la zona de estudio.

### **3.1.1 Investigación de campo**

La investigación de campo permite obtener información directamente de las fuentes primarias mediante la aplicación de los diferentes instrumentos permitiendo entender el problema de forma directa logrando analizar sus causas y efectos (Hernández & Mendoza, 2018). Mediante la investigación de campo se acudió al kilómetro 33 vía a la costa para realizar un levantamiento de información del sistema de red de media tensión identificando cuales son las principales causas que afecta el tendido eléctrico.

### **3.1.2 Investigación documental**

La investigación documental se dirige a obtener información de diferentes registros, digitales o archivados sobre un determinado tema, permitiendo obtener información cronológica de los sucesos, del mismo modo se pueden consultar diferentes documentos que se encuentran en sitios académicos y científicos que aporten datos de la investigación (Reyes, 2022). Mediante el empleo de la investigación documental se recolectó información sobre los diferentes indicadores

que señalan las interrupciones del servicio eléctrico, identificando cual es el alimentador que presenta mayor problema.

### **3.1.3 Investigación descriptiva**

La investigación descriptiva se encarga de detallar como se desarrolla un problema de estudio identificando patrones de comportamiento, la descripción permite identificar las principales características de los fenómenos ayudando mejor a la comprensión de las causas y efectos de los fenómenos en análisis (Barbosa et al., 2020). El empleo de la investigación descriptiva ayudará a detallar y narrar los principales resultados obtenido en el análisis de los componentes de la red de media tensión del km 33 vía a la costa, así como caracterizar los diferentes indicadores de calidad que indican que ha existido interrupciones del servicio eléctrico.

### **3.1.4 Métodos Inductivo**

El método inductivo dirige que las investigaciones partan desde un hecho particular para lograr un razonamiento o procedimiento general (Palmett, 2020). Siguiendo la premisa de este método la presente investigación partió desde el análisis del problema que se presentó en el km 33 vía a la costa, donde en base a las diferentes características que presenta dicho caso se realizaron comparaciones con diferentes teorías y requerimientos que deben tener los elementos y sistemas de redes compactas.

### **3.1.5 Modalidad de Investigación. Proyecto especial de innovación**

El trabajo curricular que abarca el análisis del para el diseño electrónico de redes compactas para la mejora del servicio eléctrico en el tramo Daular en el km 33 vía a la costa sigue la línea de proyecto especial de innovación, debido a que se busca solucionar los diferentes problemas en la red de distribución utilizando una mejor tecnología que no afecta a la flora y fauna local y mantener de manera ininterrumpida

del flujo de la energía eléctrica. Para lograr esto es necesario cumplir con las siguientes etapas.

- Primera etapa: Se debe de definir el lugar donde se realizará el estudio con la finalidad de conocer cuál es la situación que presenta la red en cuanto a las interrupciones constantes del servicio.
- Segunda etapa: Se recolecta toda la información existente sobre el problema a estudiar, en este caso se analizó si existió la presencia de vegetación o vida silvestre que afecte el suministro de energía, del mismo modo se analiza los indicadores de calidad los cuales brindarán información necesaria sobre las diferentes fallas que presenta el sistema eléctrico.
- Tercera etapa: En esta etapa se procede a realizar la propuesta de solución sobre las novedades identificadas en el sistema eléctrico realizando el diseño de la red compacta que abastece de electricidad al km 33 vía a la costa de la sub estación Cerecita.

### **3.1.6 Análisis y definición de requerimientos**

En esta etapa del proyecto se identifican todos los elementos necesarios que debe de poseer la red compacta para mejorar su funcionamiento, logrando mantener la calidad del servicio evitando afectar a la flora y fauna local. Siguiendo este concepto se logrará establecer un sistema eléctrico compatible con el medio ambiente, logrando la actualización del sistema para cumplir con los Objetivos de desarrollo sostenible.

### **3.1.7 Diseño del sistema**

En esta última fase se procede a realizar el diseño de la red compacta para el km 33 vía a la costa, identificando todas las herramientas y procedimientos que se deben de seguir para el empleo de dicho sistema.

### 3.2 Identificación del lugar de estudio

La investigación se realiza dentro de la provincia del Guayas en la parroquia Cerecita perteneciente al cantón Guayaquil, en esta localidad se encuentra la subestación Cerecita, la cual contiene el punto de estudio llamado Cedege-Daular, junto con otros tres alimentadores como Cerecita-Emepe, El Consuelo y Cedege Cerecita.

**Figura 10**

Subestación Cerecita



*Nota:* Se observa la subestación donde se realiza el estudio. Fuente Mapcarta (2024)

La subestación muestra las siguientes características:

**Tabla 3**

Datos de la subestación Cerecita

Subestación Cerecita	
Código de empresa	CNEL EP Guayaquil
Provincia	Guayas
Cantón	Guayaquil
Parroquia	Guayaquil, cabecera cantonal y capital provincial
Subtipo	Subestación exterior
Dirección	Cantón Playas
Código estructura	Exterior 69/13.8 kV a nivel
VPrimario	69 kV
VSecundario	13.8 kV
Número de subestación	04CE57

*Nota:* La tabla muestra la información de la subestación cerecita. Tomado de Geoportal CNEL EP (2024)

Los alimentadores de la subestación Cerecita cuentan con la siguiente capacidad instalada.

**Tabla 4**

Potencia de alimentadores

Alimentador	Tipo	Potencia instalada
Cerecita-Emepe	U (Urbano)	11847,5
Cedege-Daular	Baja Densidad	6945,0
El Consuelo	U (Urbano)	3178,5
Cedege-Cerecita	U (Urbano)	2725,0

*Nota:* Se observa la capacidad de los alimentadores instalados. Fuente CNEL (2024).

La capacidad de los alimentadores instalados es de 11847,5 para Cerecita Emepe, 6945,0 para Cedege Daular, 3178,5 para el abastecedor el consuelo y 2725,0 para el distribuidor Cedege – Cerecita.

### **3.3 Análisis de indicadores de calidad**

Los indicadores de calidad del sistema eléctrico permiten identificar el número de fallas internas y externas que ha presentado a lo largo de las operaciones de la distribución de energía, brindando información cuales son los puntos que presenta mayores problemas al realizar un análisis de los parámetros establecidos. Las lecturas de los índices se detallan a continuación.

#### **3.3.1 Análisis general de indicadores FMIK y TTIK en la subestación Cerecita.**

Los indicadores FMIK y TTIK registrado hasta mayo del 2024 registran los siguientes valores.

**Tabla 5**

Indicadores FMIK y TTIK general

Alimentador	Índice Mensual	
	FMIK	TTIK
Cerecita-Emepe	9,00	7,97
Cedege-Daular	10,04	8,76
El Consuelo	9,00	8,72
Cedege-Cerecita	7,00	6,07

*Nota:* Se observan los indicadores FMIK y TTIK generales. Fuente CNEL EP (2024)

La tabla 3 revela la lectura de los indicadores registrados, el abastecedor Cerecita – Emepe mostró un FMIK de 9,00 y TTIK de 7,79, el tramo Cedege – Daular generó un FMIK de 10,04 y TTIK de 8,76. El distribuidor El consuelo marco las cantidades de FMIK con 9,00 y TTIK de 8,72. El último alimentador llamado Cedege – Cerecita mostró un FMIK de 7,00 y TTIK de 6,07.

**Tabla 6**

Indicadores FMIK y TTIK internos programados

Alimentador	Internos Programadas	
	FMIK	TTIK
Cerecita-Emepe	1,0	0,2
Cedege-Daular	1,0	0,2
El Consuelo	1,0	0,2
Cedege-Cerecita	1,0	0,2

*Nota:* Se observa los indicadores FMIK y TTIK internos programados

En el análisis de los indicadores FMIK y TTIK de los diferentes alimentadores del tramo que abastece la población de Cerecita, se determinó que todos los distribuidores de energía eléctrica tienen las mismas puntuaciones, donde FMIK registró 1,0 para todos los abastecedores y TTIK marcó 0,2 en general.

**Tabla 7**

Indicadores FMIK y TTIK internos no programados

Alimentador	Internos No Programadas	
	FMIK	TTIK
Cerecita-Emepe	5,0	3,6
Cedege-Daular	6,0	4,4
El Consuelo	4,0	3,3
Cedege-Cerecita	3,0	1,7

*Nota:* Se observan los indicadores FMIK y TTIK internos no programados. Fuente CNEL EP (2024).

En el análisis de los indicadores internos no programados se registró que el alimentador Carecita-Emepe tuvo un FMIK de 5,0 y TTIK de 3,6. El distribuidor Cedege-Daular tuvo puntuaciones de 6,0 para FMIK y 4,4 para TTIK. El abastecedor El consuelo registró un FMIK de 4,0 y un TTIK de 3,3, el abastecedor Cedege-Cerecita tuvo valores de 3,0 para FMIK y 1,7 para TTIK.

**Tabla 8**

Indicadores FMIK y TTIK externos transmisor

Alimentador	Externos Transmisor	
	FMIK	TTIK
Cerecita-Emepe	3,0	4,2
Cedege-Daular	3,0	4,2
El Consuelo	3,0	4,2
Cedege-Cerecita	3,0	4,2

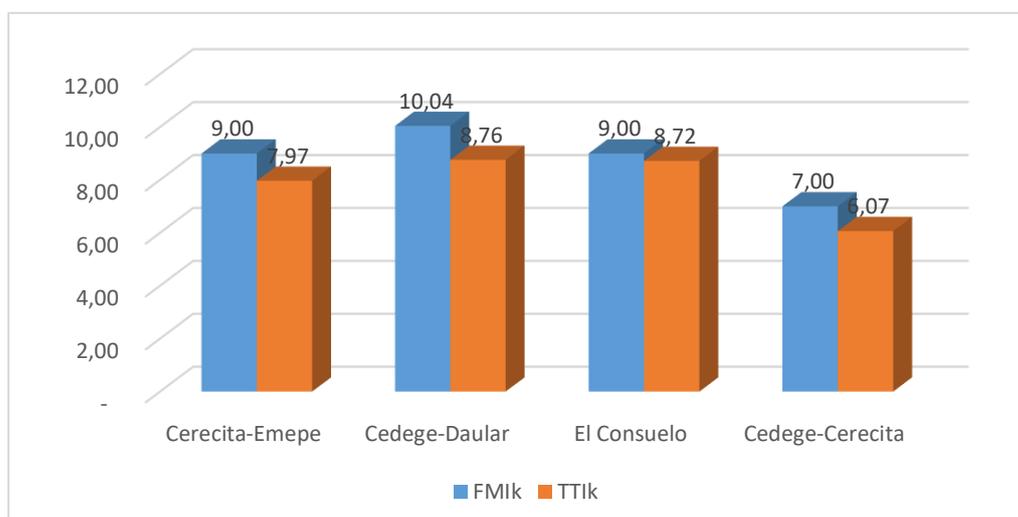
*Nota:* Se observan los indicadores FMIK y TTIK externos transmisor. Fuente CNEL EP (2024).

Los datos recolectados de los alimentadores de la subestación Cerecita indican que el distribuidor Cerecita-Emepe tuvo un FMIK de 3,0 y TTIK de 4,2. El tramo Cedege Daular mostró los mismos valores en los índices siendo este escenario el mismo tanto para el tramo El Consuelo y Cedege-Cerecita.

### 3.3.2 Identificación de puntos con mayores interrupciones

**Figura 11**

Indicadores FMIK y TTIK general



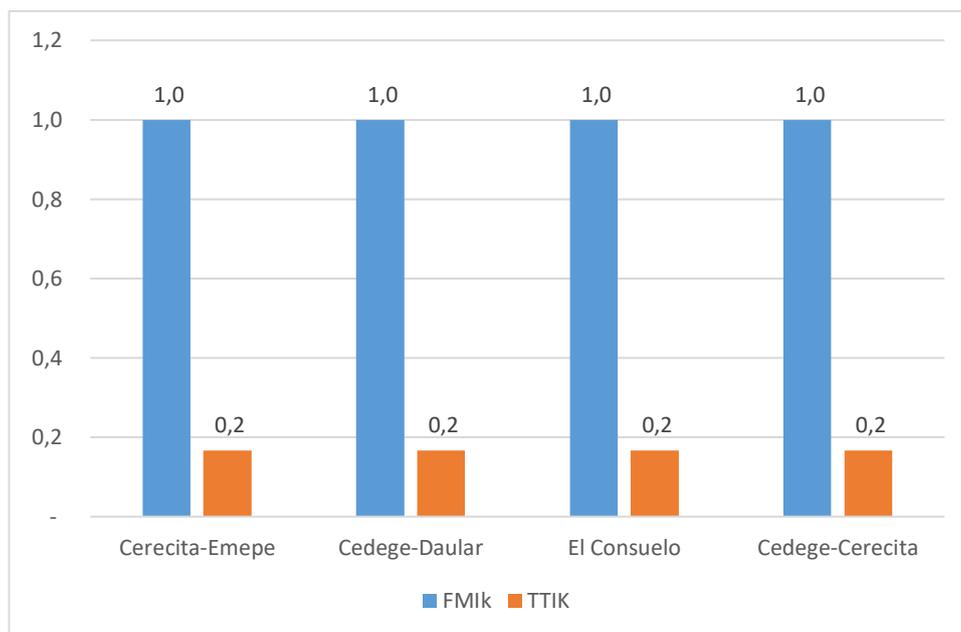
*Nota.* Se observa el análisis de los indicadores FMIK y TTIK de manera general.

Fuente CNEL EP (2024)

La figura 8 muestra que el principal alimentador que presenta mayores reportes de FMIK y TTIK es el distribuidor Cedege – Daular (FMIK 10,04 y TTIK 8,76), en segunda posición está el abastecedor El consuelo (FMIK 9,00 y TTIK 8,72), en tercer lugar, se encuentra la sección Cerecita – Emepe (FMIK 9,00 y TTIK 7,79) y el que ha presentado menores problemas fue el tramo Cedege – Cerecita (FMIK 7,00 y TTIK 6,07).

### Figura 12

Indicadores FMIK y TTIK internos programados

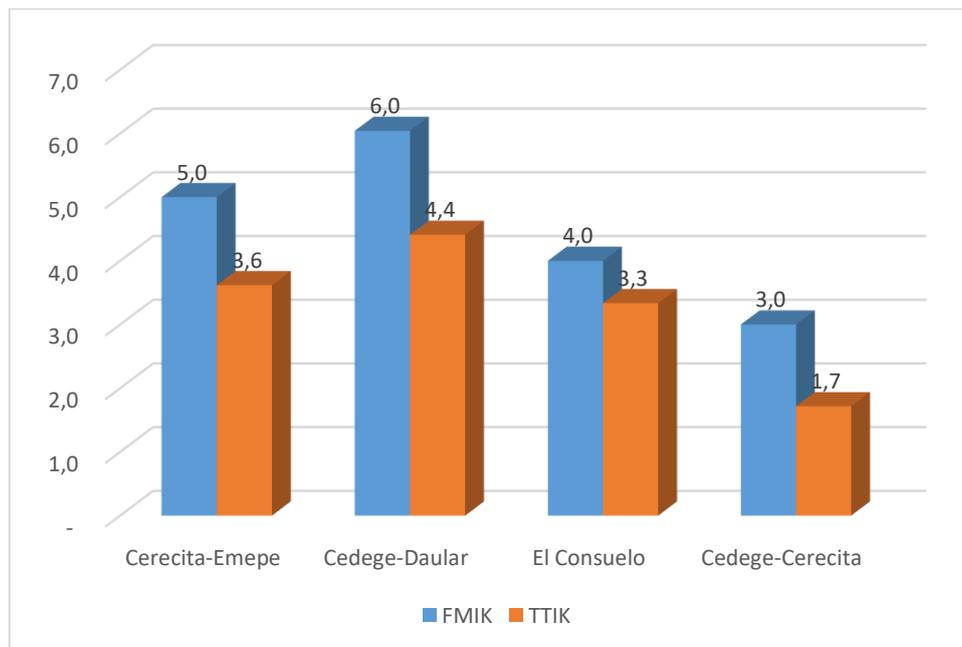


*Nota:* Se observa el análisis de los indicadores programados. Fuente CNEL EP (2024)

En el análisis de los indicadores del servicio de electricidad programados se evidenció que se generaron suspensiones de manera igualitaria para todos los abastecedores, dado que todos los alimentadores que conforman la subestación cerecita mostraron los mismos valores para ambos índices de estudio (FMIK 1,0 y TTIK 0,2).

**Figura 13**

Indicadores FMIK y TTIK Internas no programadas

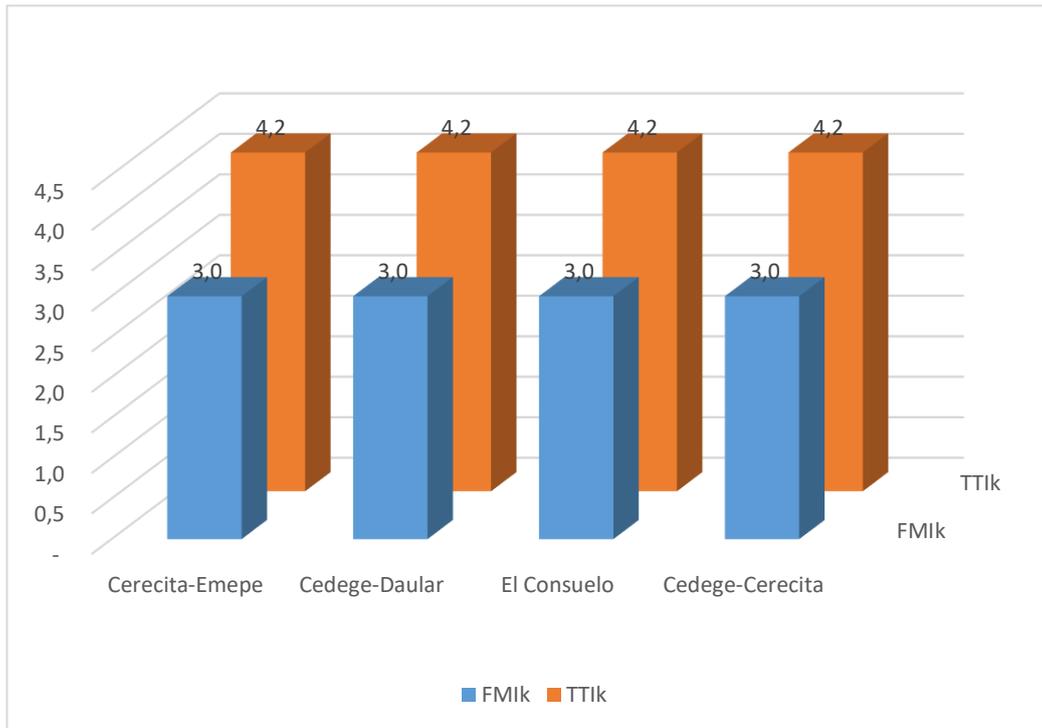


*Nota:* Se observa el análisis de los indicadores FMIK y TTIK no programados. Fuente CNEL EP (2024).

En el análisis de las fallas internas no programadas se determinó que el alimentador que presentó mayores novedades fue Cedege – Daular (FMIK 6,0 y TTIK 4,4), el segundo abastecedor que presentó más irregularidades fue Cerecita – Emepe (FMIK 5,0 y TTIK 3,6), en tercera posición estuvo el tramo El Consuelo (FMIK 4,0 y TTIK 3,3) y en el que menos interrupciones tuvo fue Cedege – Cerecita (FMIK 3,0 y TTIK 1,7).

**Figura 14**

Indicadores FMIK y TTIK Externo trasmisor



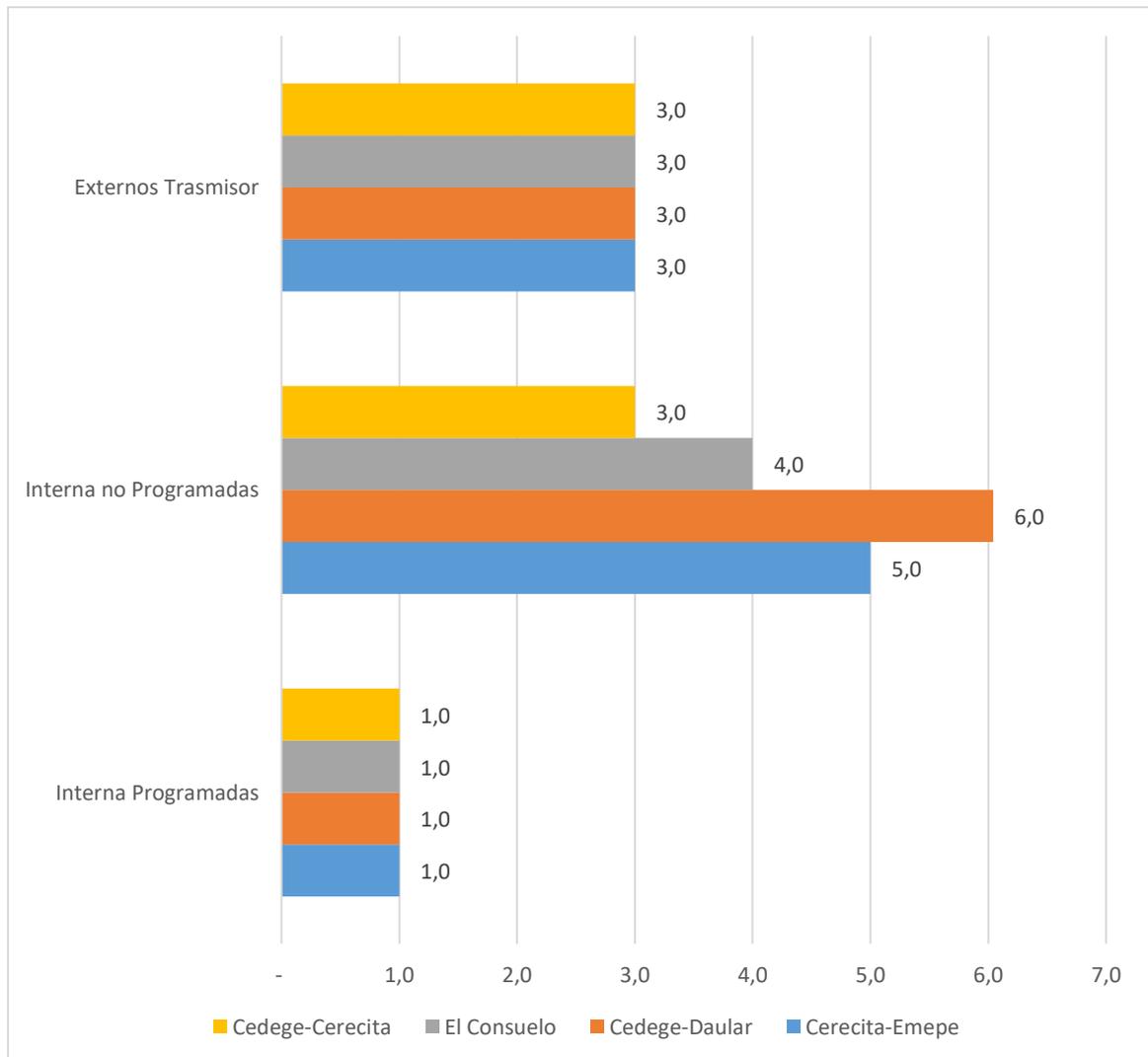
*Nota:* Se observa el análisis de los indicadores FMIK y TTIK externo trasmisor.

Fuente CNEL EP (2024).

En el análisis de los indicadores FMIK y TTIK externo trasmisor se observa que los cuatro distribuidores presentaron los mismos valores (FMIK 3,0 y TTIK 4,2) para cada indicador, lo que indica que dichas fallas del suministro afectó a todos los abastecedores por igual.

**Figura 15**

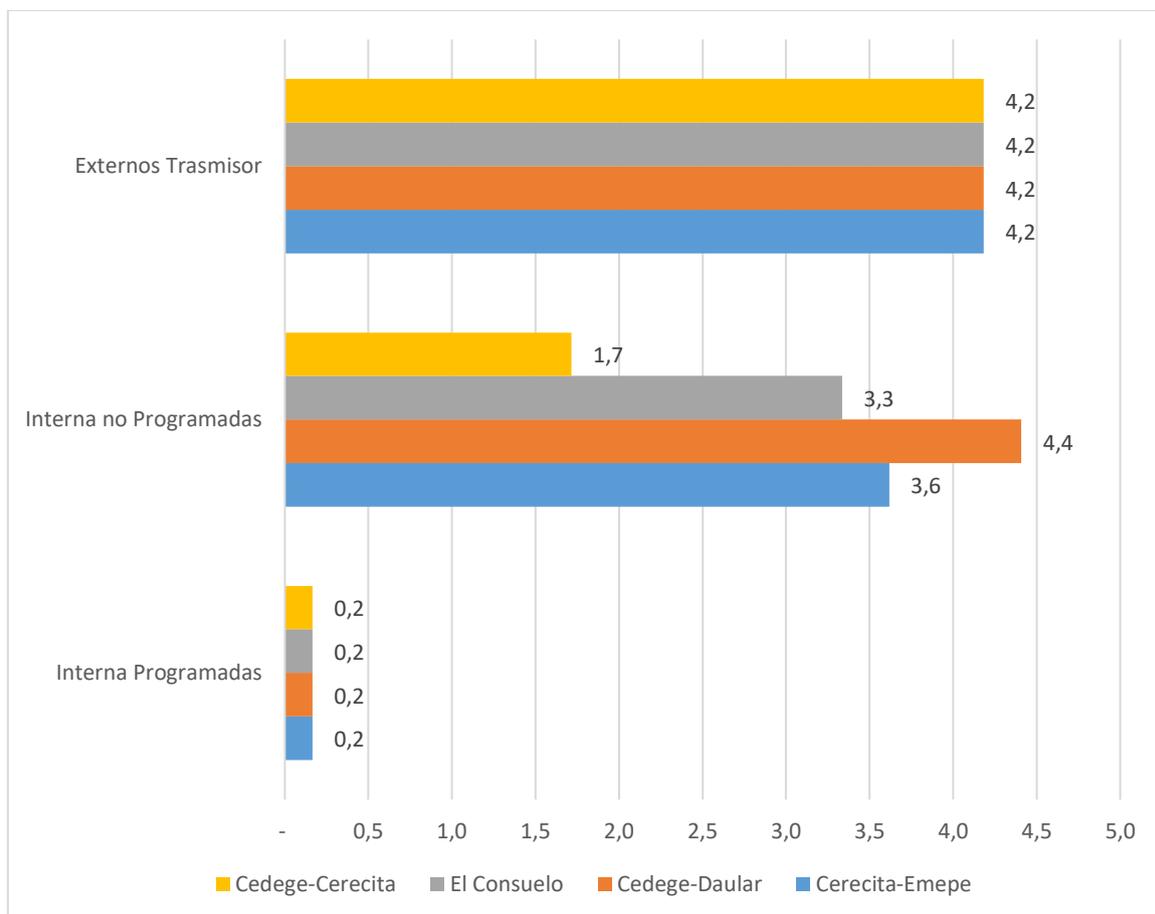
Análisis de FMIK



*Nota:* Se observa el análisis del indicador FMIK. Elaboración Propia.

En el análisis del indicador FMIK de los distribuidores de energía eléctrica de la subestación Cerecita, se evidencia que el FMIK no programado afecta mayormente a distribuidor Cedege-Daular, mientras que la programadas y el externo trasmisor afecta a todos los tramos por igual.

**Figura 16**  
Análisis TTIK



*Nota:* Se observa el análisis del indicador TTIK. Elaboración propia.

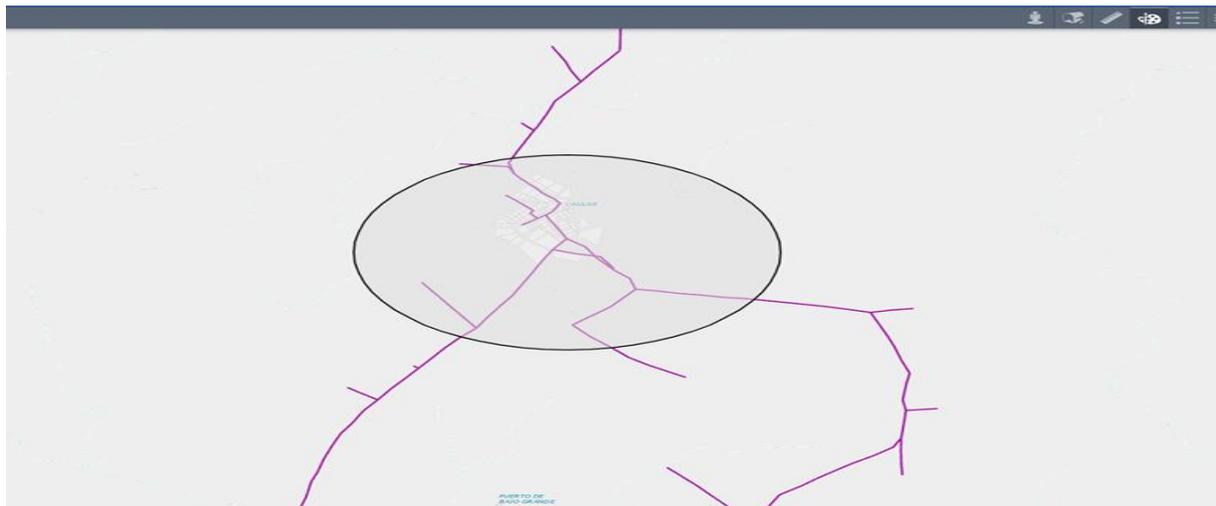
En el análisis del indicador TTIK se determina que el alimentador Cedege – Daular es el que presenta mayor puntuación en cuanto a las fallas internas no programadas, mientras que las programadas y externo transmisor afecta a todos los tramos por igual.

### 3.4 Selección del lugar a realizar la mejora

De acuerdo a los indicadores analizados el alimentador de energía eléctrica que presenta más irregularidades en cuanto a los indicadores FMIK y TTIK es el Cedege Daular, siendo este el punto donde se realizará la propuesta de redes compactas.

#### Figura 17

Alimentador Cedege Daular

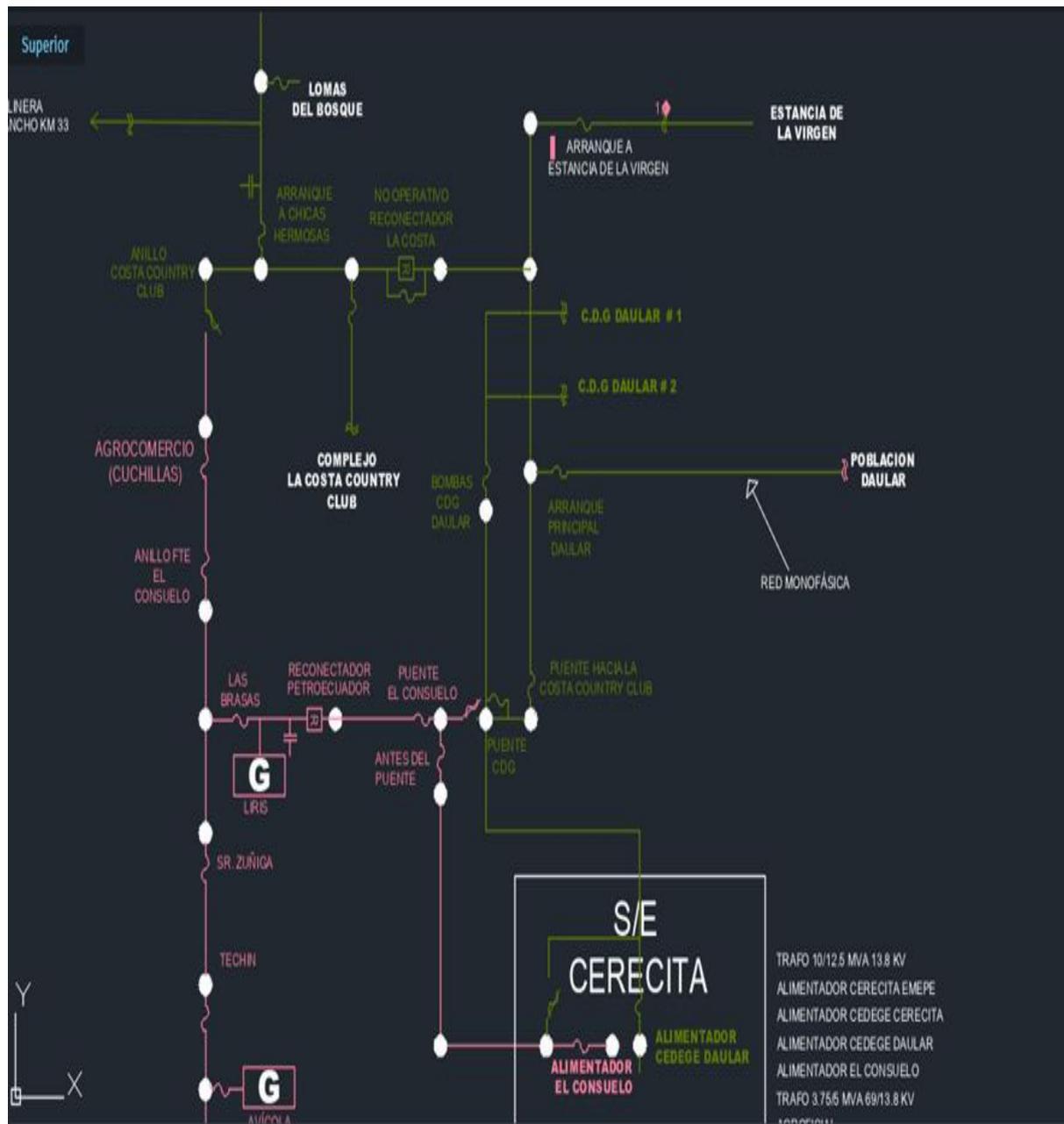


*Nota:* Se observa la distribución del alimentador Daular. Tomado de Geoportal CNEL EP (2024)

La figura muestra la distribución del alimentador Cedege Daular y la sección donde se realizará el estudio, siendo delimitada la zona del km 33 vía a la costa. Lógica de este alimentador se muestra a continuación:

**Figura 18**

**Diagrama del alimentador Daular**



*Nota:* Se observa el diagrama del alimentador Daular. Tomado de CNEL (2024)

En este lugar se realizó una investigación de campo donde se puede observar la presencia de una abundante vegetación, lo cual se mezcla con el sistema de cableado de causando fallas permanentes que demandan de la intervención del personal operativo de la empresa.

### **Figura 19**

Operación para quitar la vegetación



*Nota:* Se observa la presencia de árboles que interfieren con el sistema. Fuente elaboración propia.

### **Figura 20**

Despeje de vegetación



*Nota:* Se observa la presencia de un vehículo para eliminar la vegetación del sistema eléctrico. Fuente elaboración propia



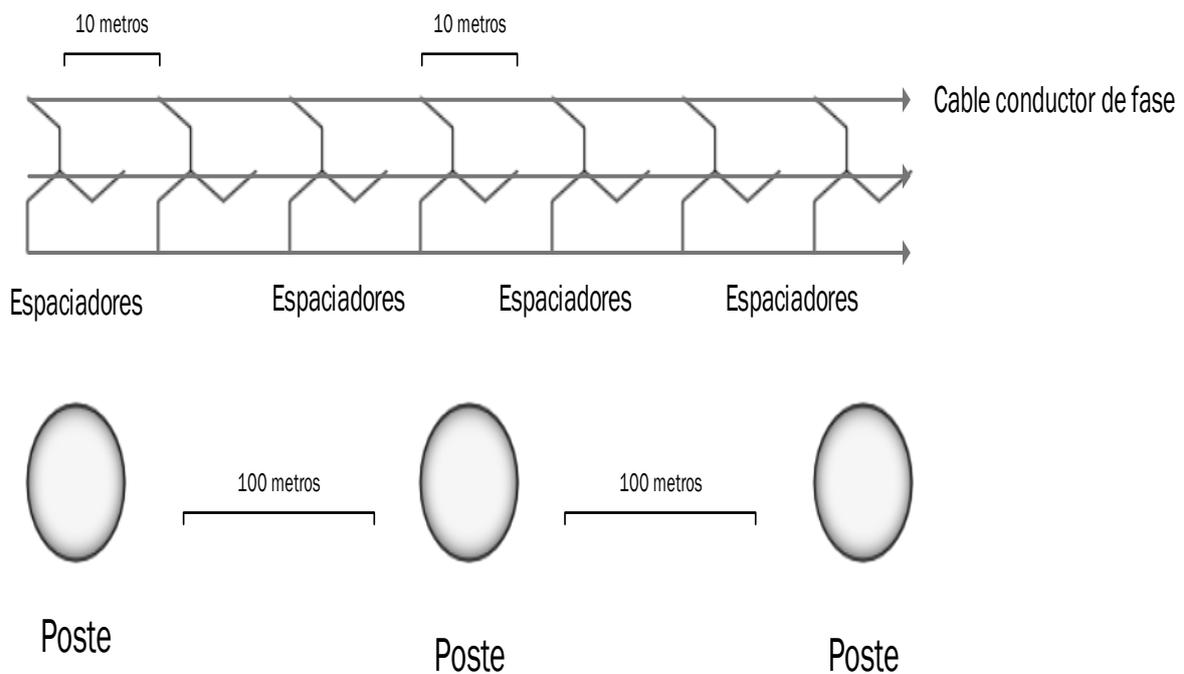
#### 4.1.1 Arquitectura de red compacta

La propuesta arquitectónica para la red compacta aérea para el sector Daular en el km 3 vía a la costa se muestra a continuación.

**Figura 23**

Diagrama de propuesta

Red compacta ecológica - km 33 vía a la costa, Daular



*Nota:* se observa la arquitectura de la red compacta propuesta. Elaborado por los autores.

Para cambiar la red convencional que se encuentra en el sector Daular a la altura del km 33 vía a la costa se implementaran 10 postes de hormigón de 12 metros de altura, separados cada 100 metros, del mismo modo se emplearan los separadores los cuales se agregarán cada 10 metros y los cables de las fases.

Los materiales para el diseño de la propuesta de la red compacta se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 9**

Materiales para red aérea compacta

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>
1	Abrazadera de acero galvanizado
2	Aislador de suspensión, caucho siliconado
3	Aislador de tipo espiga de polietileno de alta densidad
4	Soporte anti movimiento de polietileno de alta densidad.
5	Abrazadera de alineación con grapa conectora galvanizada
6	Cinta fleje, acero inoxidable, perno
7	Espaciador de polietileno de alta densidad
8	Estribo de acero manejable galvanizado
9	Grapa de desvío angular mensajero
10	Grapa horquilla y horquilla de acero galvanizado
11	Ménsula de desvío angular galvanizado
12	Placa para doble aislador
13	Retención de preforma par conductos semi aislado
14	Poste de hormigón
15	Conductor de Al Tricapa para redes compactas ACSR
16	Cable de acero galvanizado
17	Seccionador romper arco barra unipolar

*Nota:* Se observa la lista de materiales a emplear en el sistema de red compacta.

Adaptado de Montachana (2021)

#### **4.1.2 Proceso de diseño de la red compacta aérea**

Para la creación de la nueva red compacta de media tensión se emplea el programa Cymdist de la empresa CYME International (2020) el cual permite diseñar redes eléctricas para establecer soluciones eficientes a los usuarios y empresas de energía eléctrica. El proceso es este software empieza de la siguiente manera:

#### 4.1.2.1 Selección de conductor

Las redes de media tensión emplean el cable conductor elaborado a base de aluminio teniendo secciones circulares compactas denominado XLPE, el tipo de cable empleado para este tipo de trabajo es el 3/0 AWG, las características de este elemento se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 10**

Característica de la red compacta

Tramo	Voltaje	Tipo	Calibre	Corriente máxima
Km 33 Daular	13.8	XLPE	3/0	310

*Nota:* Se muestra las características de la nueva red compacta. Elaboración propia.

El cable con que el que se realizará el nuevo sistema de red aérea ecológico se detalla a continuación:

**Tabla 11**

Características del conductor

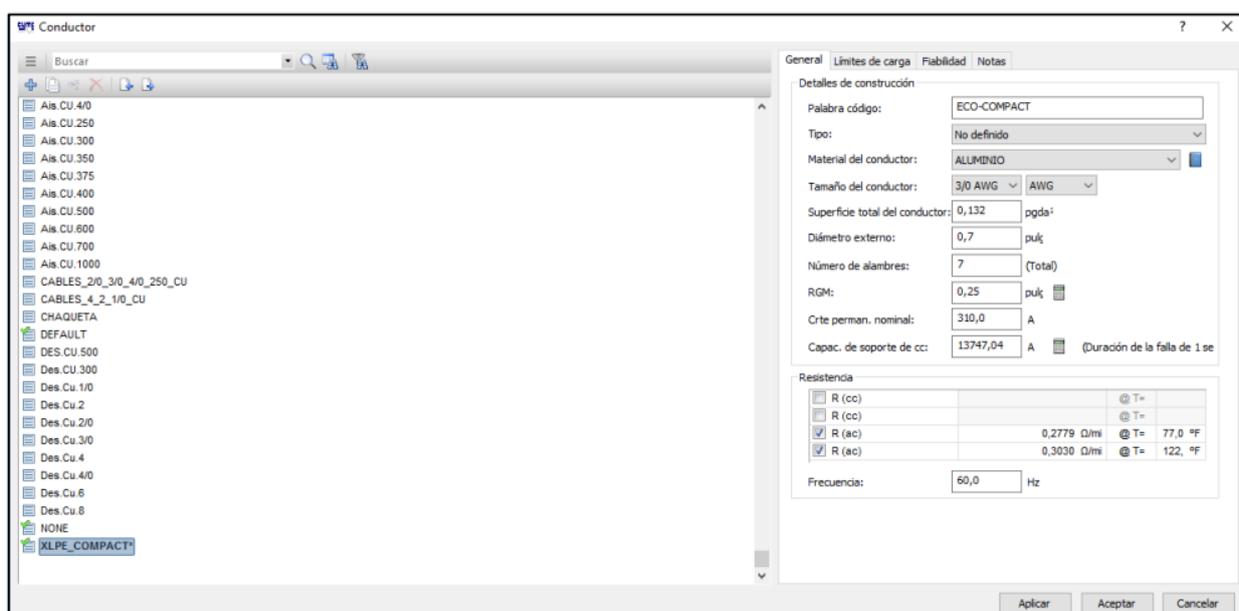
Características	
Conductor	ECO-COMPACT
Capa semiconductor	1
Número d alambres	7
Diámetro del conductor, pies	0,41692913
Diámetro exterior, pies	0,7
Resistencia a 20°C	0,334
Reactancia inductiva ohm/km	0,277
RMG Ds, pies	0,28
Intensidad eléctrica 70°C amperios	310
Intensidad eléctrica 90°C amperios	378

*Nota:* Se observa las características del conductor. Tomado de Madruñero (2019)

Toda la información del conductor se procede a ingresar al programa Cymdist, procediendo a llenar las diferentes casillas, indicando el tipo de material, tamaño, superficie, diámetro, cantidad de alambres, del mismo modo se habilita las opciones para el cálculo automático de la corriente nominal y la capacidad de soporte. La siguiente figura muestra la ventana del programa informático.

**Figura 24**

Ingreso de la información del conductor



*Nota:* Se observa el ingreso de la información del conductor. Tomado de Madruñero (2019)

#### 4.1.2.2 Espaciamento de los circuitos

En esta fase del programa se establece la distancia que debe existir entre los conductores en una estructura de soporte, para la configuración de este paso se sugiere realizar lo siguiente:

**Figura 25**

Configuración para circuitos

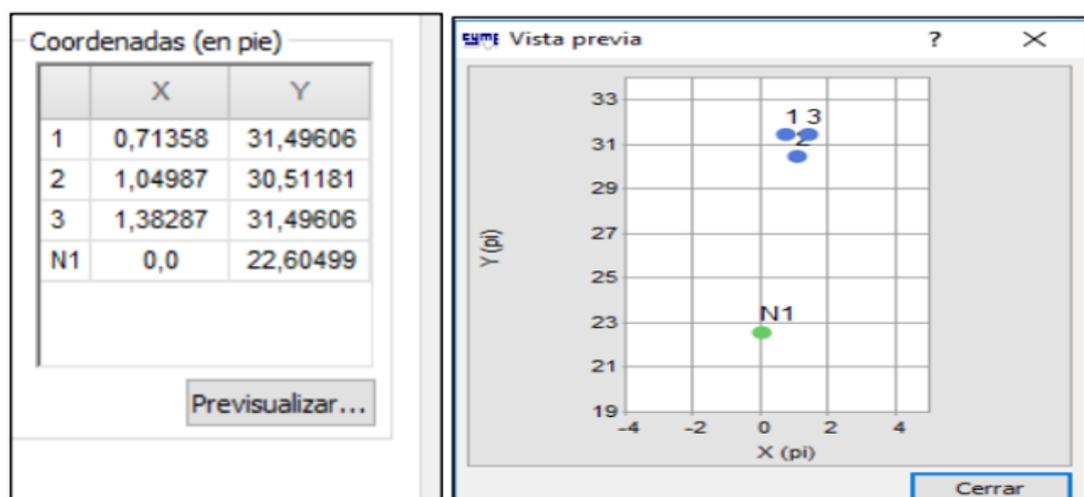
Pestaña general	Datos	Información
General	Tipo de datos de espaciamento	Configuración detallada
	Configuración de la torre	Genérico
	Nº fases	3
	Nº conductores / fases	1
	Distancia de paquete	Cálculo automático
	Distantica entre haces (h) metros	3
	Nº conductores neutros	1
	Coordenadas	Ítem a.

*Nota:* Se observa la información genera para circuitos. Tomado de Madruñero (2019)

Continuando se debe de establecer las coordenadas por donde pasará el cable conductor, para esto se debe tener la información de la ubicación de las ménsulas y brazo antibalanceo para que el programa realice los respectivos cálculos, de este modo se ingresará la información tanto de la estructura pasante, angular y la parte termina. A continuación, se muestra un ejemplo del ingreso de las coordenadas.

**Figura 26**

Ingreso de coordenadas

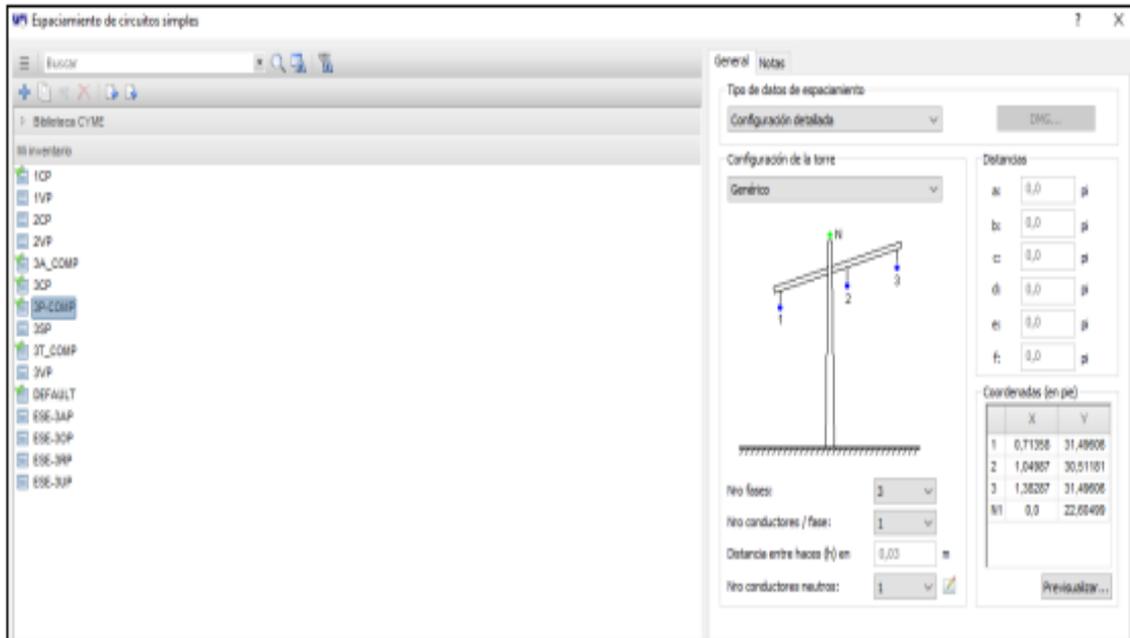


*Nota:* Se observa el ingreso de las coordenadas. Tomado de Madruñero (2019)

Posteriormente se crean los distanciamentos sencillos con sus respectivas configuraciones geométricas de la red compacta ecológica, esto se visualiza en la siguiente ventana:

**Figura 27**

Espacio de circuito simple



*Nota:* Se observa el modelamiento del circuito. Tomado de Madruñero (2019)

El programa Cymdist permite realizar un análisis de la demanda de electricidad en el tramo del km 33 vía a la costa en el sector Daular, para esto el programa necesita de la información que se consume en este abastecer. Esto se muestra en la siguiente imagen:

**Figura 28**

Demanda energética de Daular

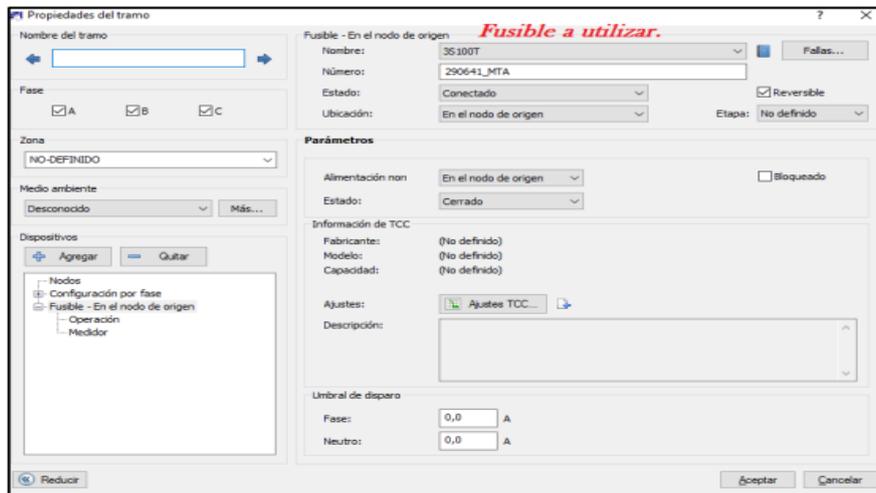
2024		CEDEGE - DAULAR									
Abril		AMPERIOS			DESBALANCE	POTENCIA			FACTOR	ENERGIA	
DIA	HORAS	A	B	C	%	KW	KVAR	FP	PERDIDAS	KW-H	KVAR-H
1	12H00	58	45	96	44,72%	1538	323	0,97	0,66	24965	25278
	13H00	55	45	93	44,56%	1494	303	0,97	0,62	25121	25313
	14H00	64	53	103	40,45%	1678	362	0,97	0,78	25271	25344
	15H00	55	46	97	46,97%	1526	313	0,97	0,65	25434	25378
	16H00	56	47	99	47,03%	1560	324	0,97	0,68	25592	25412
	17H00	51	42	91	48,37%	1439	271	0,98	0,56	25743	25443
	18H00	50	42	90	48,35%	1448	234	0,98	0,57	25917	25477
	19H00	55	42	99	51,53%	1534	260	0,98	0,64	26052	25501
	20H00	47	34	89	57,06%	1344	176	0,99	0,48	26222	25528
	21H00	54	41	95	50,00%	1513	239	0,98	0,62	26385	25558
	22H00	49	36	88	52,60%	1358	250	0,98	0,50	26514	25578
	23H00	41	28	79	60,14%	1173	173	0,98	0,37	26628	25596
24H00	46	36	84	51,81%	1269	219	0,98	0,44	26744	25614	

Nota: Se observa la demanda energética de Daular. Fuente CNEL (2024)

En base al análisis de la demanda energética del sector Daular en el km 33 mediante el programa Cymdist se puede determinar cuál es el punto de mayor demanda para la colocación de fusibles. La configuración del fusible dentro del programa se muestra a continuación.

**Figura 29**

Configuración de fusibles

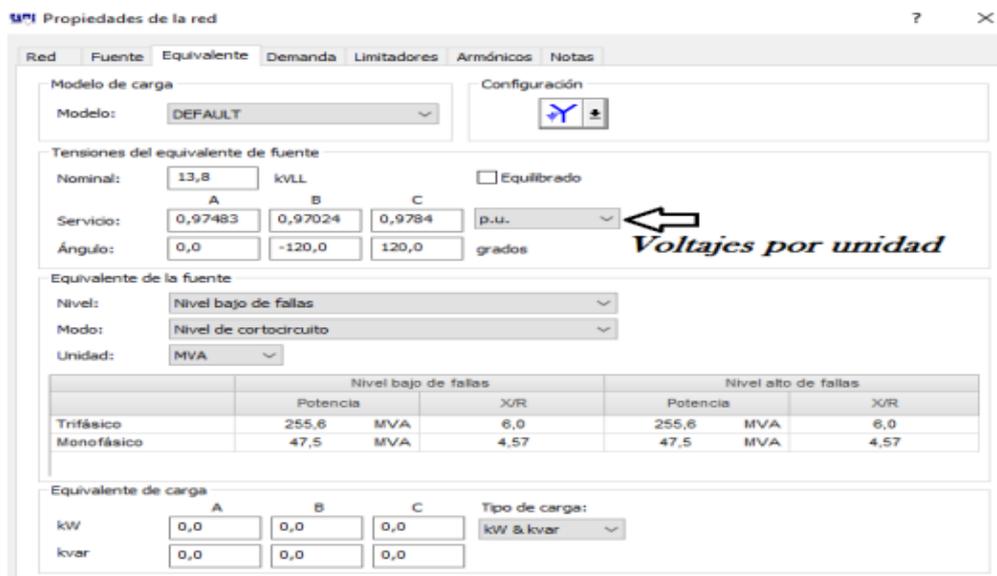


Nota: Se muestra la configuración del fusible. Tomado de Madruñero (2019)

Finalmente, el programa permite realizar el análisis de la distribución y flujo de energía, dicha información se muestra en las siguientes figuras:

**Figura 30**

Información del estado de la red



Nota: Se observa la información de la red compacta. Tomado de Madruñero (2019)

**Figura 31**

Corriente y factores de potencia



Nota: Se observa las corriente y factores de potencia. Tomado de Madruñero (2019)

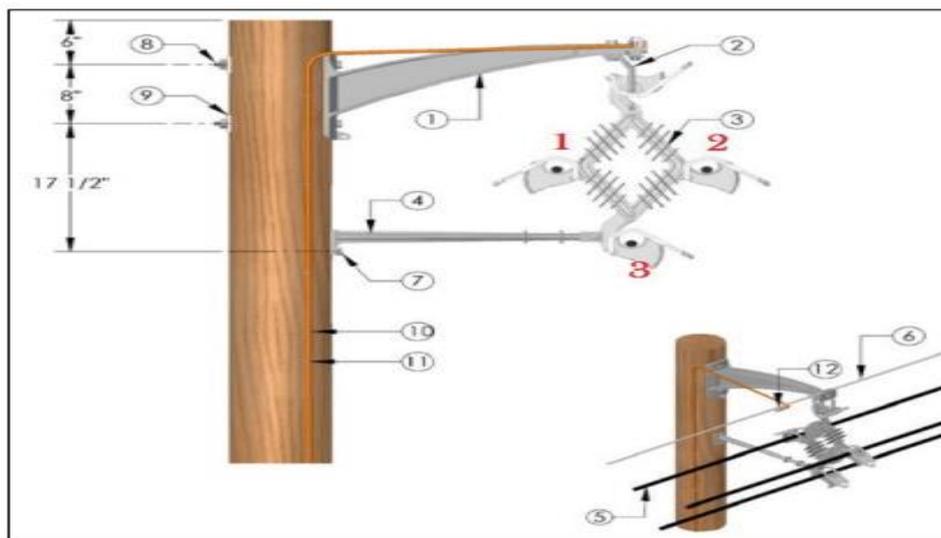
### 4.1.3 Proceso de instalación de la red compacta

El proceso de instalación se menciona a continuación.

La red ecológica que se propone para el km 33 vía la costa en el sector Daular está compuesta por el poste de soporte, los herrajes, separadores, soportes, cables de transmisión y demás elementos que se detallan a continuación:

**Figura 32**

Componentes de la red compacta



*Nota:* se observa los elementos y ubicación de los diferentes componentes de la red compacta. Tomado de Madruñero (2019).

Para la instalación de la red aérea compacta se necesita de los siguiente:

En primer lugar, se procede a la colocación de los equipos en los respectivos postes, los cuales deben tener una altura de 12 metros y 510 kilogramos.

Es recomendable instalarla el soporte con estribo a una distancia de 60 cm del final del poste debido al peso que se genera por el soporte de los cables. Para esto se debe de realizar los respectivos agujeros para la instalación de las abrazaderas las cuales se deben de ajustar con el perno.

Posteriormente se coloca el espaciador de polietileno junto con el cable mensajero el cual debe ser fijado y templado para colocar rodillos de 3 roldanas que ayudaran a colocar posteriormente las fases de transmisión.

### **Figura 33**

Colocación de rodillos



*Nota:* Se observa la colocación de rodillos. Tomado de Linielec Proyectos (2023).

Los rodillos se colocan a una distancia de 7 o 10 metros los cuales con ubicados mediante una distribución gradual mediante el hale de una línea que permita su adecuada distribución.

### **Figura 34**

Hale de rodillos



*Nota:* Se observa la distribución de rodillos. Tomado de Linielec Proyectos (2023).

La colocación de los respectivos rodillos permitirá tener un sistema con todo el cableado que se necesitará para colocar los respectivos espaciadores.

### **Figura 35**

Colocación total de rodillos y cableado



*Nota:* Se observa la puesta completa de los rodillos y el cableado. Tomado de Linielec Proyectos (2023).

Posteriormente se debe de realizar el cambio de los rodillos por los separadores para lo cual se emplearán grúas y el personal operativo necesario para colocar dichas herramientas con sus respectivos ajustes.

### **Figura 36**

Cambio de rodillos por espaciadores



*Nota:* Se observa el cambio de rodillos por espaciadores. Tomado de Linielec Proyectos (2023).

Continuando se debe de realizar la colocación del brazo anti balanceo en los respectivos postes para asegurar el nuevo sistema de red compacta, finalmente en la estructura terminal se debe de realizar el respectico ajuste y temple de los cables.

### **Figura 37**

Ajuste de estructura terminal



*Nota:* Se observa el ajuste del terminal de la red compacta. Tomado de Linielec Proyectos (2023).

Finalmente se logra obtener un sistema eléctrico compatible con la flora y fauna de la localidad, evitando que la alta frecuencia de deforestación y destrucción del hábitat de animales, manteniendo la fluidez del servicio eléctrico para las comunidades que viven en el km 33 vía a la costa en el sector Daular.

### **Figura 38**

Colocación de la red compacta



*Nota:* Se observa la colocación de la red compacta. Tomado de Buenaventura & Caicedo (2017)

La colocación de la red compacta de cumplir con lo siguiente:

- La infraestructura de la red compacta en cuanto a los conductores debe estar alejado a una distancia mínima de 5,5 metros de la zona peatonal, y a 6 metros de distancia de la calles y avenidas.
- Para las áreas de tráfico vehicular el distanciamiento debe ser de 6 metros, para el área rural debe ser la misma longitud, mientras que para carreteras debe ser de 7 metros.
- La distancia vertical en zonas urbanas es recomendable que el sistema de red se encuentre 4,1 metros ya sea por encima o por debajo de los balcones y techos.
- Para vehículos pequeños la distancia de la altura debe ser de 4.1 metros mientras que para los grandes debe ser de 5,6 metros.
- La distancia horizontal entre el sistema de media tensión de 13.8 kv y los edificios debe ser mínimo de 2,3 metros.
- La distancia vertical entre conductores del mismo circuito debe ser mínimo de 0,18 para redes de menos de 15 kv y 0,27 para distribuidores menores de 34.5 kv.
- La distancia horizontal entre conductores del mismo circuito debe ser mínimo de 0,18 para redes de menos de 15 kv y 0,27 para distribuidores menores de 34.5 kv.

## Conclusiones

- El establecimiento de las bases teóricas permitió identificar los diferentes componentes de las redes compactas, sus ventajas y desventajas que tienen para mejorar la calidad del servicio eléctrico y minimizar el impacto de esta actividad en la flora y fauna de las diferentes localidades.
- Para realizar el análisis de la red de media tensión se procedió a indagar sobre los diferentes distribuidores de energía de la subestación cerecita, se revisaron los registros de los indicadores de calidad FMIK y TTIK, determinando que el sector que presenta mayor problema es el abastecedor Cedege – Daular dado que registraba índices elevados sobre los demás alimentadores, del mismo modo mediante una investigación de campo se pudo determinar que en la zona existe abundante vegetación, lo que genera las interrupciones del servicio e intervención de la mano de obra del personal operativo.
- La propuesta para el cambio de la red convencional por la red compacta aérea estableció la arquitectura del nuevo sistema, los componentes y procedimientos necesarios para realizar el ensamble de la red ecológica para tener un menor impacto negativo en el ecosistema y mantener la calidad del servicio eléctrico.

## **Recomendaciones**

- Elaborar revisiones literarias sobre los avances en equipamientos tecnológicos para el establecimiento de redes de media tensión, con la finalidad de que dichos sistemas se apliquen al servicio de electricidad ecuatoriano, ayudando a preservar el medio ambiente y optimizar el uso de los recursos naturales y energéticos.
- Realizar estudios para ampliar la red compacta en los siguientes sectores vía a la costa donde exista abundante vegetación e interrupciones constantes del servicio eléctrico por la interferencia de árboles y animales.
- Realizar innovaciones en la propuesta establecida para actualizar los equipos que son amigables con el medio ambiente con el fin de minimizar el impacto en la flora y fauna y mantener el flujo de la electricidad en estos sectores.

## 5 Referencias

- Aucapiña, N., & Zhindón, R. (2023). *Análisis técnico y económico para la utilización de conductores semiaislados en redes aéreas de media tensión en los sistemas de distribución*. Obtenido de Universidad de Cuenca : <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/41409/1/Trabajo-de-Titulaci%C3%B3n.pdf>
- Balseca, J., & Morejón, L. (2023). *Análisis aplicado de la calidad del servicio técnico en empresa eléctrica distribuidora*. Obtenido de Escuela Superior Politécnica del Litoral: <https://dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/58160/1/T-113535%20Balseca%20-%20Morej%C3%B3n.pdf>
- Barbosa, A., Mar, C., & Molar, J. (2020). *Metodología de la investigación. Métodos y técnicas*. Grupo Editorial Patria. Obtenido de [https://books.google.es/books?id=e5otEAAAQBAJ&dq=metodolog%C3%ADa+de+la+investigaci%C3%B3n+%2B+campo+%2B+documental+6%2B+exploratorio&lr=&hl=es&source=gbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.es/books?id=e5otEAAAQBAJ&dq=metodolog%C3%ADa+de+la+investigaci%C3%B3n+%2B+campo+%2B+documental+6%2B+exploratorio&lr=&hl=es&source=gbs_navlinks_s)
- Barros, M. (2024). *Mejoras en la Gestión de la Función Recierre de Reconectores para Optimizar Indicadores de Calidad en la Red Eléctrica y su Impacto en la Comunidad*. Obtenido de Universidad de la Costa: <https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/12846/Mejoras%20en%20la%20Gesti%C3%B3n%20de%20la%20Funci%C3%B3n%20Recierre%20de%20Reconectores%20para%20Optimizar%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Berrio, J. (2021). *Diseño de un centro de capacitación de linieros en redes aéreas de distribución eléctrica*. Obtenido de Universidad Antonio Nariño: chrome-

- extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.uan.edu.co/server/api/core/bitstreams/bb28dd90-9a0d-4480-b66c-28dd3a108dc8/content
- Bravo, D. (2023). *Guía para la construcción de redes subterráneas para la empresa eléctrica regional del Sur (EERSSA)*. Obtenido de Universidad Nacional de Loja: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/28677/1/DarwinRaul\\_BravoCueva.pdf](chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/28677/1/DarwinRaul_BravoCueva.pdf)
- Bravo, J., & Solano, E. (2022). Diseño de redes eléctricas en medio voltaje, bajo voltaje y alumbrado público para urbanizaciones. *Polo del Conocimiento*, 7(8), 1527-1547. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9042803.pdf>
- Buenaventura, I., & Caicedo, J. (2017). *Evaluación sobre la remodelación de redes de media tensión convencionales a red ecológica y compacta en áreas rurales con frecuentes cortes de energía eléctrica*. Obtenido de Universidad de la Salle: [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1195&context=ing\\_electrica](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1195&context=ing_electrica)
- Cacuango, L. (2020). *Rediseño de la red de distribución de energía eléctrica en baja tensión en el conjunto residencial "Milton Reyes"*. Obtenido de Universidad Técnica del Norte: <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10290/2/04%20MEL%2085%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Carrizo, D., & Moller, C. (2018). Estructuras metodológicas de revisiones sistemáticas de literatura en Ingeniería de Software: un estudio de mapeo sistemático. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 26(Especial), 45-54. Obtenido de

[https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-33052018000500045](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052018000500045)

Chusin, L., & Escobar, B. (2015). *Análisis de confiabilidad de sistemas de distribución eléctrica con penetración de generación distribuida*. Obtenido de Escuela Politécnica Nacional :

<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10825/1/CD-6328.pdf>

COIDEA. (2020). *Redes Aéreas compactas* . Obtenido de Un sistema integral para lograr la solución técnica y ecológica en líneas aéreas hasta 35kV: [https://www.coideasa.com/assets/images/f\\_distribucion/item-07/catalogo-redes-compactas.pdf](https://www.coideasa.com/assets/images/f_distribucion/item-07/catalogo-redes-compactas.pdf)

CONELEC. (2001). *Regulación CONELEC – 004/01*. Obtenido de Resolución No. 0116/01: <https://faolex.fao.org/docs/pdf/ecu168797.pdf>

CYME International. (2020). *Análisis de sistemas de distribución*. Obtenido de <https://www.cyme.com/es/software/cymdist/>

ENEL. (2023). *LA462 Circuito con red compacta de MT y 34,5 kV instalación de separadores en vano*. Obtenido de <https://likinormas.enelcol.com.co/normas/lineas-aereas-urbanas-de-distribucion/red-compacta/la462-circuito-con-red-compacta-de-mt-y-345-kv-instalacion-de-separadores-en-vano>

Geoportal CNEL EP. (2024). *CNEL*. Obtenido de <https://geoportal.cnelep.gob.ec/cnel/>

Gorozabel, J. (2019). *Análisis de efectos por la interconexión de generación distribuida en el sistema de protección de sobrecorriente de la red de distribución troncal (alimentador) de 13,8kv vía Buena Fe*. Obtenido de Universidad Técnica Estatal de Quevedo:

<https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/cb877a9c-8aa8-4894-89ca-1d9c98d9f1a2/content>

Hernández, R., & Mendoza, P. (2018). *Metodología de la Investigación Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C. V.

Jami, B. (2024). *Implementación de un sistema de localización de fallas del sistema de distribución de medio voltaje de la subestación San Vicente, de la empresa eléctrica regional norte (EMELNORTE)*. Obtenido de Universidad Técnica del Norte:

<https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/15660/2/05%20MEL%2026%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

Kern, G. (2021). *SEGUIMIENTO ELÉCTRICO: ESTUDIO DE CASO DE VIABILIDAD PARA LA REEMPLAZO DE REDES AÉREAS COMPACTAS DE DISTRIBUCIÓN POR REDES AISLADAS*. Obtenido de UNIVERSIDAD REGIONAL DEL NOROESTE DEL ESTADO DE RIO GRANDE DO SUR - UNIJUÍ.

Lepe, L. (2015). *Diseño de investigación de la factibilidad técnica y económica para la introducción de una red eléctrica de distribución compacta en el parque ecológico ciudad nueva, ubicado en la zona 2 de la ciudad de Guatemala*. Obtenido de Universidad de San Carlos de Guatemala:  
[http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0902\\_EA.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0902_EA.pdf)

Linielec Proyectos. (2023). *Clase 1.1 Pasos para Construir Redes Compactas | Curso de REDES ELÉCTRICAS COMPACTAS*. Obtenido de YouTube:  
[https://www.youtube.com/watch?v=\\_3ofkRsAi5g](https://www.youtube.com/watch?v=_3ofkRsAi5g)

López, S. (2021). *Diseño de Redes eléctricas de media y baja tensión en los departamento de la Guajira y Magdalena*. Obtenido de Universidad de Antioquia: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/21658/5/LopezSantiago\\_2021\\_DisenRedesElectricas.pdf](https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/21658/5/LopezSantiago_2021_DisenRedesElectricas.pdf)

Machacado, S., & Cruz, F. (2019). *ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS REDES COMPACTAS FRENTE AL SISTEMA CONVENCIONAL*. Obtenido de Universidad Industrial de Santander : [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://noesis.uis.edu.co/server/api/core/bitstreams/3f294bf2-8f16-4461-9e53-30c8cceb207/content](https://noesis.uis.edu.co/server/api/core/bitstreams/3f294bf2-8f16-4461-9e53-30c8cceb207/content)

Madrueno, R. (2019). *Diseño de dos alimentadores de la subestación cananvalle con redes compactas para la empresa eléctrica emelnorte*. Obtenido de Universidad Técnica del Norte : <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9585/2/04%20MEL%20063%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

Maldonado, T. (2023). *Cambio de red de distribución en MT de 6.9kv convencional a red de distribución protegido de Mt (compacta) del alimentador de Calacoto*. Obtenido de Universidad Mayor San Andrés: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/31253/PG-8378.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Mapcarta. (2024). *Subestación Cerecita*. Obtenido de <https://mapcarta.com/es/W550248851/Mapa>

Medina, E. (2020). *Cálculo y diseño de una instalación eléctrica en baja tensión para edificio aplicando electrobarras*. Obtenido de Universidad Católica de Santiago

- de Guayaquil: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/14765/1/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-251.pdf
- Melendez, J. R., Mátyás, B., Hena, S., Lowy, D. A., & El Salous, A. (2022). Perspectives in the production of bioethanol: A review of sustainable methods, technologies, and bioprocesses. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 160. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112260>
- Montachana, W. (2021). *Estudio de factibilidad para la implementación de redes aéreas compactas en media tensión en el área de concesión de LA EEA.S. A.* Obtenido de Universidad Técnica de Cotopaxi: <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7906/1/PI-001708.pdf>
- Montemezzo, J., Cayetano, R., & Batista, A. (2022). Comparative load flow analysis of distribution systems considering conventional and compact networks. *Brazilian Journal of Development*, 8(2), 11325-11340. Obtenido de <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/44033/pdf>
- Morales, C. (2021). *REDES ELÉCTRICAS AÉREAS DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN EN LA CIUDAD DE SANTA MARTA* . Obtenido de Universidad de Antioquia : chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/21656/6/MoralesCristian\_2021\_RedesElectricasAereas.pdf
- Moreno, L. (2024). *Esquema de transferencia con reconectores entre los alimentadores primarios Alpachaca no.4 y Alpachaca no.5 de Emelnorte S.A.* Obtenido de Universidad Técnica del Norte :

<https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/16097/2/04%20IEL%20035%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

Muñoz, G. (2021). *Cálculo y diseño de red de alimentación eléctrica en media y baja tensión para parque apícola*. Obtenido de Universidad Nacional de La Pampa: <https://repo.unlpam.edu.ar/handle/unlpam/8293>

Palmett, A. (2020). Métodos inductivo, deductivo y teoría de la pedagogía crítica. *Petroglifos. Revista Crítica Transdisciplinar*, 3(1), 36-42. Obtenido de <https://petroglifosrevistacritica.org.ve/wp-content/uploads/2020/08/D-03-01-05.pdf>

Paredes, J. (2021). *Reconfiguración de redes de distribución eléctrica para minimización de pérdidas de potencia activa*. Obtenido de Universidad Técnica del Norte: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11241/2/04%20MEL%20111%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

Pérez, J. (2022). *Diseño de la red eléctrica en 13.8 KV para la conexión al sistema de distribución de Perenco, de la estación y cabezas de pozos de remache norte N°3, N°5 Y N°7*. Obtenido de Universidad de Pamplona: <http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/4964>

Pulido, F. (2021). *Diseño de redes de distribución eléctrica de media y baja tensión, correspondiente a la unidad funcional 3 (tramo guayabales)*. Obtenido de Universidad de Pamplona: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/4907/1/Pulido\\_2021\\_TG.pdf](chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/4907/1/Pulido_2021_TG.pdf)

Reyes, E. (2022). *Metodología de la Investigación Científica*. Page Publishing Inc.

Obtenido de

[https://books.google.es/books?id=SmdxEAAAQBAJ&dq=metodolog%C3%ADa+de+la+investigaci%C3%B3n+%2B+campo+%2B+docmental+6%2B+exploratorio&lr=&hl=es&source=gbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.es/books?id=SmdxEAAAQBAJ&dq=metodolog%C3%ADa+de+la+investigaci%C3%B3n+%2B+campo+%2B+docmental+6%2B+exploratorio&lr=&hl=es&source=gbs_navlinks_s)

Sisa, V., & Quinatoa, C. (2023). Análisis de Confiabilidad Usando el Método de Monte

Carlo en los Alimentadores Principales de la Subestación Cristianía Perteneiente a la Empresa Eléctrica Quito. *Revista Ingenio*, 6(1), 38-59.

doi:REVISTA INGENIOAnálisis de confiabilidad usando el método de Monte Carlo en los alimentadores principales de la subestación Cristianía perteneciente a la Empresa Eléctrica QuitoReliability analysis using the Monte Carlo method in the main feeders of the

Vargas, J., & Pezo, C. (2024). *Diseño de líneas de distribución subterráneas en media*

*tensión para conjunto residencial del cantón samborondón*. Obtenido de

Universidad Politécnica Salesiana: <chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/27447/1/UPS-GT004981.pdf>

Anexos

Anexo 1. Base de datos

AÑO	MES	Subestación	Alimentador	Tipo	Potencia Instalada (KVA)	Índice Mensual		
						FMIK	TTIK	
	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	(8)	(9)	
2024	Mayo	04CES7 (CNEL GUAYAQUIL / S/E CERECITA)	04CES70T13 - CERECITA-EMEPE	U (Urbano)	11847,5	9,00	7,97	
2024	Mayo	04CES7 (CNEL GUAYAQUIL / S/E CERECITA)	04CES70T11 - CEDEGE-DAULAR	Baja Densidad	6945,0	10,04	8,76	
2024	Mayo	04CES7 (CNEL GUAYAQUIL / S/E CERECITA)	04CES70T14 - EL CONSUELO	U (Urbano)	3178,5	9,00	8,72	
2024	Mayo	04SF31 (CNEL-Guayaquil / S/E SAFANDO)	04SF310T12 ( COUNTRY CLUB 169)	U (Urbano)	19257,5	8,00	4,19	
2024	Mayo	04SM56 (CNEL GUAYAQUIL / S/E SAN LORENZO)	04SM560T11 - PROGRESO	U (Urbano)	5592,5	8,00	11,52	
2024	Mayo	04CES7 (CNEL GUAYAQUIL / S/E CERECITA)	04CES70T12 - CEDEGE-CERECITA	U (Urbano)	2725,0	7,00	6,07	
2024	Mayo	04PL55 (CNEL GUAYAQUIL / S/E PLAYAS)	04PL550T11 - INTERCONEXION PLAYAS	U (Urbano)	3720,5	7,00	5,35	
2024	Mayo	04PO58 (CNEL GUAYAQUIL / S/E POSORJA)	04PO580T15 - CAMPOSORJA	U (Urbano)	8115,0	7,00	6,60	
2024	Mayo	04PL55 (CNEL GUAYAQUIL / S/E PLAYAS)	04PL550T14 - CENTRAL PLAYAS	U (Urbano)	8705,5	6,27	10,09	
2024	Mayo	04GY21 (CNEL-Guayaquil / S/E GUAYACANES)	04GY210T14 ( GUAYACANES 4 70)	U (Urbano)	7997,0	6,01	3,94	
2024	Mayo	04GY21 (CNEL-Guayaquil / S/E GUAYACANES)	04GY210T23 ( GUAYACANES 7 68)	U (Urbano)	14387,5	6,00	3,62	
2024	Mayo	04ST29 (CNEL-Guayaquil / S/E PUERTO SANTA)	04ST290T14 ( BELLA AURORA)	U (Urbano)	8687,5	5,71	4,98	
2024	Mayo	04AT05 (CNEL-Guayaquil / S/E ATARAZANA)	04AT050T12 ( ATARAZANA 2 12)	U (Urbano)	23098,5	5,08	3,22	
2024	Mayo	04SF31 (CNEL-Guayaquil / S/E SAFANDO)	04SF310T13 ( CAPEIRA 165)	U (Urbano)	17115,0	5,01	3,49	
2024	Mayo	04GY21 (CNEL-Guayaquil / S/E GUAYACANES)	04GY210T13 ( GUAYACANES 3 69)	U (Urbano)	9412,5	5,01	3,22	
2024	Mayo	04GY21 (CNEL-Guayaquil / S/E GUAYACANES)	04GY210T11 ( GUAYACANES 1 67)	U (Urbano)	16715,0	5,01	3,22	
2024	Mayo	04GY21 (CNEL-Guayaquil / S/E GUAYACANES)	04GY210T22 ( GUAYACANES 6)	U (Urbano)	21285,0	5,01	3,21	
2024	Mayo	04PL55 (CNEL GUAYAQUIL / S/E PLAYAS)	04PL550T12 - FINGARAO	U (Urbano)	5915,0	5,00	9,57	

Nota: Se observa la información de los indicadores de todo el sistema de CNEL durante el año 2024, esta base de datos sirvió para indagar sobre los indicadores de calidad en la subestación Cerecita.

## Anexo 2. Subestación Cerecita



*Nota:* Se observa la entrada a la sub estación Cerecita, este lugar brindó información sobre el tramo de estudio del km 33 vía a la costa en el sector Daular.



*Nota:* Se observa el transformador y la infraestructura de media tensión de la subestación Cerecita la cual abastece al sector de estudio.

### Anexo 3. Presencia de vegetación en zona de estudio



*Nota:* Se observa la presencia de vegetación en el km 33 vía a la costa del sector Daular la cual interfiere con la línea monofásica que abastece de electricidad a la localidad.



*Nota:* Se observa el personal operativo quitando las ramas de un árbol que está cerca de la línea de media tensión, la cual puede causar afectaciones al sistema eléctrico.



Presidencia  
de la República  
del Ecuador



Plan Nacional  
de Ciencia, Tecnología,  
Innovación y Saberes



SENESCYT  
Secretaría Nacional de Educación Superior,  
Ciencia, Tecnología e Innovación

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Urbano Tigreros Henry David** con **C.C: 0918160870**, autor del trabajo de titulación: **Diseño eléctrico de redes compactas para mejorar el servicio de energía eléctrica en Daular km 33 vía a la costa**, previo a la obtención del título de **Ingeniero en Electricidad** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

**Guayaquil, 19 de febrero del 2025.**

F:   
**Urbano Tigreros Henry David**  
C.C: 0918160870



Presidencia  
de la República  
del Ecuador



Plan Nacional  
de Ciencia, Tecnología,  
Innovación y Saberes



**SENESCYT**  
Secretaría Nacional de Educación Superior,  
Ciencia, Tecnología e Innovación

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Vera Yagual Enrique Luis** con **C.C: 0915946248**, autor del trabajo de titulación:  
**Diseño eléctrico de redes compactas para mejorar el servicio de energía eléctrica en Daular km 33 vía a la costa**, previo a la obtención del título de **Ingeniero en Electricidad** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

**Guayaquil, 19 de febrero del 2025.**

F: \_\_\_\_\_

**Vera Yagual Enrique Luis**  
C.C: 0915946248



<b>REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>				
<b>FICHA DE REGISTRO DE TESIS/ TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>				
<b>Título Y Subtítulo:</b>	Diseño eléctrico de redes compactas para mejorar el servicio de energía eléctrica en Daular km 33 vía a la costa			
<b>Autor(es)</b>	Urbano Tigreros Henry David y Vera Yagual Enrique Luis			
<b>Revisor(es)/tutor(es)</b>	Dr. Meléndez Rangel Jesús Ramón			
<b>Institución:</b>	Universidad Católica Santiago de Guayaquil			
<b>Facultad:</b>	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo			
<b>Carrera</b>	Ingeniería Eléctrica			
<b>Título obtenido:</b>	Ingeniero en Electricidad			
<b>Fecha de publicación:</b>	19 de Febrero del 2025			
<b>Áreas temáticas:</b>	Electricidad, Proyectos, Potencia			
<b>Palabras claves/ keywords:</b>	Alimentador, Electricidad, Energía, Compacta, Red/			
<p>La innovación del campo energético es un tema que se viene estudiando en el presente siglo con la finalidad de aprovechar los recursos y cuidar el medioambiente sin afectar el suministro de electricidad a las diferentes localidades. Frente a esto la presente investigación tuvo como objetivo Diseñar un sistema de redes aéreas compactas para el servicio eléctrico en la localidad de Daular, km 33, vía a la costa, Ecuador. La perspectiva metodológica empleó una revisión sistemática de la literatura, usando los tipos de investigación de campo, documental, descriptiva y método inductivo. Los resultados determinaron que dentro de la subestación Cerecita el alimentador Cedege – Daular es el que presenta mayor calificación en los indicadores FMIK y TTIK, del mismo modo se comprobó la presencia de abundante vegetación lo cual se suma a las fallas del suministro de energía. Se elaboró una propuesta estableciendo la arquitectura de la red compacta a utilizar para reemplazar a la red convencional, con la finalidad de minimizar el impacto ecológico y mantener la calidad del servicio eléctrico en la zona de estudio. Se concluye que la innovación de las redes de media tensión permite brindar un buen servicio a los consumidores finales evitando afectar a la flora y fauna local.</p>				
<b>Adjunto Pdf:</b>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">SI <input checked="" type="checkbox"/></td> <td style="width: 50%; text-align: center;">NO <input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>			
<b>Contacto Con autor/Es:</b>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;"><b>Teléfono:</b> +593-988949438 +593-994490107</td> <td style="width: 50%;"><a href="mailto:henrryurb@hotmail.com">henrryurb@hotmail.com</a> <a href="mailto:levychile@hotmail.com">levychile@hotmail.com</a></td> </tr> </table>	<b>Teléfono:</b> +593-988949438 +593-994490107	<a href="mailto:henrryurb@hotmail.com">henrryurb@hotmail.com</a> <a href="mailto:levychile@hotmail.com">levychile@hotmail.com</a>	
<b>Teléfono:</b> +593-988949438 +593-994490107	<a href="mailto:henrryurb@hotmail.com">henrryurb@hotmail.com</a> <a href="mailto:levychile@hotmail.com">levychile@hotmail.com</a>			
<b>Contacto Con la Institución: coordinador del proceso de UTE</b>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td><b>Nombre:</b> Ing. Bohórquez Escobar, Celso Bayardo PHD.</td> </tr> <tr> <td><b>Teléfono:</b> +593- 995147293</td> </tr> <tr> <td><b>E-mail:</b> celso.bohorquez@cu.ucsg.edu.ec</td> </tr> </table>	<b>Nombre:</b> Ing. Bohórquez Escobar, Celso Bayardo PHD.	<b>Teléfono:</b> +593- 995147293	<b>E-mail:</b> celso.bohorquez@cu.ucsg.edu.ec
<b>Nombre:</b> Ing. Bohórquez Escobar, Celso Bayardo PHD.				
<b>Teléfono:</b> +593- 995147293				
<b>E-mail:</b> celso.bohorquez@cu.ucsg.edu.ec				
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>				
<b>No. De registro (en base a datos):</b>				
<b>No. De clasificación:</b>				
<b>Dirección URL (tesis en la web):</b>				